XV. ÉVFOLYAM 7. SZÁM, 193—224 OLDAL
BUDAPEST, 1964. JÚLIUS HÓ 7

BRSZ. SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET LAPJA

1964. július XV. évfolyam, 7. szám

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

DR. KÁSA ISTVÁN: A hullámvezető terjedési tényezője kis felületi impedancia esetén 193
VÁRALJAI VILMOS—MAZGON SÁNDOR: Az adatátvitel időszerű kérdései 199
HALÁSZ EDIT: A híradástechnikai mérnökök egyetemi képzésének néhány kérdése 206
HORVÁTH GYULA: A rendszertechnika kiinduló kérdései 210
KOVÁCS SÁNDOR: Tranzisztoros stabilizált tápegységek konstrukciós kérdései 216
Szabadalmi szemle 220
Szemle 222
Tartalmi összefoglalások 222
Обобщения 222
Zusammenfassungen 223
Summaries 223
Résumés 224

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

Szerkesztő bizottság: ALMÁSSY GYÖRGY kandidátus, BARTA ISTVÁN akadémikus, BATTISTIG GYÖRGY, BÍRÓ FERENC, BUDAI LAJOS, CZEGLÉDY GYÖRGY, ERDÉLYI JÁNOS kandidátus, GERGELY ÖDÖN, GIBER JÁNOS kandidátus, KATONA JÁNOS, a műszaki tudományok doktora, KŐMÜVES FRIGYES kandidátus, MAGÓ KÁLMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, NOVÁK ISTVÁN, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER, a műszaki 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 1450 példányban. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központ Hírlapirodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180—850) vagy bármely postahivatanál. Előfizetési díj: félévre 24 Ft, egész évre 48 Ft. Egyes szám ára: 4 Ft Megjelenik havonta. Csekkszámlaszám: Egyéni 61,254, közületi 61,065 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA" P. O. B. 149 Budapest 62.

64.5407 Egyetemi Nyomda, Budapest

HÍRADÁSTECHNIKA
A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

DR. KÁSA ISTVÁN
Távközlési Kutató Intézet

ORSZ. SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR

A hullámvezető terjedési tényezője kis felületi impedancia esetén

ETO 538.566.5 ; 621.372.81

1. Bevezetés

Az elektromágneses tér egy ideális (végtelen vezetőképességű) falú, homogén hullámvezetőben módusok szerinti sorfejtéssel állítható elő. Az egyes hullámvezető módusok terjedési tényezője és hullámimpedanciája (karakterisztikus impedanciája) egyértelműen meghatározható a homogén hullámvezető keresztmetszeti síkjára felírt skaláris hullámegyenlet sajátértékeiből, valamint a hullámvezetőt kitöltő közeg anyagjellemzőiből. Az egyes módusok között ebben az esetben nincsen csatolás.

Az ideálistól eltérő, pl. véges vezetőképességű fal esetén a módusok között csatolás lép fel, mert a határfeltételek csak ily módon elégíthetők ki.

A csatolt módusok egy-egy csoportja, amely együttesen kielégíti a határfeltételeket, egy-egy új módust alkot, amelynek terjedési tényezője eltér az ideális hullámvezető módusainak terjedési tényezőjétől.

Az új módusok térerősségei csak *kevéssé* térnek el az *ideális módus* térerősségeitől, ha a felület csak kissé tér el az ideálistól. (E követelmény egzakt megfogalmazását a későbbiekben megadjuk.) Ilyenkor lényegében úgy tekinthetjük, hogy a határfeltételekben bekövetkezett kismértékű perturbáció csak a módus terjedési tényezőjének megváltozását okozza.

A hullámvezető módusok csillapítási tényezőjének meghatározására az általában szokásos eljárás az, hogy a hullámvezetőben a P_0 haladó teljesítményt és a hullámvezető falában a hosszegységen fellépő P_v diszipált teljesítményt hasonlítják össze, amelynek alapján a csillapítási tényező [1]

$$\alpha = \frac{P_v}{2P_0} \tag{1}$$

E számítási módszer mindaddig, amíg jelentősen a határfrekvencia felett dolgozunk és csak a csillapítási tényezőre vagyunk kíváncsiak, igen jó közelítésnek bizonyul. A határfrekvenciához közeledve azonban az így meghatározott csillapítási tényező a végtelenhez tart, tehát nyilvánvalóan abszurd eredményre vezet. Amennyiben a csillapítási tényező értéke a határfrekvencia közelében vagy azalatt érdekes, illetve a fázis tényezőt kívánjuk meghatározni, a fenti eljárás nem bizonyul használhatónak.

A gyakorlatban sok esetben szükséges a veszteséges falú hullámvezető γ terjedési tényezőjének, illetőleg az α csillapítási és β fázis tényezőnek a meghatározása egy széles frekcenciasávban (tehát a határfrekvencia alatt is).

A perturbált terjedési tényező meghatározására több úton törekedtek. Az első út a Maxwell-egyenletek, illetve a hullámegyenletek közvetlen megoldása, közelítések bevezetésével. Így járt el Brown [2], valamint Schaffeld és Bayer [3].

Rauskolb a hullámvezetők elemi szakaszának kvázistacioner helyettesítő képével számol, de az elemeket a felület véges vezetőképességből adódó ellenállással és induktivitással egészítette ki, és így számolta ki a hullámvezetőre jellemző adatokat [4].

Karbowiak vizsgálatait a legfontosabb hullámvezető módusok esetére korlátozta. Ezen esetekben kimutatta, hogy első közelítésben a módosult állapot két csatolt módussal leírható. A csatolási tényező meghatározása után a terjedési tényezőt a felület minőségét jellemző felületi impedancia függvényeként kapta meg. A felületi impedancia fogalmának bevezetése lehetővé tette, hogy a kérdést az előzőknél általánosabban kezelje [5] [6].

A most következő tárgyalásban a felületi impedancia fogalmának felhasználásával a terjedési tényezőt a mágneses térerősségeknek a kontúrgörbén felvett értékeinek segítségével határozzuk meg, feltételezve — ezt az előző tárgyalásmódok is feltételezték —, hogy a felületi impedancia csak akkora, hogy kis perturbációkat okoz. Az így kapott eredmények hasonlóak Karbowiak eredményeihez, de azoknál általánosabbak, ezenkívül alkalmazhatók anizotróp felületi tulajdonságok esetén is.

2. A homogén hullámvezető jellemzése

Első lépésként összefoglaljuk azokat az ismereteket, amelyek a veszteségmentes, végtelen jó vezető fallal határolt homogén hullámvezetőre vonatkoznak.

Ekkor a határfeltételek $\mathbf{n} \times \mathbf{E} = 0$, illetve $\mathbf{n} \cdot \mathbf{H} = 0$ ahol $\mathbf{E}$ az elektromos térerősség
$\mathbf{H}$ a mágneses térerősség
$\mathbf{n}$ a normál vektor*

A további tárgyalás során a színuszos gerjesztés esetére szorítkozunk, az időfüggést $\exp(j\omega t)$ alakúnak tekintjük, ahol ω körfrekvencia, t az idő.

* A szövegben félkövéren szedett vektormennyiségeket az ábrán rajztechnikai okból felülvonás jelzi (pl: $\overline{n}$).

A tetszőleges, egyszeresen összefüggő zárt keresztmetszetű hullámvezető tengelyiránya essen egybe a z tengellyel, a keresztmetszet pontjaihoz pedig a ϱ keresztmetszeti koordinátát rendeljük. A tengelyirányba mutató egységvektor $\mathbf{a}_t$, a felület kifelé mutató normál egységvektora $\mathbf{n}$. A hullámvezető keresztmetszetét jelöljük A-val, a keresztmetszet kontúrgörbéjét C-vel.

A közegben a dielektromos tényező ε, a mágneses permeabilitás μ. (E mennyiségek sem a hely, sem az időkoordinátáknak, sem a térerősségeknek nem függvényei.)

Az ideális falú homogén hullámvezető elektromágneses tere módusokból építhető fel [1], [7], [8]. Minden egyes módus egy-egy, a keresztmetszeti síkban értelmezett valós, skaláris függvényből (Φ_i és Ψ_i) nyerhető, amelyek a

$$\Delta_{tr}\,\Phi_i + k_i^2\,\Phi_i = 0 \tag{2}$$

illetve

$$\Delta_{tr}\,\Psi_i + k_i^2\,\Psi_i = 0 \tag{3}$$

hullámegyenlet sajátfüggvényei.
Itt Δ_{tr} a keresztmetszeti síkban felírt Laplace-operátor.

$$\Delta_{tr} = \Delta - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \tag{4}$$

A C kontúrgörbén a Φ_i, illetve Ψ_i függvényekre a következő határfeltételek érvényesek

$$\Phi_i|_C = 0 \tag{5}$$

illetve

$$\left.\frac{\partial \Psi_i}{\partial r}\right|_c = 0 \tag{6}$$

Φ_i illetve Ψ_i függvények ismeretében a transzverzális térerősségek módusfüggvényeit a következő egyenletekből kapjuk meg:
TM_i módusra

$$\mathbf{e}_i = -\nabla_{tr}\,\varphi_i \tag{7}$$

TE_i módusra

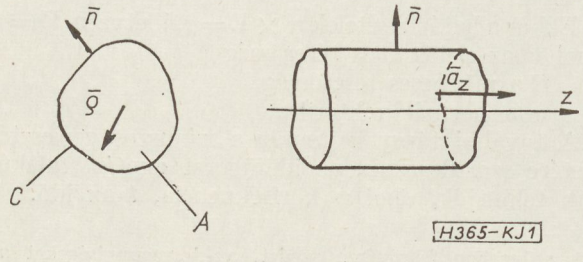
$$h_i = -\nabla_{tr}\,\Psi_i \tag{8}$$

∇_{tr} a nabla-vektor tranzverzális komponense

$$\nabla_{tr} = \nabla - \mathbf{a}_z \frac{\partial}{\partial z} \tag{9}$$

Az azonos módusokhoz tartozó módusfüggvények között a

$$\mathbf{h}_i = \mathbf{a}_z \times \mathbf{e}_i \tag{10}$$



1. ábra

és

$$\mathbf{e}_i = \mathbf{h}_i \times \mathbf{a}_z \tag{11}$$

összefüggések állnak fenn. (Az $\mathbf{e}_i$ és $\mathbf{h}_i$ függvények szintén valósak.)

Az $\mathbf{e}_i$ illetve $\mathbf{h}_i$ módusfüggvényekre érvényesek a következő normális egyenletek

$$\begin{aligned} \int_A \mathbf{e}_i \mathbf{e}_j \,\mathrm{d}A &= \delta_{ij} \\ \int_A \mathbf{h}_i \mathbf{h}_j \,\mathrm{d}A &= \delta_{ij} \\ \int_A (\mathbf{e}_i \times \mathbf{h}_j)\,\mathbf{a}_z \,\mathrm{d}A &= \delta_{ij} \end{aligned} \tag{12}$$

ahol δ_{ij} a Kronecker-delta és a felületi integrált a hullámvezető keresztmetszetére kell kiterjeszteni.

Bizonyítható [7] [8], hogy az $\mathbf{e}_i$ illetve $\mathbf{h}_i$ függvények a keresztmetszeti síkban ortonormált, teljes függvényrendszert alkotnak, tehát segítségükkel az elektromágneses tér a hullámvezető belsejében leírható.

A tranzverzális módusfüggvényekkel a $\mathbf{E}_{tr}$ és $\mathbf{H}_{tr}$ tranzverzális térerősségek a következőképpen állíthatók elő:

$$\mathbf{E}_{tr} = \sum_i U_i \mathbf{e}_i \tag{13}$$

$$\mathbf{H}_{tr} = \sum_i J_i \mathbf{h}_i \tag{14}$$

ahol U_i és I_i a feszültség és áramdimenziójú komplex mennyiségek, amelyek kielégítik a távíróegyenletet.

Az ortogonalitást felhasználva a módusfeszültség és áram a tényleges tranzverzális terekből meghatározható.

$$U_i = \int_A \mathbf{E}_{tr}\,\mathbf{e}_i \,\mathrm{d}A \tag{15}$$

$$J_i = \int_A \mathbf{H}_{tr}\,\mathbf{h}_i \,\mathrm{d}A \tag{16}$$

Ideális, homogén hullámvezetőben a térerősségek exp. $[-\gamma_i Z]$ alakú függvényei Z-nek, ahol γ_i a terjedési tényező. Ez a k_i^2 keresztmetszeti sajátértékekkel a következőképpen függ össze.

$$\gamma_i = \sqrt{k_i^2 - k^2} \tag{17}$$

ahol

$$k^2 = \omega^2\,\varepsilon\,\mu \tag{18}$$

A (17) egyenletet átalakítva (ha ε és μ valós mennyiségek)

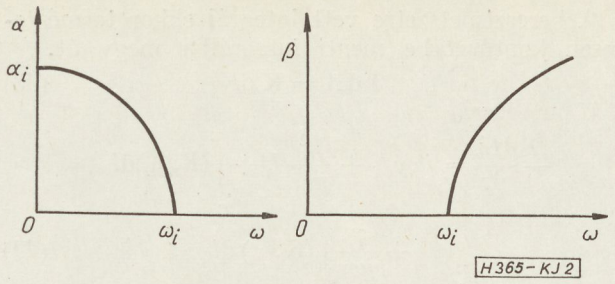
$$\gamma_i = k_i \sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_i}\right)^2} \tag{19}$$

ahol ω_i a módus határfrekvenciája vagy kritikus frekvenciája

$$\omega_i = \frac{k_i}{\sqrt{\varepsilon\,\mu}} \tag{20}$$

A (24) egyenletből nyilvánvaló, hogy az ideális falú hullámvezető terjedési tényezője a határfrekvencia alatt tiszta valós, felette tiszta képzetes.

A γ_i terjedési tényező valós és képzetes része, a csillapítási tényező és a fázistényező a 2. ábrán látható.



2. ábra

Ideális falú homogén hullámvezetőben $+z$ irányú hullám esetén U_i és I_i között a modus Z_{oi} karakterisztikus vagy hullámimpedanciája adja meg a kapcsolatot.

$$Z_{oi} = \frac{U_i}{I_i} \tag{21}$$

TM_i módusra

$$Z_{oi} = \frac{\gamma_i}{j\omega\varepsilon} \tag{22}$$

TE_i módusra

$$Z_{oi} = \frac{j\omega\mu}{\gamma_i} \tag{23}$$

A térerősségek z-irányú komponensei szintén előállíthatók U_i és I_i segítségével.

TM_i módusra a z-irányú mágneses térerősség zérus, az elektromos térerősség pedig.

$$\mathbf{E}_z = \sum_i U_i \mathbf{e}_{iz} \tag{24}$$

$$\text{ahol } \mathbf{e}_{iz} = \mathbf{a}_z \frac{\Delta_{\text{tr}}\mathbf{e}_i}{\gamma_i} \tag{24}$$

TE_i módusra a z-irányú elektromos térerősség zérus, a mágneses térerőssége viszont

$$H_z = \sum_i I_i \mathbf{h}_{zi} \tag{25}$$

ahol

$$\mathbf{h}_{iz} = \mathbf{a}_z \frac{\Delta_{\text{tr}}\mathbf{h}_i}{\gamma_i}$$

3. A felület tulajdonságainak jellemzése a felületi impedanciával

Az ideális fémfelülettől eltérő tulajdonságú felület jellemzésére célszerűen alkalmazhatjuk a felületi impedancia fogalmát. Felület az elektromágneses tér számára határfeltételt jelent. Ezt a határfeltételt, mint az elektromos és mágneses tér tangenciális komponensei ($\mathbf{E}_t$ illetve $\mathbf{H}_t$) közötti kapcsolatot adhatjuk meg. Kapcsolat általánosan egy kétdimenziós tenzorral adható meg,

$$\mathbf{n} \times \mathbf{E}_t = \mathbf{Z}\,\mathbf{H}_t \tag{26}$$

ahol $\mathbf{Z}$ a felületi impedancia tenzor.

A felületi impedancia tenzor reciprok közegek esetén szimmetrikus. A továbbiakban mindig szimmetrikus felületi impedancia tenzorra szorítkozunk.

Helyettesítsük az impedancia-felületet egy ideális vezető felülettel, amelyen $\mathbf{K}_e$ elektromos és $\mathbf{K}_m$ mágneses felületi áramok folynak.

$$\mathbf{K}_e = \mathbf{H}_t \times \mathbf{n} \tag{27}$$

$$\mathbf{K}_m = \mathbf{n} \times \mathbf{E}_t \tag{28}$$

Ekkor a felületi impedancia definíciójának felhasználásával a

$$\mathbf{n} \times \mathbf{E}_t = \mathbf{Z}\,(\mathbf{n} \times \mathbf{K}_e) \tag{29}$$

$$\mathbf{K}_m = \mathbf{Z} \cdot \mathbf{H}_t \tag{30}$$

összefüggéseket kapjuk.

Rendeljünk a hullámvezető felületéhez egy kétdimenziós ortogonális koordinátarendszert, amelynek egyik koordinátája z, a másik az erre merőleges c koordináta, és vezessük be az $\mathbf{a}_c$ egységvektort (3. ábra):

$$\mathbf{a}_c = \mathbf{a}_z \times \mathbf{n} \tag{31}$$

A felülethez rendelt koordinátarendszerben a (26) egyenletet mátrixalakban felírva

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_c \\ E_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11}Z_{12} \\ Z_{12}Z_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_c \\ H_z \end{pmatrix} \tag{32}$$

A z és c indexek a megfelelő irányú komponensek jelölésére szolgálnak. Z_{11}, Z_{12}, Z_{22} általában komplex számok, a felületi impedancia tenzor mátrixának elemei.

$$\mathbf{Z} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{12} & Z_{22} \end{pmatrix} \tag{33}$$

A (30) kifejezést átalakítva

$$\begin{pmatrix} K_{\text{mc}} \\ K_{\text{mz}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{12} & Z_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_{\text{c}} \\ H_{\text{z}} \end{pmatrix} \tag{34}$$

A felületi impedancia általában a hely függvénye lehet, de a továbbiakban a homogén esettel foglalkozunk, amikor $\mathbf{Z}$ nem függvénye a helykoordinátáknak.

Ha a felület izotróp, a tenzor egy komplex számmá fajul

$$\mathbf{Z} = Z_f \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{35}$$

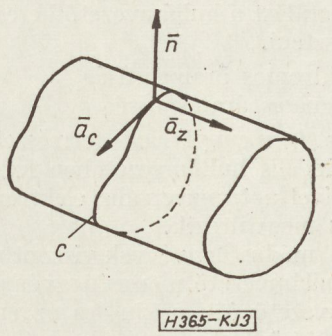
tehát a felület ezzel a komplex számmal egyértelműen jellemezhető. Véges vezetőképességű, izotróp fémfelület esetén

$$Z_f = \frac{1}{\sigma \cdot \delta}(1 + j) \tag{36}$$

ahol σ a fajlagos vezetőképesség
δ a szkinmélység

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\,\mu_f\,\sigma}} \tag{37}$$

itt μ_f a fém mágneses permeabilitása.



3. ábra

A gyakorlatilag elkészített hullámvezetők nem mindig tekinthetők izotrópnak, de a hosszirányú, illetve arra merőleges megmunkálás miatt a felületi impedancia mátrixa az $\mathbf{a}_c$, $\mathbf{a}_z$ koordinátarendszerben diagonálalakra hozható és főtengelyei $\mathbf{a}_c$ illetve $\mathbf{a}_z$ irányúak lesznek. Ilyen esetben a felület két komplex számmal, a két főértékkel jellemezhető.

$$\mathbf{Z} = \begin{pmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{pmatrix} \tag{38}$$

A fémből készült hullámvezetők esetén a Z_1 és Z_2 mennyiségek egyrészt a felület anyagi minőségének, a felület rétegezettségének, a felület érdességének, másrészt a frekvenciának a függvényei.

4. A perturbált terjedési tényező meghatározása a kis felületi impedanciával határolt hullámvezetőben

Véges felületi impedancia esetén az elektromos és mágneses térre vonatkozó homogén hullámegyenletet inhomogén határfeltételek mellett kellene megoldani. Ha a felületen bevezetjük a már említett elektromos és mágneses áramlemezt, a fenti probléma inhomogén hullám egyenlet (homogén határfeltételek melletti) megoldásává módosul.

Marcuwitz [9] nyomán a I_i és U_i módusáram és módusfeszültség értékére a következő differenciálegyenletet lehet felírni homogén hullámvezető esetében.

TM_i módusra

$$-\frac{\mathrm{d}U_i}{\mathrm{d}z} = j\omega\mu I_i + \frac{k_i^2}{j\omega\varepsilon} I_i + \int_A (\mathbf{J}_m \mathbf{h}_i)\,\mathrm{d}A + \frac{\gamma_i}{j\omega\varepsilon}\int_A (\mathbf{J}_e \mathbf{e}_{iz})\,\mathrm{d}A \tag{39}$$

$$-\frac{\mathrm{d}I_i}{\mathrm{d}z} = j\omega\varepsilon U_i + \int_A (\mathbf{J}_e \mathbf{e}_{iz})\,\mathrm{d}A \tag{40}$$

TE_i módusra

$$-\frac{\mathrm{d}U_i}{\mathrm{d}z} = j\omega\mu I_i + \int_A (\mathbf{J}_m \cdot \mathbf{h}_i)\,\mathrm{d}A \tag{41}$$

$$-\frac{\mathrm{d}I_i}{\mathrm{d}z} = j\omega\varepsilon U_i + \frac{k_i^2}{j\omega\mu} U_i + \int_A (\mathbf{J}_e \cdot \mathbf{e}_i)\,\mathrm{d}A + \frac{\gamma_i}{j\omega\mu}\int_A (\mathbf{J}_m \mathbf{h}_{iz})\,\mathrm{d}A \tag{42}$$

ahol az integrálást a hullámvezető keresztmetszetére kell kiterjeszteni.

$\mathbf{J}_e$ az elektromos áramsűrűség

$\mathbf{J}_m$ a mágneses áramsűrűség

Az U_i és I_i mennyiségek természetesen különböznek az ideális hullámvezetőben fellépő mennyiségektől, mivel a tranzverzális elektromos és mágneses tér is megváltozik.

Az $\mathbf{e}_i$ és $\mathbf{a}_i$ módusfüggvények viszont megegyeznek az ideális hullámvezető módusfüggvényeivel [8] [9].

A hullámvezető i-ik módusára áramként hatnak a hullámvezető felületén a tényleges tér által keltett $\mathbf{K}_e$ és $\mathbf{K}_m$ áramlemezek.

A keresztmetszetre vett integrál ekkor természetesen kontúrgörbe menti integrálba megy át.

$$\mathbf{J}\,\mathrm{d}A = \mathbf{K}\,\mathrm{d}l \tag{43}$$

TM_i módusra

$$-\frac{\mathrm{d}U_i}{\mathrm{d}z} = j\omega\mu I_i + \frac{k_i^2}{j\omega\varepsilon} I_i + \int_C (\mathbf{K}_m \mathbf{h}_i)\mathrm{d}l + \frac{\gamma_i}{j\omega\varepsilon}\int_C (\mathbf{K}_e \mathbf{e}_{iz})\,\mathrm{d}l \tag{44}$$

$$-\frac{\mathrm{d}I_i}{\mathrm{d}z} = j\omega\mu U_i + \oint_C (\mathbf{K}_e \mathbf{e}i)\,\mathrm{d}l \tag{45}$$

TE_i módusra

$$-\frac{\mathrm{d}U_i}{\mathrm{d}z} = j\omega\varepsilon I_i + \oint_C (\mathbf{K}_m \cdot \mathbf{h}_i)\,\mathrm{d}l \tag{46}$$

$$-\frac{\mathrm{d}I_i}{\mathrm{d}z} = j\omega\varepsilon U_i + \frac{k_i^2}{j\omega\mu} U_i + \oint_C (\mathbf{K}_e \mathbf{e}_i)\,\mathrm{d}l + \frac{\gamma_i}{j\omega\mu}\oint_C (\mathbf{K}_m \mathbf{h}_{iz})\,\mathrm{d}l \tag{47}$$

A kontúrgörbén a módusok elektromos térerősségének tangenciális komponense zérus, ezért a fenti egyenletekben a $\mathbf{K}_e$-t tartalmazó tagok eltűnnek, az elektromos áramlemez tehát nem csatolódik a módusokhoz. (A $\mathbf{K}_e$ elektromos áramlemez ideális falú hullámvezetőkön is fellép, de a fenti okból nem hoz létre csatolást a módusok között.)

A fenti tárgyaláshoz még azt a megjegyzést kell fűzni, hogy a $\mathbf{K}_e$ és $\mathbf{K}_m$ áramlemezek nem állnak szoros kapcsolatban a ténylegesen fellépő áramsűrűségekkel, a felületen fellépő $\mathbf{H}_t$ és $\mathbf{E}_t$ mennyiségek helyettesítésére szolgálnak.

Az általánosság csorbítása nélkül feltételezhetjük, hogy a perturbált homogén hullámvezető térerőssége függvényében $\exp[-\gamma z]$ szerint változik. Ekkor

$$-\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}z} U_i = \gamma U_i \tag{48}$$

$$-\frac{\mathrm{d}I_i}{\mathrm{d}z} = \gamma I_i \tag{49}$$

ahol γ a perturbált terjedési tényező.

A fentieket figyelembe véve, valamint a (44) és (45), illetve a (46) és (47) egyenleteket összeszorozva és mindkét oldalt $U_i I_i$-vel elosztva kapjuk, hogy

TM_i módusra

$$\gamma_i^2 = k_i^2 - k^2 + j\omega\varepsilon \frac{1}{I_i}\oint_C (\mathbf{K}_m \mathbf{h}_i)\,\mathrm{d}l \tag{50}$$

TE_i módusra

$$\gamma^2 = k_i^2 - k_i^2 + j\omega\varepsilon \frac{1}{I_i}\left(1 - \frac{k_i^2}{k^2}\right)\oint_C (\mathbf{K}_m \mathbf{h}_i)\,\mathrm{d}l - \frac{\gamma_i}{U_i}\oint_C (\mathbf{K}_m \mathbf{h}_{zi})\,\mathrm{d}l - \frac{\gamma_i}{j\omega\mu\, U_i\, I_i}\oint_C (\mathbf{K}_m \mathbf{h}_i)\,\mathrm{d}l \oint_C (\mathbf{K}_m \mathbf{h}_{iz})\,\mathrm{d}l \tag{51}$$

A továbbiakban használjuk fel, hogy a mágneses áramréteg (30) szerint a felületi impedanciával és a mágneses térerősséggel kifejezhető, valamint, hogy a mágneses tér módusok szerint sorbafejthető. Alkalmazzuk ezenkívül a felületi impedancia (38) szerinti alakját. Vegyük még figyelembe, hogy a sorfejtés a mágneses térre egyenletesen konvergens és ezért az összegezés és integrálás felcserélhetők. TM_i módusra

$$\gamma^2 = \gamma_i^2 + j\omega\varepsilon Z_1 \sum_m \frac{I_m}{I_i} \oint_C (\mathbf{h}_{it}\mathbf{h}_{mt})\, dl \qquad (52)$$

ahol $\mathbf{h}_{it}$ $\mathbf{h}_i$ tangenciális komponensét jelöli.

TE_i módusra

$$\gamma^2 = \gamma_i^2 + j\omega\varepsilon Z_1\left(1 - \frac{k_i^2}{k^2}\right)\sum_m \frac{I_m}{I_i}\oint_C (\mathbf{h}_{it}\mathbf{h}_{mt})dl - $$

$$- \frac{Z_z\gamma_i^2}{j\omega\mu}\sum_m \frac{U_m}{U_i}\oint_C (\mathbf{h}_{iz}\mathbf{h}_{mz})\, dl -$$

$$- \frac{\gamma_i^2 Z_1 Z_2}{(j\omega\mu)^2}\left(\sum_m \frac{I_m}{I_i}\oint_C (\mathbf{h}_{it}\mathbf{h}_{mt})\, dl\right)\left(\sum_m \frac{U_m}{U_i}\oint_C (\mathbf{h}_{iz}\mathbf{h}_{mz})\, dl\right) \qquad (53)$$

Látható, hogy zérus felületi impedancia esetén visszakapjuk az *ideális* módus terjedési tényezőjét.

Ha felületi impedancia kis értékeire szorítkozunk, tehát feltételezzük, hogy $|Z_1| \ll Z_0$ és $|Z_2| \ll Z_0$ (ahol Z_0 a közeg specifikus impedanciája), akkor feltételezhetjük, hogy a felületi impedancia csak kis perturbációt okoz. Ilyen esetben az (52) és (53) egyenletek első közelítésben kiértékelhetővé válnak. Feltételezzük ugyanis, hogy

$$\left|\frac{I_m}{I_i}\right| \ll 1 \text{ és } \left|\frac{U_m}{U_i}\right| \ll 1, \text{ ha } m \neq i,$$

tehát lényegében egyetlen módusra szorítkozunk.

A Z_1Z_2 szorzójú tagot, mint másodrendűen kis mennyiséget, elhagyjuk.

Ekkor a terjedési tényezők

TM_i módusra

$$\gamma^2 = \gamma^2 + j\omega\varepsilon Z_1 \oint_C (\mathbf{h}_{it})^2\, dl \qquad (54)$$

TE_i módusra

$$\gamma^2 = \gamma^2 + \frac{k_i^2 - k^2}{j\omega\mu}\left[Z_1\oint_C (\mathbf{h}_{it})^2\, dl - Z_2\oint_C (\mathbf{h}_{iz})^2 dl\right] \qquad (55)$$

A fentieket áttekinthető alakba írva a perturbált terjedési tényezők

TM_i módusra

$$\gamma = \sqrt{\gamma_i^2 + j\,M\,Z_1} \qquad (56)$$

ahol

$$M = \omega\,\varepsilon \oint_C (\mathbf{h}_{it})^2\, dl \qquad (57)$$

TE_i módusra

$$\gamma = \sqrt{\gamma_i^2 + jM_1 Z_1 + j\,M_2\,Z_2} \qquad (58)$$

ahol

$$M_1 = \frac{k^2 - k_i^2}{\omega\mu}\oint_C (\mathbf{h}_{it})^2\, dl \qquad (59)$$

$$M_2 = \frac{k_i^2 - k^2}{\omega\mu}\oint_C (\mathbf{h}_{iz})^2\, dl \qquad (60)$$

Izotróp felületi impedancia esetében az (58) egyenlet (56)-hez hasonló alakra vonható össze. A fenti egyenletekből látható, hogy a perturbáció a felületi impedancián kívül az M tényezőktől is függ, amelyek a frekvencia, a geometria, a módus és a közeget kitöltő anyag függvényei és veszteségmentes közeg esetén tiszta valós mennyiségek.

Az (56) és (58) egyenletekkel megadott perturbált terjedési tényező a teljes frekvenciasávban jó közelítést ad.

Az (52) és (53) egyenletek alapján becslést lehet végezni az (56) és (58) egyenletek pontosságára vonatkozóan.

5. A terjedési tényező frekvenciafüggése

A továbbiakban az egyszerűség kedvéért a

$$\gamma = \sqrt{\gamma_i^2 + j\,M\,Z} \qquad (56)$$

kifejezés frekvenciafüggését vizsgáljuk meg. Az eredmények nyilvánvalóan igen könnyen alkalmazhatók az (54) egyenlet által megadott esetben is.

Lényegesen a határfrekvencia felett

$$\gamma = \gamma_i + j\frac{MZ}{2\gamma_i} \qquad (61)$$

ezek alapján a terjedési tényező

$$\beta = \beta_i + \mathrm{Im}\left(\frac{M\,Z}{2\,\beta_i}\right) \qquad (62)$$

$$\alpha = \mathrm{Re}\left(\frac{M\,Z}{2\,\beta_i}\right) \qquad (63)$$

ahol *Re* a valós, *Im* a képzetes részt jelöli.

Mivel M és β_i valósak, α_i kifejezhető a felületi impedancia valós részével, a felületi ellenállással is.

$$\alpha = \frac{M}{2\,\beta_i}R \qquad (64)$$

ahol

$$R = \mathrm{Re}\,(Z)$$

Ez az eredmény könnyen belátható módon megegyezik az (1) egyenlet által adott közelítéssel. Az (56) egyenletből is látható, hogy miért vezet a (61) egyenlet helytelen eredményre a határfrekvencia közelében; a (61) közelítő kifejezés helyett a határfrekvencia közelében az (56) pontosabb egyenletet kell használni.

A határfrekvencián

$$\gamma = \sqrt{j\,M\,Z} \qquad (61)$$

A határfrekvencia közelében mind a csillapítási tényező, mind a fázis tényező erősen függ a frekvenciától. Ez a tulajdonságuk lehetőséged ad arra, hogy hullámvezetőt határfrekvenciája közelében frekvenciadiszkriminátorként alkalmazzák [3].

Lényegesen a határfrekvencia alatt ismét

$$\gamma = \gamma_i + j\frac{MZ}{2\,\gamma_i} \qquad (64)$$

amiből

$$\alpha = \alpha_i + \mathrm{Re}\left(\frac{jMZ}{2\alpha_i}\right) \tag{66}$$

$$\beta = \mathrm{Im}\left(\frac{jMZ}{2\alpha_i}\right) \tag{67}$$

A csillapítási tényező perturbált értékét a határfrekvencia alatti tartományban a nagypontosságú határfrekvencia alatti csillapítókban kell figyelembe venni.

A frekvenciafüggés kiértékeléséhez természetesen azt is figyelembe kell venni, hogy általában a felületi impedancia is frekvenciafüggő

6. A perturbált terjedési tényező a körkeresztmetszetű hullámvezetőben

Az (56) és (58) egyenletek által adott eredmények felhasználásaként vizsgáljuk meg a körkeresztmetszetű hullámvezetőt.

Ekkor az (57) egyenlet alapján a TM_{mn} módusra

$$M = \omega\,\varepsilon\frac{2}{r_o} \tag{68}$$

amiből

$$\gamma = \sqrt{\gamma^2_{mn} + j\,Z_1\omega\varepsilon\frac{2}{r_0}} \tag{69}$$

ahol γ_{mn} az ideális falú hullámvezető terjedési tényezője. A TE_{mn} módusra az (59) és (60) egyenlet alapján

$$M_1 = -\frac{2\gamma^2_{mn}}{\omega\mu r_0}\,\frac{\left(\frac{m}{k_{mn}r_o}\right)^2}{1-\left(\frac{m}{k_{mn}r_0}\right)} \tag{70}$$

$$M_2 = \frac{2}{\omega\mu r_0}\,\frac{k^2_{mn}}{1-\left(\frac{m}{k_{mn}r_0}\right)^2} \tag{71}$$

ahol $k_{mn} = \frac{x_{mn}}{r_0}$

x_{mn}az m-rendű Bessel-függvény első deriváltjának n-ik gyöke

r_0 a hullámvezető sugara

Ebből

$$\gamma = \sqrt{\gamma^2_{mn} + \frac{2j}{\omega\mu r_0}\,\frac{k^2_{mn}}{1-(k_{mn}r_0)^2}\left[-Z_1\frac{\gamma^2_{mn}}{k^2_{mn}}\left(\frac{m}{k_{mn}r_0}\right)^2 + Z_2\right]} \tag{72}$$

Ha a felület izotróp, nem ferromágneses fémfelület, és a közeg veszteségmentes dielektrikum, a (36) egyenletet felhasználva a már ismert [3], [4], [6] eredményekre jutunk.

TM_{mn} módusra

$$\gamma = \sqrt{\varepsilon\mu_0}\,\omega_{mn}\sqrt{1-\left(\frac{\omega}{\omega_{mn}}\right)^2 - \left(1j-\right)\frac{\delta}{r_0}\left(\frac{\omega}{\omega_{mn}}\right)^2} \tag{73}$$

TE_{mn} módusra

$$\gamma = \sqrt{\varepsilon\mu_0}\cdot \cdot\,\omega_{mn}\sqrt{1-\left(\frac{\omega}{\omega^{mn}}\right)^2 - (1-j)\frac{\delta}{r_o}\left[1+\left(\frac{\omega}{\omega_{mn}}\right)^2\frac{m^2}{(k_{mn}r_o)^2-m^2}\right]} \tag{74}$$

ahol δ a szkinmélység

ω_{mn} a határfrekvencia

r_0 a hullámvezető sugara.

A (73) és (74) egyenletekkel adott perturbált terjedési tényező széles frekvenciasávban jó közelítést ad. Csak igen alacsony frekvencián, ahol a szkinmélység összemérhető a hullámvezető geometriai méreteivel, és igen magas frekvencián, ahol a fémfalban az eltolási áram nagysága összemérhetővé válik a vezetési áram nagyságával, lesz rossz a közelítés.

Mint már utaltunk rá, a véges felületi impedancia által okozott csillapítási tényező megváltozást figyelembe kell venni a nagypontosságú határfrekvencia alatti csillapítónál. Például a Távközlési Kutató Intézetben fejlesztés alatt álló nagypontosságú csillapításmérő berendezés 30 MHz-en működő határfrekvencia alatti csillapítójának, amelyben a körkeresztmetszetű hullámvezető TE_{11} módusát használjuk fel, a csillapítási tényezője $\alpha = 1{,}0000 \pm$ $\pm$ 0,0003 dB/mm.

Ilyen pontosság eléréséhez szükséges, hogy az alumínium felület által okozott 0,0005 dB/mm csillapítási tényező megváltozást figyelembe vegyük, és az átmérő megfelelő megváltoztatásával kompenzáljuk. A műszer nagypontosságú alapmérőeszközként való felhasználását tehát az elvégzett analízis teszi lehetővé.

IRODALOM

1. *Simonyi Károly:* Elméleti villamosságtan. Tankönyvkiadó. Budapest. 1958.
2. *Brown, J.:* Corrections to the Attenuation Constants of Piston Attenuators. Proc. IEE 1949. Vol. 49. Part. III. p. 491.
3. *Schaffeld, W., Bayer, H.:* Über das Verhalten elektromagnetischer Wellen in kreiszylindrischen Hohlleitern im Bereich der Grenzfrequenz unter Berücksichtigung der endlichen Wandleitfähigkeit. AEÜ. März 1956. p. 89—95
4. *Rauskolb, R.:* Fortpflanzunkonstante von Hohlleitern in der Umgebung der Grenzfrequenz und bei tiefen Frequenzen. AEÜ. 1962. Sept. p 427—435.
5. *Karbowiak, A. E.:* Theory of Imperfect Waveguides. The Effect of Wall Impedance. Proc. IEE Sept. 1955. Part C. p. 698—708.
6. *Karbowiak, A. E.:* Waveguide Characteristics. Electronic. & Radio Engineer. Oct. 1957. p. 579—587.
7. *Collin, R. E.:* Field Theory of Guided Waves. McGraw-hill Book Inc. 1960.
8. *Butterweck, H. J.:* Über die. Anregung elektromagnetischer Wellenleiter. AEÜ. 1962. Heft. 10. p. 498—514, Heft. 11 p 543—552.
9. *Marcuwitz, N.:* Representation of electric and magnetic fields. Appl. Phys. Vol. 22. June. 1951 p. 806—819.
10. *Bahiana, L. C, Smullin, L. D.:* Coupling of Modes in Uniform, Composite Waveguides. IRE Trans- MTT 1960. july. p. 454—458.

VÁRALJAI VILMOS – MAZGON SÁNDOR
Posta Kísérleti Intézet

Az adatátvitel időszerű kérdései

ETO 621.391.1 ; 654.94

Az utóbbi években egyre több szó esik azokról a hírközlő rendszerekről és berendezésekről, amelyeket *adatátvitel* gyűjtőnév alatt foglalnak össze. Mint általában minden új rendszernél itt is az a helyzet, hogy az egységes kifejezésmód és fogalomalkotás hiányában a világszerte nagyjából egy időben megjelenő publikációk meglehetősen nagy zavart teremtenek. Új elnevezések, osztályozások, egységek és meghatározások jelennek meg sok olyan fogalomra, amelyek a villamos hírközlés egyéb területein már részben vagy egészben ismertek és kitisztultak. A valóban új fogalmakra viszont hiányzik az egységes terminológia, még inkább az új elemek egységbefoglalása. Szükséges tehát, hogy e terület problematikájáról első lépcsőben a mélyebb analízis és a teljesség igénye nélkül beszéljünk s keressük az új rendszer megfelelő helyét a híradástechnika egyéb területei között. Az egységes fogalomalkotás és egységes terminológia kialakítása érdekében a Híradástechnika elsőnek közölte Dr. Henkler cikkét, amely az NDK-ban kialakított legfontosabb és az adatátviteli fogalmakra, elnevezésekre vonatkozó javaslatokat tartalmazza. Itt megkíséreljük, hogy az adatátvitel jelenlegi helyzetét a kutatási munka állását, feladatait valamint a fejlődés irányvonalait vázoljuk.

Az adatátvitel nemzetközi jelentőségére való tekintettel a CCITT is megindította a kérdés tanulmányozását. A „Vörös könyv" VII. kötete már két elfogadott ajánlást, egy sor tanulmányozandó kérdést és tekintélyes dokumentációs anyagot is tartalmaz. Az 1964. évben következő plenáris ülés elé további ajánlástervezetek kerülnek, amelyek valószínűleg jelentős mértékben hozzájárulnak majd e problémakör rendezéséhez. Az adatátvitellel foglalkozó Special A bizottság 92 sz. dokumentuma tartalmazza a legutóbbi évek munkájáról szóló jelentést és a legújabb ajánlástervezeteket. Anyagunk összeállításánál már ezekre támaszkodunk.

Adat, adatforrás, adatfeldolgozás, adatátvitel

A korszerű ügyvitelszervezés, gépesítés, automatizálás, távirányítás, statisztika stb. feladatainak megoldásához adatfeldolgozó, számító stb. berendezéseket alkalmaznak. E berendezések vezérlésére, működtetésére, táplálására szolgáló információkat adatoknak nevezzük. Az adatforrások és adatfeldolgozó berendezések a legtöbb esetben nem egy helyen dolgoznak, ezért az egész adatfeldolgozó rendszer működésének alapfeltétele az adatok gyors és pontos átvitele. Az adatátvitel tehát az adatok szállításának technikája az adatforrás és az adatfeldolgozó rendszer között. Ezt azért kell így külön is megfogalmazni, mert az *adatátvitelt* gyakran összetévesztik az adatfeldolgozást és adatátvitelt is tartalmazó egyesített rendszerek technikájával, az *adattechnikával.*

Az adatátvitel technikáját, követelményeit elsősorban azok a feladatok szabják meg, amelyeket az adatátvitelt igénylő szervek, intézmények stb. hajtanak végre. Az adatátvitel igénylői nagy vonalakban az alábbiak szerint csoportosíthatók:

a) Vállalaton belüli adatátvitel. A vállalatok üzemen belüli automatizálása igen sokféle módon valósítható meg, és ezekben legtöbbször hosszabb-rövidebb jelzés- és adatátvitel válik szükségessé az automatika elemei, érzékelő-, vezérlő szervei, valamint irányító szervei között. Tágabb értelemben az ilyen telemechanikai jelzésátvitelt is adatátvitelnek nevezhetjük. A vállalaton belül sok más adatátviteli alkalmazás is lehetséges, különösen ott, ahol a termelés megfelelő összhangját több termelő egység között kell megteremteni. Jó példája ennek a diszpécserszolgálat, melyet ma már sok helyen nemcsak távbeszélő, hanem távíró és adatátviteli eszközökkel is ellátnak. A vállalati ügyvitelgépesítésben alkalmazott számító és adatfeldolgozó részleg hírközlése elsősorban adatátviteli jellegű, melynek során pl. a raktárkészlet, a gyártáselőkészítés, vagy anyagmozgatás adatait begyűjtik, feldolgozzák s a kapott eredmények alapján intézkednek. Az egyetlen telephelyen üzemelő vállalatok esetében mindez helyi jellegű adatátvitel és általában magánhírhálózaton történik, amely nem közvetlen része egy országos hírhálózatnak, csak közvetve kapcsolódik ahhoz.

b) Nagykiterjedésű, több telephelyen üzemelő nagyvállalatok legtöbbször bekapcsolódnak egy országos hírhálózati rendszerbe, amelyen keresztül az egyes telephelyek közti, valamint a vállalat általános szállítási, raktározási, ügyviteli tevékenységével kapcsolatos adatátvitel folyik. A korszerű termelés alapfeltételeiből eleve következik, hogy a vállalatok magasfokú automatizáltsága adatátvitel nélkül elképzelhetetlen. Más vállalatoknál már a vállalat főtevékenysége maga kívánja meg az adatátvitelt. Ilyenek a szállítási, közlekedési, nagykereskedelmi, bank és biztosítási vállalatok. Ide tartoznak a különleges polgári hírrendszerek is, melyeken adatátvitel folyik mint például a meteorológia, vízrajz, árvíz, mentők, taxi, légiforgalmi, vasúti és távírati irodai hírrendszerek.

c) Számítóközpontok adatátvitele. Nem minden vállalatnak célszerű saját gépparkon teljesen önálló adatfeldolgozást végezni. Ez esetleg igen költséges és kihasználatlan megoldás lenne. Ilyen esetekben számító központok kialakítása célszerű, amelyeket az igénylők nagy száma részére kell elérhetővé tenni. Az igénylők a számítóközpontokba

egy országos adatátviteli hálózat útján csatlakoznak, amelynek megvalósítása az általános hírközlést biztosító postaigazgatások feladata. Ide tartoznak az államigazgatási szervek (pl. minisztériumok) számítóközpontjainak adatátviteli igényei is. Az adatátvitelnek ez a formája a szocialista népgazdaság szempontjából igen nagy jelentőségű.

d) Némely esetben a feladatok megoldására azonnal szükség van, a kérdező az adatfeldolgozástól azonnali választ vár. Ilyen dinamikus rendszer például a közlekedési helyfoglalás, a vállalatok szervezett raktárirányítása a központilag bejelentett készletekről (egyes igen drága anyagok országos intézése esetén, vagy a hiánycikkek optimális elosztására) és hasonlók. Ilyen esetekben külföldön már több helyen megvalósítottak olyan önálló adatátviteli hírhálózatot, melyben az adatfeldolgozó egység, többnyire maga az elektronikus számítógép is közvetlenül részt vesz. Ez a rendszer tehát az adatfeldolgozás és a hírhálózat egyesítésével jön létre és ezt nevezzük *egyesített adatfeldolgozásnak.*

e) Némely egészen elkülönülő speciális rendeltetésű nagykiterjedésű hírhálózatban, mint például a honvédelmi hírhálózatokban, az energitikai-, az olaj- és gázvezetékrendszerekben, vagyis az automatizált távvezérelt és távirányított rendszerekben, (nemzeti vagy nemzetközi méretű telemechanikai rendszerek, kooperációs rendszerek stb.) is nagy szerepe van az adatátvitelnek.

Az adatátviteli csatorna

Az adatátvitel a digitális technika eszközeivel az egyes adatátviteli csatornákon illetőleg az ezekből alkotott hálózatokon megy végbe. Tulajdonképpen a híradástechnika fejlődésének első napjától kezdve alkalmazták az adatátvitel egyik egyszerű formáját a távíró átvitelt. Az írásos híranyag a távíró rendszerekben is digitális villamos jelek alakjában jut el az adóállomástól a vevőállomáshoz. A korszerű digitális adatátvitel a távíró rendszertől csak a lényegesen nagyobb műszaki követelményekben különbözik. Ilyenek: a nagyobb információ mennyiség, a nagyobb sebesség, a nagy megbízhatóság stb. A korszerű adatátvitel nagyobb követelményeinek megfelelően az adatátviteli csatorna jellemzői is megfelelően módosulnak.

Az egyszerű pont-pont közötti adatátviteli csatorna tömbvázlatát az 1. ábra mutatja.

Az adatforrás végberendezései az adatokat digitális jelek alakjában adják át a közbenső adatközlő berendezésnek. Miután azonban a továbbítandó adatok az esetek egy részében továbbításra közvetlenül nem alkalmas formában (írott szöveg, számjegyek stb.) jelennek meg, azokat először digitális jelek alakjában leadható formában kell rögzíteni (lyukszalagon, lyukkártyán, mágnesszalagon stb.). Az adatok más része az adatforrás kilépési pontján analóg villamos jelek alakjában jelenik meg. Ezeket a jeleket analóg-digitál átalakítók (konverterek) segítségével kell továbbítható formába hozni.

Csak a legújabb időkben jelentek meg olyan berendezések, melyek az adatokat első megjelenési formában tudják feldolgozni, mint például kézirást felismerő *bizonylatolvasó* berendezések. Ezek fejlesztése érthetően a közbenső műveletek kiiktatásában nagy jelentőségű lesz, jelenleg azonban még igen drágák és nehezen elérhetők.

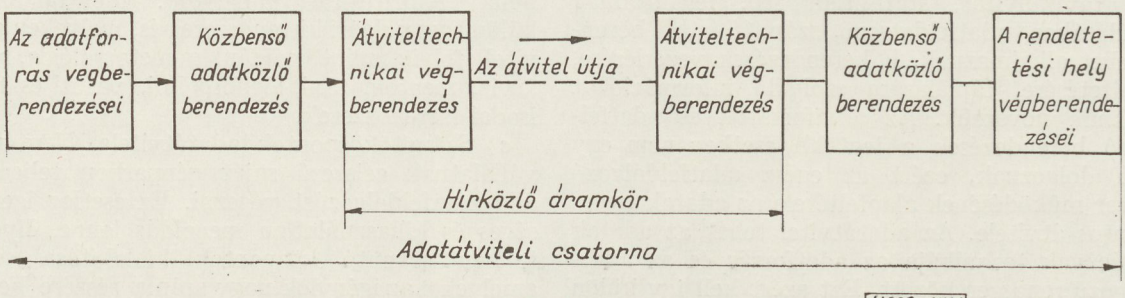
A rendeltetési hely végberendezései a megérkező digitális jeleket az adatfeldolgozás céljára alkalmas formára alakítják vissza, pl.: analóg jellé, lyukszalaggá, lyukkártyává stb.

A közbenső adatközlő berendezés feladata az adatátvitel nagyobb követelményeinek biztosítása. Ennek megfelelően ezek a berendezések végzik az adatforrásból érkező kódolt jelek átkódolását a hibafelismerést és javítást szolgáló kódrendszerre, a végberendezés és az átviteli útvonal közötti sebesség különbség illesztését, valamint az aktív hibavédelem biztosítását (pl. valamilyen visszajelző eljárással).

A hírközlő áramkör lehet vezetékes vagy vezetéknélküli távíró vagy távbeszélő csatorna. Ezek az áramkörök azonban általában a szokványos távíró és távbeszélő forgalom céljára készültek, sávszélességük korlátozott s egyéb tulajdonságaik (zavaró impulzusok, rövid megszakadások, szintingadozások, fázisugrások stb.) szempontjából sem felelnek meg mindenben az adatátvitel nagyobb követelményeinek. A következő lépés tehát az adatátvitel követelményeinek körülhatárolása, a jelenleg rendelkezésre álló csatornák és útvonalak adatátviteli tulajdonságainak megállapítása s végül azoknak a leggazdaságosabb eszközöknek (közbenső adatközlő berendezések) a biztosítása, amelyek segítségével a jelenlegi áramkör tulajdonságok és a nagyságrendekkel magasabb adatátviteli követelmények közötti különbség áthidalható.

Az adatátvitel követelményei

A szokásos hírközlő hálózatok tervezése általában fejlődési tanulmánnyal kezdődik, amely a népsűrűség, a földrajzi helyzet, a gazdasági élet főbb jellemzői



1. ábra

1. táblazat

		Beszéd	Távirat	Adat
1.	Eredeti megjelenési forma	Hang	Írás	Írás vagy villamos jel vagy egyéb
2.	Eredeti jelforma	Analóg	Digitálás	digitális vagy analóg
3.	Sávszélesség (kHz)	3,1	0,120	$0—10^4$
4.	Csatorna kapacitás (bit/sec)	20—30 k	50	$0—1{,}5.10^6$
5.	Effektív információ sebesség (bit/sec)	0,02—100	33,3	2400 ($0—5.10^5$)
6.	Közlemény gyakoriság (hívás/berendezés. nap)	0,1 (0—3)	2 (0—100)	2 (0—10)
7.	Közlemény hossza (sec)	180 (30—3600)	35 (5—5000)	1 (0,1—1000)
8.	Kapcsolási idő (sec)	20 (5—néhány óra)	10 (5—néhány óra)	0,1 (0,01—néhány óra)
9.	Hibaarány	10^{-3} (10^{-1}—10^{-5}) *	10^{-3} (10^{-2}—10^{-7})	10^{-5} (10^{-4}—10^{-9})
10.	Fejlődési százalék	8	5	40**

Megjegyzés: 6.—10. rovatok külföldi irodalmi adatok, a zárójel előtti érték átlag, a zárójelben a szokásos sávval feltűntetve Valamennyi adat nemzetközi átlag

* digitalizált beszédre vonatkozó adat.

** meglehetősen kétséges becslési adat, melyet a korábbi csekély tapasztalat csak részben indokol.

alapján jó megközelítéssel előirányozható. Az adatátvitel esetében jelenleg ezek az adatok nem adnak megbízható támpontot, mert az adatátviteli igényeket nagyrészt a műszaki fejlettség, az automatizáltság, a vállalati és felsőbb vezetés szervezettsége és az ügyvitelgépesítés előrehaladása szabja meg. Mindezek azonban maguk is fejlődésben, változásban levő tényezői a népgazdaságnak. A forgalmi követelmények számszerűen megfogható adatai az adatátviteli hírigény gyakorisága, az adatjellegű közlemények hossza, a megengedhető továbbítási késedelem stb. tekintetében általában szintén nem állnak rendelkezésre megbízható adatok. Ezek korlátolt pontossággal országos felméréssel állapíthatók meg. Külföldi adatok alapján ezekre a követelményekre tájékoztatást ad az 1. táblázat.

A minőségi paraméterek már közelebbről ismertek. Az adatátvitel egyik legnehezebb követelménye a pontossági igény. Ez jól jellemezhető, ha az átlagos gépíró pontosságát és a számítógép pontosságát szembeállítjuk. Az átlag gépíró átlagosan minden oldalon vét egy betűhibát, ami 10^{-3} pontosságnak (hibaaránynak), azaz 1000 betűnként egy hibának felel meg. Ezzel szemben áll a számítógépek 10^{-10} (tízmilliárd betűnként egy hiba) vagy még nagyobb pontossága. A hírközlés az adatátviteli rendszerekben többnyire gépi berendezések között történik (1. ábra) és végső feldolgozást az ember csak a számítógépek után végez. A rendszerben dolgozó szalagolvasó és hasonló berendezések (pl. a Siemens T 100 távgépíró) $10^{-7}—10^{-9}$ megbízhatóságúak, ugyanakkor az átviteli utak ennél lényegesen rosszabbak, sokszor a gépelő fenti adatait megközelítő hibabiztonságot sem érik el. Ezért szükségesek azok a közbenső adatátviteli berendezések, melyek ezt a nagy hibamennyiséget a megengedhető szintre csökkentik. A cél elsősorban az, hogy a feldolgozáshoz az adatokat megfelelő minőségben szolgáltassuk, ehhez a számítógépnél alig kisebb pontosság lenne szükséges. Ez túlzott követelmény lenne, mert a komplex rendszerek megbízhatóságának fokozása a berendezések előállítási költségeit erősen növeli. Ugyanez áll az adatátvitel hibamentességére is és ezért a teljes adatközlő rendszer pontosságát valószínűleg 10^{-5} és 10^{-7} értékek körüli kompromisszumos megoldás fogja jellemezni.

Másik fontos minőségi követelmény az adatátvitel időigénye. Az átvitt adatok mennyisége, és az adatok feldolgozására fordított idő megszabja az alkalmazható sebességeket. Kisebb adatmennyiségek esetén a táviratozás 6,7 betű/mp sebessége megfelelő. Nagyobb adatmennyiségek rövidebb időn belüli átvitelének követelményét távbeszélő csatornákon megvalósítható 100—300 betű/mp teljesítményű közepes sebességek elégítik ki. Ezeknél alkalmazhatók a számítógépek leolvasó és rögzítő berendezései és különleges adatátviteli közbenső berendezések. Előfordulhatnak ennél nagyobb sebességű különleges igények is, amelyek még a távbeszélőnél is szélesebb frekvenciasávot igényelnek, sőt megvalósítottak olyan adatátvitelt is (elektronikus számítógépek közvetlen összekapcsolására), mely egy televízió átvitelnek megfelelő csatorna kapacitásával rendelkezik.

A CCITT adatátvitelre vonatkozó legújabb V10., 21. és 22. sz. ajánlástervezetei a kis és középsebességekre már szabványos értékeket tartalmaznak. Ezek: Telex hálózatban 5-ös start-stop kód alkalmazása mellett 50 Bd, távbeszélő hálózaton történő adatátvitelnél a V21 ajánlás szerint a kis sebesség felső határa 200 Bd. (Itt meg kell jegyezni, hogy a CCITT IX. tanulmányi bizottsága az 50 Bd telex sebesség mellett 100 és 200 Bd lépcsőket állapított meg.) Távbeszélő hálózaton létesített bináris adatcsatornára viszont a V22 ajánlástervezet a felhasználó tetszésétől függően 600 vagy 1200 Bd modulációs sebességet javasol.

A szokásos hírközlési formáktól eltérően az adatát-

vitelben valószínűleg nem lesz szükség 24 órás folytonos üzemre, de meghatározott időközökben esetleg igen gyors kapcsolásokat kell lehetővé tenni. Az esetek egy részében — különösen kezdetben — az adatátvitel a távíróhoz hasonlóan várakozásos rendszerben is megvalósítható. Ezenkívül az adatátvitel egy része begyűjtés jellegű, tehát egyirányú vagy azonnali választ nem igényel, más része viszont feltétlenül egyidejű kétirányú forgalmat követel meg. Az itt elmondott követelmények a szolgálat megszervezése szempontjából jelentősek.

Különleges követelmény az adatátvitellel szemben, hogy megfelelően illeszkedjék nemcsak a hírközlés eddigi rendszereihez, hanem az adatfeldolgozó berendezésekhez és rendszerekhez. Az illesztés kérdése azért is lényeges kérdés, mert kihat a gazdaságosságra, a jó kihasználhatóságra. Ez annyira lényeges szempont, hogy az adatátvitel tervezése elsősorban hatékonyságra történik.

Az adatátviteli rendszer jellemzőbb forgalmi és műszaki követelményeit a távbeszélő és távíró rendszerekkel összehasonlítva a fentebb már hivatkozott 1. táblázat mutatja [1].

A jelenlegi távbeszélő és távíró csatornák adatátviteli tulajdonságai

Bár az egészen nagyigényű adatátvitel biztosításához feltétlenül szükséges lesz speciális — adatátvitel céljára kifejlesztett — csarornák kiépítésére, mégis az átlagos adatátviteli feladatok céljaira elsősorban a meglevő távközlő hálózat átviteli útvonalai és berendezései jönnek számításba. Mind a távíró, mind a távbeszélő hálózatok jól kiépített nagyszámú áramkörnyalábbal és céljaiknak megfelelő központi hálózattal rendelkeznek. Ezek az áramkörök azonban a szokásos távíró és távbeszélő követelményekre és előírásokra vannak méretezve, és kérdéses, hogy mennyire alkalmasak az adatátvitelre. Mindenütt, ahol az adatátvitel igénye felmerül, szükséges a hálózatok ilyen irányú vizsgálata. Minden távközlési igazgatást elsősorban és végeredményben az érdekel, hogy az adatátvitelre kijelölt telex vagy távbeszélő hálózatokon a digitális információk milyen hibaaránnyal vihetők át. Ezt mérésekkel állapítják meg. A mérés elve általában az, hogy a csatorna adóoldalán az átvitelre kerülő információknak megfelelően összeválogatott vizsgáló jeleket adnak s a vevőoldalon megérkező jeleket az áramkörbe beadott vizsgáló jelekkel összevetik. Ha a vett és adott jelek között eltérés van, azt hibaként feljegyzik. A hibákat, azok csoportosulását és okait elemzik. A vizsgálatok végezhetők:

a) hurokban, amikor az adó- és vevőberendezés azonos végállomáson van;

b) végpontok között, amikor az adó- és vevőberendezés különböző helyen van.

Az első esetben könnyebb, a második esetben nehézkesebb a mérés, de az utóbbi áll közelebb az üzemi állapothoz, ezért lehetőleg ezt a módszert kell választani. Távbeszélő csatorna vizsgálata esetén problémát jelent, hogy az közvetlenül nem alkalmas digitális jelek átvitelére. Ebben az esetben a mérőberendezést a digitális és bináris csatorna kialakításához szükséges egységgel is ki kell egészíteni. Az ilyen modern egység műszaki adatait kis- és középsebességekre a CCITT legújabb V21 és V23 ajánlástervezete már tartalmazza.

A CCITT első adatátviteli tanulmányi kérdései és megfontolásai a fenti hálózat-felmérési kérdésre vonatkoztak és már a „Vörös könyv" VII. kötetében, de az azóta megjelent dokumentumokban is sok adat került nyilvánosságra az egyes országokban végzett hibaarány mérésekről. Az így begyűjtött adatok alapján a Special A. tanulmányi bizottságban azt a következtetést vonták le, hogy a CCITT ajánlásainak megfelelően kialakított 50 Bd sebességű távíró csatornán az alábbi átlagos minőségek várhatók:

A valószínű hibaarány:

a) pont-pont közötti összeköttetéseken elemi jelekre: $1-2.10^{-5}$

betűkombinációkra: $1-8.10^{-5}$

b) kapcsolt hálózatokban elemi jelekre: $1\text{-}2.10^{-5}$

betűkombinációkra: $4-5.10^{-5}$

A valószínű hibamentes időszak: 1 óra

A hibacsomók valószínű alakulása:

egyes hibák alkotják az összes hibák	50—60%-át
két hibából álló csomó	10—20 %
három hibából álló csomó	3—10 %
négy hibából álló csomó	2—6 %

A CCITT által közölt fenti adatokkal kapcsolatban azonban meg kell jegyezni, hogy azok meglehetősen optimisztikusnak látszanak és a jelenlegi hálózatok számára legfeljebb elérendő célkitűzésnek tekinthetők. A valóságos helyzetet ugyanis sokkal jobban megközelíti az 1. táblázat távíró összeköttetésekre vonatkozó hibaarány adata, amely az összeköttetések átlagára 10^{-3} értéket ad meg. Ez majdnem két nagyságrenddel gyengébb a CCITT által megadott várható eredménynél és jelenleg még a teljesen kábeles jól karbantartott hálózatok nagyrészére sem kisebb a hibaarány 10^{-4} értéknél. Ez a bizonytalanság is azt mutatja, hogy az adatátviteli szolgáltatások bevezetésénél akár távíró, akár távbeszélő hálózaton, akár valamilyen szélesebb sávú nagy sebességre alkalmas rendszeren történjék is az átvitel, nem nélkülözhető a hálózatok hibaarányának vizsgálata.

A nyers hibaarány adatokon kívül természetesen szükség lenne azoknak a tényezőknek az ismeretére is, amelyek a hibaarány romlását okozzák, mert a hírközlő csatornákból felépített alaphálózatok minősége ezek ismeretében javítható. A hibaarány és a hírközlő hálózatok átviteltechnikai paraméterei közötti pontos összefüggések azonban egyenlőre még ismeretlenek. Az azonban ismert, hogy egyes átviteltechnikai, jellemzők illetőleg, zavarok a hibaarány alakulására különösen nagy befolyással vannak. Ezek: az impulzus zavarok, a csatorna megszakadások, szintugrások, fázisugrások, az áramkörök frekvenciamenete, fázistorzítások stb. Ezek-

nek a jellemzőknek, illetőleg a hibaaránnyal való összefüggésüknek kutatása nemzetközi méretekben folyik. A kutatási munka nagyrészt még a megfelelő egységes méréstechnika kialakításánál tart.

Az adatátviteli jellemzők javítása

Ha az előző két fejezet végeredményét összevetjük azt látjuk, hogy az átlagos adatközlő rendszer pontossági igénye még kompromisszumos értéket figyelembe véve is valahol 10^{-5} és 10^{-7} érték között lesz, míg a jelenlegi hálózatok általában ennek az értéknek az alsó határát sem érik el. Az adatátvitel kézenfekvő technikai feladata tehát abból a tényből következik. Olyan hírközlő csatornákat és közbenső adatátviteli berendezéseket kell megvalósítani, amelyek ennek a 2—3 nagyságrendet (esetleg többet) kitevő különbségnek az áthidalására képesek.

A hírközlő csatorna kialakításával kell teljesíteni az adatátvitel sebességi követelményeit és megfelelő modulációs eljárással, kiegyenlítők alkalmazásával, karbantartással stb. javítható az átvitt jelek hibaaránya is.

A távíró és távbeszélő csatornákon lebonyolított kis- és középsebességű adatátvitel követelményeinek biztosításáról, amint fentebb már említettük, a CCITT ajánlásokat és ajánlástervezeteket is kidolgozott. Ha a kis sebességű adatátvitel (50 Bd) a telex hálózatokon megy végbe, a sebességi azaz sávszélesség követelmények a CCITT előírásai szerinti VT csatornában adottak, a nagyobb zavartűrés érdekében frekvenciamoduláció alkalmazása kívánatos. Távbeszélő csatornán történő átvitel esetén, ha az adatátvitel sebessége 50 Bd-nál nagyobb, de legfeljebb 200 Bd, akkor a fentebb már említett V21 ajánlástervezet szerint a digitális átvitelnél célszerű a bináris frekvenciabillentyűzés használata. A 300—3400 Hz beszédsávban két ilyen adatátviteli csatorna helyezhető el. A csatornák frekvencia kiosztását a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat

A csatorna megjelölése	Névleges vivőfrekvencia F_O = ...Hz	A 0 szimbólum névleges frekvenciája F_Z = ...Hz	Az 1 szimbólum névleges frekvenciája F_A = ...Hz
1	1080	1180	980
2	1750	1850	1650

Az egyes frekvenciák a modulátor kimenetén mérve max. ± 6 Hz-zel térhetnek el a táblázatban feltűntetett névleges értéktől. A vonalon maximálisan további ± 6 Hz frekvenciaeltolódás engedhető meg, így a demodulátornak ± 12 Hz tűréssel kell bírnia a frekvencia eltolódásokkal szemben.

További kissebességű rendszerre vonatkozó ajánlás-tervezetek kidolgozása folyamatban van. Ezek közül legfontosabb a parallel többfrekvenciás rendszer, melynek több megvalósítása már nagy sorozatba dolgozik a nyilvános távbeszélő hálózatokon (DATAPHONE-berendezések).

A közepes sebességű 600/1200 Bd adatátviteli csatorna szintén frekvenciamodulált. Mellette a hibaszabályozás céljára alkalmazható egy 75 Bd sebességű, ún. visszatérő csatorna. A frekvenciakiosztást a 3. táblázat mutatja.

3. táblázat

A csatorna megjelölése	Névleges vivőfrekvenciája F_O = ... Hz	A 0 szimbólum névleges frekvenciája F_Z = ...Hz	Az 1 szimbólum névleges frekvenciája F_A = ... Hz
A_1 max 600 Bd	1500	1700	1300
A_2 max 1200 Bd	1700	2100	1300
Visszatérő csat. 75 Bd	420	450	390

Az A_1 vagy A_2 eset alkalmazása az előfizető tetszésére van bízva, de nyilvánvaló, hogy pl: hosszú terhelt kábelszakasz esetén, vagy ha pl: 2000 Hz körüli jelvevők vannak a vonalon, akkor csak az A_1 üzemmódot lehet használni. A frekvenciatűrés az A_1 és A_2 névleges frekvenciákra ± 15 Hz, a teljes csatornára (modern + alapáramkör) ± 21 Hz. A visszatérő csatorna tulajdonképpen VT csatorna, így erre az R25 CCITT ajánlás előírásai vonatkoznak.

Nagyobb adatátviteli sebességek esetén szélesebb sávú csatornákra van szükség. E csatornák adataira ma még nincsenek egységesen kialakított javaslatok, azonban nagyobb (pl. 8—16—48 kHz) sávszélességek esetén is négyhuzalos áramkörökre lesz szükség és gondoskodni kell a futási időkülönbségek kiegyenlítéséről.

A szokásos hírközlő áramkörökön elérhető hibaarányt nagymértékben befolyásolja a bekapcsolt automata központok száma. A tapasztalat azt mutatja, hogy a jelenlegi elektromechanikus központi rendszerek a választógépek rázkódása, induktív áthatások, por stb. miatt a digitális átvitelre káros rövid ideig tartó zavart (megszakítást, elhalkulást, zavaró impulzust) termelnek.

A fentiekből kitűnik, hogy a jelenlegi távíró és távbeszélő hálózatok adatátviteli tulajdonságai csak bizonyos határig javíthatók. A szükséges adatátviteli biztonságot tehát a hálózatok javításával egyedül elérni nem lehet. Szükséges tehát, hogy az adatátvitel a hibafelismerésre és hibaszabályozásra megteremtse saját eszközeit.

A közbenső adatátviteli berendezések biztosítják az adatátvitel saját hibavédelmét. Ezek végzik a szükséges kiegyenlítést a vonalon folyó átvitel és a végberendezések működési sebességei között. A vonalon folyó átvitel sebessége általában a nagyobb, mert a tényleges információ átvitelén kívül szükséges olyan többletjelzések átvitele is, amelyek a berendezések megfelelő működését (szinkron és start-stop jelek, különleges beállítójelek, szolgálati és felügyeleti jelzések, berendezések ki- és beiktató jelzései), valamint a hibavédelmet szolgálják (ismétlőjelek, ismételtető és egyéb visszajelzések, megkülönböztető jelek új és ismételt információ között, jelvédő többletjelek). A közbenső adatátviteli berendezés főfunkciója a hibavédelem. A hibavédelmet sokféleképpen lehet megvalósítani, ezek közül néhányat a 4. táblázatban foglaltunk össze.

4. táblázat

Kódolatlan:	Ismételt adás: Kétszeres adás visszajelzéssel
	Legalább háromszoros adás többségi döntéssel
Kódolt:	Hibajelző kód visszajelzéssel
	Hibajavító kód: egyszeres vagy többszörös hibára vagy hibacsomóra
	Hibajelzés és javítás együtt visszajelzéssel
Visszajelzés	Döntés visszacsatolás: szövegellenőrzéssel (döntés a vevőben) zavarellenőrzéssel
	Tükrözés: teljes tükrözés (döntés az adóban) részleges tükrözés

Az átvitel a feladattól függően tartalmazza legtöbbször a visszirányú csatornát. Nyilván ott, ahol nincs idő a hibás szövegek javítására vagy csak a hiba felfedése szükséges, egyirányú átvitelt alkalmaznak. Ennek feltétlen hátránya, hogy az adóoldali berendezés és kezelője a vételről, a vétel helyességéről semmilyen információval nem rendelkezik. Csak visszajelzés vagy szimultán kétirányú információ továbbítás esetén informálható az adó a vételről.

A vétel helyességének megállapítása a használt jelek megválasztásában korlátozó feltételekre vezet. Ahhoz, hogy információt tudjunk átvinni eleve követelmény, hogy minden megkülönböztetendő számnak, betűnek, írás- vagy logikai jelnek megkülönböztethető villamos jelalak feleljen meg. Ezeket úgy kell kialakítani, hogy egymástól és zajtól is a legjobb megkülönböztetést kapjuk. A gyakorlatban azonban ezeket úgy valósítják meg, hogy két vagy több elemi jel meghatározott számú kombinációit feleltetik meg a betűknek. Ezt a megfeleltetést nevezzük kódnak. A távírótechnikában használt CCITT által szabványosított N° 2 kód 5 elemi jel hosszúságú, és mind a $2^5 = 32$ kombinációt kihasználja. Könnyen belátható, hogy bármely elemi jel helytelen felismerése más kombinációt, más betűt jelent. Így ez a kód nem alkalmas arra, hogy a hamis vételt felismerjük. Éppen ezért olyan kódot kell alkalmaznunk, melyben a szükséges kombinációk számánál nagyobb számú elemi jel van, és így a *lehetséges kombinációk* mellett *meg nem engedett* kombinációk fellépése azonnal mutatja az átvitel hibáját. Pl. a CCITT által rádiótáviratozáshoz szabványosított ARQ kódban 7 elemi jel van, melyek ugyancsak kétállapotúak, de a két állapotbeli jelek egy kódon belül állandó 4:3 arányban vannak. Így bármely vett kombináció akkor okoz hamis vételt, ha a 4:3 arány „visszatér", amit csak páros és egymást kiegészítő elemijel-hiba okozhat. A kódkombinációk száma $2^7 = 128$, de a kód ebből csak $\binom{7}{4} = \binom{7}{3} = 35$ kombinációt használ fel, mint *lehetséges* azaz *értelmes* kombinációt.

A fenti ARQ-kód csak hibafelismerést tesz lehetővé, de a hiba behatárolását és javítását már nem. Ezt ennél bonyolultabb kódokkal végzik. A javítást az ARQ (automatikus visszaismételtető) rendszerben a felismert hibák visszakérdezése és ismétlése útján végzik. Ez már elég bonyolult berendezést tesz szükségessé, ezért néhány helyen kialakult az a szokás, hogy minden különbösebb javító és visszajelző rendszer nélkül a teljes eredeti (pl. távíró kódbeli) szöveget többször megismétlik adáskor. Kétszeres adás esetén ez a két adásbeli különbség felismerését teszi csak lehetővé, legalább háromszor kell megismételni a teljes szöveget ahhoz, hogy „többségi döntés" útján határozzuk meg a legvalószínűbb adást. Így ezek az elemi rendszerek igen nagy időtöbblettel dolgoznak.

Az ARQ vagy az azonos kód-osztályba tartozó úgynevezett *aránykódok* mind hibafelismerést tesznek csak lehetővé, de külföldi vizsgálatok szerint 1000—10000-szeres javulást biztosítanak visszaismétléssel kiegészítve. Ehhez a javítási módszerhez más bizonyos (3—4 betűs) tárolás szükséges, mégha betűnkénti adásismétlés történik is.

Ezeknél lényegesen bonyolultabb kódokat fejlesztettek ki az utóbbi időben. A hosszú blokkokra kiterjedő ciklikus kódok vagy a bonyolultabb szövevényes kódok alkalmazásával 10^{-8} vagy jobb adatátvitel könnyen megvalósítható. Ezek a kódok nagy követelmények kielégítésére képesek, azonban elég drága berendezést tesznek szükségessé. A kódok hossza általában 10—500 bit között van, a kód képességei viszonylag kis veszteséggel (időkieséssel) a hosszú kódoknál fokozhatók jobban, ugyanakkor ezek nagy tároló kapacitást és bonyolult logikát igényelnek. A kód hosszával így rohamosan nő a berendezések előállítási költsége, melyet még fokoz a nagy megbízhatósági igény. A legfontosabbak a szisztematikus-ciklikus kódok.

A kódolással kialakított védelem azonban csak a közbenső adatátviteli berendezések között biztosít védelmet az átviteli hibákkal szemben. Hogy a védel-

5. táblázat

	Vevő áramkörökből	Dekódoló vagy szelektor áramkörökből	Rögzítés után
Nyomtató működésben	A kiválasztó mágnesekbe befolyó áram közvetlen tükrözése	A rögzítés beállításának mechanikus vagy elektromechanikus érzékelése és visszaalakítása vonaljelzéssé	A nyomtatott szöveg újraolvasása és visszaalakítása vonaljelzéssé
Lyukasztó működésben			A lyukasztás visszaolvasása beépített leolvasóval
Mágneses rögzítésnél	A vevőbe befolyó áram közvetlen tükrözése	Azon kódáram visszaalakítása, amely a rögzítő fejbe befolyik	A rögzített jelek visszaolvasása külön fejjel

met a leolvasó és rögzítő berendezésekre is kiterjesszük, a tükrözési módszert alkalmazhatjuk. Az 5. táblázat teljes tükrözéses formában mutatja a védelem ilyen kiterjesztett formáját. Ezek a megoldások a hibavédelem kiterjesztését nem feltétlen kapcsolják a vonalon folyó átvitel védelméhez. Így lehetővé válik a vonalak jellemzőihez alkalmazkodó vonali védelem és a végberendezések hibaviszonyaihoz alkalmazkodó védelem gazdaságos összhangjának megteremtése.

Az elmondottak keresztmetszetét adják az adatátvitel problematikájának. Az adatátviteli igényfelmérések és a technikai fejlődés azt mutatják, hogy az átvitelre kerülő adatmennyiség világszerte rohamosan nő és sürgeti a nyított kérdések megoldását. Az egyes intézmények céljaira szolgáló adatátviteli szolgáltatások mellett mindenütt fellép a kiterjedt adatátviteli hálózatok létesítésének szükségessége. Ez különösen a szocialista gazdasági szervezés szempontjából jelentős. Az ezirányú szervező és kutatómunka hazánkban is megindult és kiterjed a hírközlő hálózatok felmérésére az adatátviteli rendszerek kutatására, a céljainknak legjobban megfelelő gazdaságos rendszer kiválasztására, valamint az új szolgáltatás szervezési kérdéseire is.

IRODALOM

1. *Litchman:* The future of digital Communication. IEEF. Transactions on Communication Systems Vol CS—11. No 2. 1963. June pp 149—158.
2. *CCITT. COM. Sp. A. No. 92-E.* 1963. Oct. 18. Reporton meeting, held in Geneva 23. Sept — 4. Oct. 1963.
3. *CCITT.* Vörös Könyv. VII. Kötet. Távíró technika és adatátvitel. 1961.
4. *Levine:* Large scale ON-LINE data processing systems. Communication and Electronics. No. 57. 1961. Nov. pp 505—508.
5. *Yates:* The cost of Data Transmission. British Communication and Electronics. 1962. June, pp 420—426.
6. *Peterson:* Error Correcting Codes. MIT Technology Press. 1961. 285. lap.
7. *Henkler:* Einführung in die Theorie und Technik der Datenübertragung. IPF Hefte No. 75. 1961.
8. *Henkler:* Zur Definition einiger Begriffe der elektrischen Datenübertragung. Informationsheft des IPF. 1963.
9. *OMFB:* Adatátviteli hálózat kiépítésének műszaki problémái. Tanulmány. Budapest 1963.

Megbízhatósági szimpozium

Egyesületünk a Magyar Tudományos Akadémia és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatásával nemzetközi szimpoziumot rendez „Megbízhatóság az elektronikában" címmel, 1964. október 27—29. között a Technika Házában.

A szimpozium híradástechnikai és elektronikai alkatrészek, szerelvények, készülékek és berendezések megbízhatósági problémáival foglalkozik. Mintegy 65 előadást irányoztak elő az alábbi négy szekcióban;

Elméleti kérdések
Passzív alkatrészek
Aktív alkatrészek
Készülékek és berendezések

Az előadások kb. 1/3 részét külföldiek, éspedig mind a szocialista tábor országaiból, mind nyugati országokból érkező szakemberek tartják.

Az előadások szövege magyar, német és orosz nyelven sokszorosítva megjelenik, és a résztvevők között szétosztják.

A megbízhatóság megjavítása világszerte a híradástechnika és elektronika legidőszerűbb problémái közé tartozik. Érthető tehát, hogy a szimpozium iránt mind belföldön, mind külföldön nagy érdeklődés mutatkozik.

IMEKO—I & M konferencia Stockholmban, 1964. év szeptember 14—19. között

Az IMEKO 1958-ban és 1961-ben Budapesten tartott I. és II. konferenciája a szakkörök egyre növekvő érdeklődését keltette fel, és ezért az IMEKO Állandó Nemzetközi Előkészítő Bizottsága elhatározta, hogy elfogadja a svéd szervezet meghívását és megrendezi 1964 szeptemberében az IMEKO III. konferenciáját, egyidejűleg a hatodik „Műszerek és Mérések" (I&M) konferenciával.

A III. IMEKO — VI. I&M konferencia programján szereplő előadások teljes üléseken és az alábbi öt szekció ülésén fognak elhangzani:

A — Mechanikai mérések és mérőműszerek
B — Gyártási eljárásokkal kapcsolatos értékek mérése, a határterületek kérdései
C — Az elektrotechnika, elektronika és rokonterületek méréstechnikája és mérőkészülékgyártása
D — Az I&M külön szekciójában: „Szabályozástechnika"
E — „A világűrben alkalmazott méréstechnika határterületei" c. téma megtárgyalása

Egy-egy előadás időtartamát 10 percre korlátozták, az előadást követő vita 20 percig tarthat. Az előadások teljes szövegét kinyomtatva előzetesen a résztvevők rendelkezésére bocsátják.

Az IMEKO megszervezésében, irányításában és eddigi tevékenységében a magyar szakemberek vezetőszerepet játszottak. A stockholmi konferenciáról lapunk rövid beszámolót fog közölni.

HALÁSZ EDIT
Budapesti Műszaki Egyetem
Vezetékes Híradástechnika Tanszék

A híradástechnikai mérnökök egyetemi képzésének néhány kérdése

ETO 378.962.139 : 371.214(47 : 439)

A híradástechnika hatalmas tempóval fejlődik mind elméleti, mind pedig gyakorlati téren. Ugyanakkor a híradástechnikai mérnökök képzésének jelenlegi rendszere egyáltalán nem felel meg a tudomány és termelés követelményeinek. Az oktatás színvonala mintegy 10—15 év előtti műszaki színvonalhoz igazodik. E színvonalnak nemcsak a módszere, hanem a tartalma is nagyon eltér a jelenlegitől. Amíg a kutatóintézetek és a híradástechnikai ipar az utóbbi idők tudományos vívmányait gyorsan felhasználja, az egyetemi oktatás nem követi a tudományos fejlődés ütemét. Égetően sürgős probléma rendezni ezt az elmaradást, hiszen az egyetemen szerzett tudás az iparban igen rövid idő alatt termelő erővé válik, s ezzel még előbbre vihetné a korszerű híradástechnika kiterjesztését, felhasználását az élet minden területén.

Jelen cikk a híradástechnikai mérnökök egyetemi képzésének csak szakmai tárgyaira vonatkozik.

A szovjet Rádiótechnika 1963. májusi számában I. G. Kljáckin, E. P. Dementyev, M. SZ. Nejman három cikket közölt a híradástechnikai mérnökök korszerű képzésének szovjet problémáiról. A cikkekben felvetett javaslatok, útmutatások magyar viszonylatban is érdeklődésre tarthatnak számot. A hazai híradástechnikai ménökképzésben is oktatási reform bevezetése vált szükségessé. Az új tanterv kidolgozásakor igen sok probléma merült fel. Elöljáróban a fent említett szerzők ezen témával kapcsolatos viták során kialakult korszerű álláspontját ismertetjük.

Javaslatok a Szovjetunióban

Célszerű megvizsgálni a híradástechnikai ipar fejlettsége és a híradástechnikai egyetemi oktatás elmaradottsága között fennálló igen nagy ellentét főbb okait:

1929-ig nem beszélhetünk híradástechnikai képzésről, hiszen az egységes rádiótechnikai tárgyak és az elektromágneses hullámokkal foglalkozó előadások csak speciális részét képezték az elektrotechnikai oktatásnak. A 30-as évektől kezdve következett ugrásszerű fejlődés — mely mint utóbb kiderült — napjaink híradástechnikai oktatásának visszahúzó erejét képezi.

A 30-as években fokozatosan kimaradtak a híradástechnikai szakképzésből az erősáramú mérnökök profiljához tartozó tantárgyak. Ugyanakkor új tárgyak keletkeztek, melyek abban az időben igen haladó jelleget képviseltek, mint pl.: rádióadástechnika, rádióvételtechnika, impulzustechnika, antennák. Ezek a tárgyak idővel rettenetesen felduzzadtak. A nagy terjedelmű, két félévet meghaladó tárgyak előadása igen célszerűtlen, mert megzavarja a diákokat s így csökkenti tudásuk alaposságát. A szűk tárgyak előadói önállóságra törekedve túlterhelték tárgyaikat elemi és részben szükségtelen sekély elméletekkel. Emellett a gyorsan fejlődő híradástechnika újabb és újabb tárgyak létrehozását sürgette, Egy kulcsponti kérdése az oktatás korszerűsítésének. hogy a tárgyak oktatói fejlődjenek. Ne ragaszkodjanak az elavult tárgyaikhoz s olyan tárgyakhoz, amelyek nem tartoznak a modern híradástechnikai oktatáshoz, még akkor sem, ha önmaguk a műszaki élet területén ilyen témával foglalkoznak is.

Figyelembe kell venni azt is, hogy ha lépést is akarnak tartani az oktatók a fejlődéssel 3—4 év feltétlenül szükséges ahhoz, hogy a kutatóintézetekben és a korszerű híradástechnikai berendezéseket gyártó üzemekben kialakult tevékenységek a tantárgyakba kerüljenek.

Az új tárgyak bevezetésénél ügyelni kell arra, hogy a híradástechnika területén előforduló közös folyamatok ne szerepeljenek több tárgy tematikájában.

Az új tantervben el kell hagyni, illetve le kell rövidíteni azokat a tárgyakat, amelyek nem kifejezetten híradástechnikai vonatkozásúak és olyan tantárgyakat kell helyettük bevezetni, amelyek a jelen és jövő híradástechnikájában jelentősek.

Tekintsük át a híradástechnika fejlődésének főbb területeit.

Előtérbe került az ultranagyfrekvenciás vákuumelektronikus és félvezető eszközökkel működő rádióadó berendezés fejlődése, egyéb félvezető eszközök, a mikrohullámú technika, az információ elmélet, a világűr elektronikája, a mikrominiatürizálás, a kvantumelektronika, antennák, tápvonalak, kis- és nagyteljesítményű rádióadóberendezések, impulzustechnikai berendezések, rádiólokáció, molekuláris generátorok, optikai és infravörös tartományú erősítők, sokcsatornás berendezések és nem utolsó sorban a számológépek fejlődése.

A fenti szakterületek gyorsütemű fejlődésének eredményei, az új tudományos elméleti meggondolások publikálása a szakfolyóiratokban történik. Óriási hiba az, hogy mindez ideig a folyóiratok használata nem szerepelt az egyetemi tantervben. Az egyetemi oktatás egyáltalán nem használta fel ezt a fejlődést nagyban előmozdító tényezőt. Nem várható el, hogy az iparba kikerült mérnökök folyóiratok olvasásával segítsék elő speciális témakörük fejlődését, vagy bővítsék szakmai látókörüket, ha az egyetemi képzésük

során nem voltak hozzászoktatva szakfolyóiratok olvasásához, használatához. Ezt indokolja az a tény is, hogy a tudományos folyóiratok jellege nagymértékben különbözik a tantárgyak tematikájától. Viszont a mérnökképzés fő szempontja — az önálló alkotómunkára felkészítés — nem képzelhető el folyóiratok, katalógusok ismerete és a műszaki irodalom kiválasztásának és elsajátításának képessége nélkül.

A tantervet úgy kell összeállítani, hogy ne külön tárgyként, hanem egy szaktárgy anyagrészeként legyenek előírva azok a tárgyak, amelyek nem alapvető fontossággal rendelkeznek a híradástechnikus mérnökök számára. Pl.: Az elméleti mechanikáról szükséges tudnivalók a fizika tárgyban szerepeljenek. A kémia szükséges ismeretanyagát a villamosipari anyagok technológiája tartalmazza.

A híradástechnika képzést szilárd korszerű alapokra kell helyezni. A képzésnek magába kell zárnia az alapvető mérnöki tárgyakat, fakultatív tárgyakkal, diplomázás előtti szakmai gyakorlattal és diplomatervezéssel kell végződnie. Az egyetemi oktatási idő továbbra is öt év maradjon.

Mielőtt a szaktárgyak oktatásáról szólnánk, rá kell mutatni az alapozó tárgyak oktatásának területén szükséges változtatásokra.

Ésszerű szakoktatás csakis alapos matematikai, fizikai felkészítés után lehetséges.

A matematikai tárgynak a következő témakörökkel kell foglalkoznia: 1. bevezetés az analízisbe; 2. differenciál és integrálszámítás, közönséges differenciálegyenletek; 3. analitikus és differenciálgeometria; 4. vektoranalízis és mátrix számítás; 5. parciális differenciálegyenletek, és speciális függvények; 6. valószínűségszámítás és sztochasztikus folyamatok elmélete; 7. Furier-integrál és sor stb.

A matematika előadások színvonalát emelni kell, mert jelenleg a tudományegyetemek fizika szakos hallgatói lényegesen jobb képzésben részesülnek. Az eddigi lemaradás lényeges oka az, hogy a matematika oktatás a műszaki egyetemeken öt-hat féléven át tart, mivel nagy a tárgy. Ezért sokkal ésszerűbb felosztani külön tárgyakra, külön vizsgákkal, beszámolókkal. A felosztás történhet pl.: a fentiekben felsorolt tárgyakra. Ez lehetővé teszi azt is, hogy felemeljük ezen tárgyak előadásainak minőségét. Emellett lehetővé teszik a matematikai tárgyak nagymérvű időbeli összevonását párhuzamos előadásokkal és így előbbre lehet hozni olyan tárgyakat, mint pl.: az általános fizika, hálózatelmélet stb.

A híradástechnikai általános szaktárgyak oktatása négy előadás ciklus keretében történhet. Az előadások vázlatos programja, azok tartalma és helye a tantervben a következő:

1. Lineáris hálózatok

Elektromos hálózatok koncentrált és elosztott paraméterű elemekkel. Ezen hálózatokban stacionárius és tranziens üzemmódban bármilyen alakú (állandó, színuszos, periodikus, impulzus) gerjesztés hatására végbemenő jelenségek vizsgálata. Hálózatok analízise, szintézise. Lineáris automatikus szabályozási rendszerek, visszacsatolt lineáris rendszerek, erősítő berendezések és ezek tervezése.

Ezen témacsoport előadása a harmadik-negyedik és ötödik szemeszterben történik 350—400 órában.

2. Az elektronika alapjai

Rádiótechnikai jelek. Bármilyen alakú és többféle módszerrel létesített rezgés előállítása. Elektroncsöves, félvezetős eszközök. Nem lineáris és parametrikus áramkörök, impulzustechnika, impulzustechnikai áramkörök, nem lineáris és digitális automatikai rendszerek, öngerjesztés, instabilitás, negatív visszacsatolás, kvantumelektronika, rádióspektroszkópia.

Az előadás-ciklus a negyedik-ötödik és hatodik félévben 350—400 óra terjedelemben kerül előadásra.

3. Elektromágneses hullámok, műszaki elektrodinamika

Elektromosmezők elmélete, elektromágneses hullámok, rádióhullámok terjedésének klasszikus elmélete, hullámvezetők és üregrezonátorok, mikrohullámú elektromoskészülékek, elektromos energia sugárzása és vétele, antennák, tápvonalak.

Az előadás ciklus az ötödik-hatodik és hetedik félévben van 300—350 órában.

4. Híradástechnikai rendszerek

Statisztikus rádiótechnika alapjai, információelmélet, rendszerelmélet, optimális vétel, a rádióhullámok terjedésének statisztikus kérdései, hírközlőrendszerek, időosztásos, frekvenciaosztásos sokcsatornás összeköttetések, rádiórelévonalak, rádiólokáció, rádionavigáció, rádiócsillagászat, kozmikus rádióösszeköttetések alapjai.

Az előadássorozat a hetedik-nyolcadik szemeszterben foglal helyet 250—300 órában.

A fenti alapszaktárgyakon kívül ágazati jelleggel néhány szaktárgy javasolható. Ezeknek a tárgyaknak minden szakterület számára felhasználhatónak kell lennie. Ilyen tárgyak például rádióadóberendezések konstrukciója és technológiája, adóberendezések, vevőberendezések, elektromos számológépek. A szaktárgyak mennyiségét és fajtáit az ipar szükségletétől függően változtatni lehet. Az oktatásban szerepelhetnek pl.: olyan tantárgyak mint a híradástechnikai berendezések áramellátása, a televízió alapjai, elektroakusztikai berendezések stb. A szaktárgyak 300—350 órás előadás keretében a nyolcadik-kilencedik félévben foglalnak helyet. Ezen tárgyak vezetéséhez az iparban tevékenykedő mérnököket kell megnyerni.

A képzés utolsó szakasza a diplomázás előtti szakasz, amikor a hallgatók részére speciális fakultatív tárgyakat kell a tantervbe elhelyezni. Ezeket a tárgyakat nagy gyakorlati tapasztalattal rendelkező jó szakembereknek kell előadni.

Az 1. táblázat a híradástechnikai mérnökök képzésére javasolt tanterv tárgyainak felsorolását tartalmazza.

A felsorolásban szerepel néhány igen fontos és új tárgy, nevezetesen az elektromos számológépek, rendszerelmélet.

A számológépek jelentősége napjainkban a híradástechnikai ipar számára szinte felbecsülhetetlen, de a technika egyetlen területének előrehaladása sem képzelhető el az elektromos számológépek fejlődése nélkül. A számológépeknél a működés gyorsa-

1. táblázat

Sorszám	Tantárgy neve	Körülbelüli terjedelem relatív egységben
1.	Matematika	6
2.	Általános fizika	2—3
3.	Szabadkézi és műszaki rajz	1
4.	Műszaki mechanika	2
5.	Invariáns hálózatok elmélete	2
6.	Parametrikus és nem lineáris hálózatok elmélete	1—2
7.	Elektromágneses mezők elmélete	2
8.	Vákuumelektronika	1—2
9.	Félvezetős és kvantumelektronika	2
10.	Jelek elmélete	1
11.	Automatikai folyamatok elmélete	1
12.	Rádióanyagok és alkatrészek	1—2
13.	Rádiórendszerek áramellátása	2
14.	Rádiókészülékek technológiája	2
15.	Antennák és tápvonalak	2
16.	Rádióadóberendezések	2
17.	Rádióvevőberendezések	2
18.	Impulzustechnikai berendezések	1
19.	Elektromosszámológépek	1
20.	Rendszerelmélet	2
21.	Új problémák szerinti szaktárgyak	3—4

ságát kell fokozni, amely kapcsolatos a nanoszekumdumos video és nagyfrekvenciás impulzusok felhasználására való áttéréssel. Nem lehet úgy kibocsátani a híradástechnikus mérnököket, hogy ne tudjanak részletesen eligazodni ezen gépek programozásában.

A rendszerelmélet nemcsak a rendszer-tervező mérnökök számára fontos, hanem a rádiókészülékeket, adókat, antennákat, és más berendezéseket tervező mérnökök számára is. A rendszerelmélet ezen berendezésekkel szemben támasztott technikai követelmények megadásának módszereit vizsgálja. Ez a tárgy ugyancsak alapja lehet a rádiólokációs berendezésekkel, rádiótávirányító-berendezésekkel, rádióhírközlő-rendszerekkel foglalkozó tárgyaknak. Ennek a tárgynak a fejlődéséhez gazdag anyag áll rendelkezésre.

Azért, hogy a tantervben szereplő elméleti előadás sorozatok ne szakadjanak el a gyakorlati alkotótevékenységtől, mindegyik tárgynak laboratóriumi munkával, házifeladatokkal kell együttjárnia, és írásbeli beszámolókkal kell végződnie. Az évfolyamdolgozat, eltérően a hallgatóknak egyenként kiadott tervezési feladattól, csak számításokra és kapcsolási vázlatok kidolgozására szorítkozzék. Az előadásokon kerülni kell a könyvekben található témák elmondását. Lehetőséget kell biztosítani a diákok számára a folyóiratokban való eligazodáshoz, és támaszt kell adni az önálló alkotó munkához. A gyártási, berendezéstervezési feladatok modellek segítségével történnek. Az oktatásban igen jó hatásfokkal felhasználható a filmesítés.

Az 1. táblázat „Körülbelüli terjedelem relatív egységben" rovatában a tantárgyak viszonylagos terjedelme szerepel, melyek magukba foglalják az ismeretszerzés minden fajtáját (előadások, laboratóriumi foglalkozások, gyakorlatok stb.) az egyéni tervezési feladatokon kívül.

A számok, amelyek az egyes táblázat előbb említett oszlopában állnak, tekinthetők úgy is, mint a tárgyakból előírt vizsgák számai — kivéve azt az esetet, ha a tárgyból kötelező évközi beszámolók is vannak.

Az indítványozott tárgyak jegyzékéből hiányzik a gyengeáramú mérések tantárgya. Ez a körülmény ellenvetést váltott ki a rádióspecialisták körében. Azok a megfontolások, amelyek a célszerűségből kiindulva rádiómérési tárgy ellen szólnak a következők:

A tárgynak a következő kérdésekkel kellene foglalkoznia: 1. Gyengeáramú mérés valamely általános elvi kérdése; 2. A mérőberendezések mérési módszerének leírása; 3. Műszerek tervezése, konstrukciója. Azonban ezek a témakörök szerepelnek részint a rendszerelméletben, részint a hallgatók a tantárgyakhoz kapcsolódó laboratóriumi foglalkozásokon megszerzik a kellő gyakorlottságot a műszerek használatában, sőt ott a mérések megfelelő módszereit a konkrét technikai alkalmazással jobban lehet összehangolni.

Amint az eddigiekből kitűnik, az új tanterv célkitűzése, hogy általános elveket, elméleteket nyújtson a diákoknak, széles profilú híradástechnikus mérnököket képezzen. A szűkebb szaktárgyak bevezetése nem célszerű a következő alapvető okok miatt:

1. A híradástechnika minden területe nagy kölcsönhatásban fejlődött ki. Egymásra mély átalakító hatást gyakoroltak, illetve gyakorolnak, így a speciális szakember még saját szűk területén sem tekinthető teljes értékűnek. 2. A szűk szakterület problémáival munkahelyén amúgy is megismerkedik. 3. A tapasztalat azt mutatja, hogy nem lehet teljes mértékben figyelembe venni a fiatal híradástechnikai szakemberek szűk szakképzettségét a munkahelyekre történő elsődleges szétosztásnál. Természetesen szélsőségekbe esni sem szabad. Ennek elkerülése céljából szűk szaktárgyakat lehet beiktatni ágazati vagy fakultatív jelleggel. Hiszen a híradástechnika gyors fejlődése nem teszi lehetővé, hogy a korszerű híradástechnika teljes tudásismeretét elő lehessen adni a mérnökök képzésére szánt időben, mert ezt vagy a tananyag felületes áttanulmányozásával, vagy az oktatási idő meghosszabbításával lehetne csak elérni, ami teljesen észszerűtlen.

Az oktatási reform megalkotásánál számolnunk kell azzal, hogy a tanterv módosítása nagy erőkifejtést és sok időt igényel a professzoroktól, előadóktól. Sajnos, a fejlődéssel együttjáró szükségszerű tanterv-módosítás ellenkezik néhány tanszék érdekével, s így ezen tanszékek vezetői természetes ellenállást váltanak ki. Gyakorlatilag ez ahhoz vezet, hogy a híradástechnikus mérnökök sorsát nem híradástechnikai szakemberek döntik el.

A hazai reform-tanterv

Összehasonlítás céljából a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szak nappali tagozatán 1963 szeptemberétől bevezetett reform tantervet ismertetjük.

A 2. és 3. táblázatban a reform tanterv keretében előadásra kerülő tantárgyak jegyzéke és ezek teljes óraszáma található. A teljes óraszám magába foglalja az elméleti órák, a tantermi gyakorlati órák, a

tanulóköri gyakorlati órák, a laboratóriumi gyakorlati órák és a műhelygyakorlatok óráinak számát.

Az ötéves oktatás keretén belül a tárgyak körülbelüli időmegoszlása a következő:

Az első két év folyamán kerülnek előadásra: politikai gazdaságtan, orosz nyelv, testnevelés, matematika, mechanika, kémia, műszaki rajz, anyagtechnológia, finomechanika, fizika I., elektronfizika, villamosságtan, elméleti villamosságtan, izotóptechnika és bevezetés a híradástechnikai mérésekbe.

A harmadik évben kerül előadásra: filozófia, idegen nyelv, erősáramú ismeretek, hírközlés elmélet, híradástechnikai alkatrészek, lineáris hálózatok, elektroncsövek és félvezetők, tápvonalak és antennák, logikai kapcsolástan és erősítők.

A negyedik évben kerül előadásra: tudományos szocializmus, ipargazdaságtan, idegennyelv, erősítők, nem lineáris áramkörök, impulzustechnika, automatika, fizika II.

A negyedik tanítási évtől kezdődően a híradástechnikai szak hallgatói négy ágazatra oszlanak. Mind a négy ágazat számára közös az utolsó félévi munkavédelem előadás. A 3. táblázatban feltüntetjük az ágazatok negyedik és ötödik évben szereplő tárgyait.

A 4. táblázatban az egyetemi oktatás szerves részét képző szakmai gyakorlatok beosztása található.

2. táblázat

Sorszám	Tantárgy megnevezése	A tágy öszóraszámas
1.	Politikai gazdaságtan	135
2.	Filozófia	90
3.	Tudományos szocializmus	90
4.	Ipargazdaságtan	60
5.	Üzemgazdaságtan	60
6.	Orosz nyelv	120
7.	Idegen nyelv	120
8.	Testnevelés	60
9.	Matematika I.	480
10.	Matematika II.	90
11.	Mechanika	240
12.	Kémia	75
13.	Műszaki rajz	120
14.	Anyagtechnológia	135
15.	Finommechanikai elemek	105
16.	Fizika I.	180
17.	Elektronfizika	60
18.	Villamosságtan	135
19.	Elméleti villamosságtan	120
20.	Izotóptechnika	45
21.	Bevezetés a híradástechnikai mérésekbe	30
22.	Erősáramú ismeretek	90
23.	Hírközléselmélet	60
24.	Híradástechnikai alkatrészek.	90
25.	Lineáris hálózatok	180
26.	Elektroncsövek és félvezetők	210
27.	Tápvonalak és antennák	105
28.	Logikai kapcsolástan	75
29.	Erősítők	210
30.	Nem lineáris áramkörök	90
31.	Impulzustechnika	90
32.	Automatika	90
33.	Fizika II.	45
34.	Munkavédelem	30

3. táblázat

Sorszám	Tantárgy megnevezése	Tantárgyak összóraszáma
	Műsorközlőágazat tárgyai	
35.	Mérés	90
36.	Műszaki akusztika	75
37.	Rádió és televízió technika	150
38.	Jelrögzítés	60
39.	Digitális technika	60
40.	Mérések és műszerek	90
41.	Készülékek szerkesztése	90
42.	Fakultatív tárgyak	60
43.	Diploma tervezési idő	450
44.	Államvizsga 3 tárgyból.	
	Távközlő ágazat tárgyai	
35.	Mérés	45
36.	Távbeszélő technika	150
37.	Vezetékes távközlés	150
38.	Adatközlés	90
39.	Távközlési mérések és műszerek	75
40.	Konstrukció és technológia	105
41.	Fakultatív tárgyak	60
42.	Diplomatervezés ideje	450
43.	Államvizsga három tárgyból	
	Vákuum- és félvezető-technikai ágazat	
35.	Mikrohullámú elektroncsövek	45
36.	Fizikai kémia	60
37.	Félvezetők technológiája	90
38.	Fényforrások	60
39.	Vákuum- és elektroncső technika	135
40.	Mérések és műszerek	90
41.	Elektronikus készülékek	60
42.	Fakultatív tárgyak	60
43.	Diplomatervezési idő	450
44.	Államvizsga három tárgyból	
	Mikrohullámú és adástechnikai ágazat	
35.	Mikrohullámú elektroncsövek	45
36.	Mikrohullámú technika	90
37.	Mikrohullámú berendezések	75
38.	Mikrohullámú áramkörök	45
39.	Adóberendezések	90
40.	Mérések és műszerek	90
41.	Készülékek szerkesztése	90
42.	Berendezés mérések	90
43.	Fakultatív tárgyak	60
44.	Diplomatervezési idő	450
45.	Államvizsga három tárgyból	

Szakmai gyakorlat *4. táblázat*

Megnevezése	Ideje	Időtartam hetekben	Munka — oktatási napok száma hetenként	
Szakmunkagyakorlat	2. félévet követően	6	6	0
Szaktárgyi gyakorlat	8. félévben az oktatással párhuzamosan; vizsgakötelezettséggel.	20	4	2
Záró (diploma) gyakorlat	10. félévben	6	6	0

IRODALOM

1. *М. С. НЕЙМАН:* Развитие радиоэлектроники и некоторые вопросы подготовки радиоинженеров. (Радиотехника, т. 18, № 5, 1963 г.)
2. *И. Г. КЛЯЦКИН:* О подготовке радиоинженеров (Радиотехника, т. 18, № 5 1963 г.)
3. *Е. П. ДЕМЕНТЬЕВ:* О путях улучшения подготовки радиоинженеров (Радиотехника, т. 18. № 5. 1963 г.)

HORVÁTH GYULA
Beloiannisz Híradástechnikai Gyár

A rendszertechnika kiinduló kérdései

ETO 621.39 :161.12

Az alábbiakban néhány olyan gondolatot fejtegetünk, melyek felmerülhetnek akkor, amikor elkezdünk a rendszertechnikával foglalkozni. A témakör fölött megindult hazai vita során még nem bizonyosodott be, hogy ezek egyúttal a rendszertechnika fő vagy alapvető problémái is lennének, így most ezek tárgyalásának igényével még nem lépnetunk fel.

Miért van szükség rendszertechnikára?

Áttekintve a híradástechnika vonalán a különböző berendezések, különböző híradástechnikai komplex együttesek tervezésével, elemzésével, vizsgálatával kapcsolatos tapasztalatokat, azt látjuk, hogy az alkalmazott munkamódszerek jó része ösztönös, mégpedig ésszerűen a szokásos józan mérnöki meggondolásokon, mérnöki szemléleten alapul, gyakorlati tapasztalatokra támaszkodik. Így készült számos, ma is használatos berendezés. Másik kiinduló pontunk az, hogy a mai berendezések igen bonyolultak a néhány évtizeddel ezelőttiekhez képest. Fejlesztésük, tervezésük és üzemben tartásuk sokkal súlyosabb és komolyabb problémákat vet fel, mint a korábbiaké. Az ezzel kapcsolatos, elsősorban fejlesztési munkák megvalósítására a rendelkezésre álló kapacitás nemcsak nálunk, de világszerte is korlátozott.

Ebből a két körülményből kifolyólag felmerül az a szükséglet, hogy az eddig főleg tapasztalatokon nyugvó munkamódszereket fokozatosan elméletileg megalapozott munkamódszerekkel váltsuk fel, vagyis az eddigi tapasztalatokat megfelelőképpen általánosítva, olyan elméleti módszereket, eljárásokat dolgozzunk ki, melyek a továbbiakban lehetővé teszik azt, hogy a rendelkezésre álló kis kapacitásokat ésszerűen és eredményesen az eddiginél lényegesen jobb hatásfokkal tudjuk felhasználni. Végeredményben tehát kiinduló pontunk ennek a szükségletnek a felismerése.

A tudomány történetéből is tudjuk, hogy egy ismeretkör elméleti feldolgozása során először a témakör fogalmait határozzuk meg. Ezek meghatározások formájában jelennek meg. Másodszor meghatározzuk azokat a problémákat, amelyek ezzel a témakörrel kapcsolatban fennállnak, hogy azután ezekből kiindulva a fogalmak közötti összefüggéseket, különböző törvényszerűségeket feltárva, ismereteinket elméleti formában fogalmazhassuk meg. A következő kérdés tehát a fogalmak tisztázása.

A rendszer fogalma

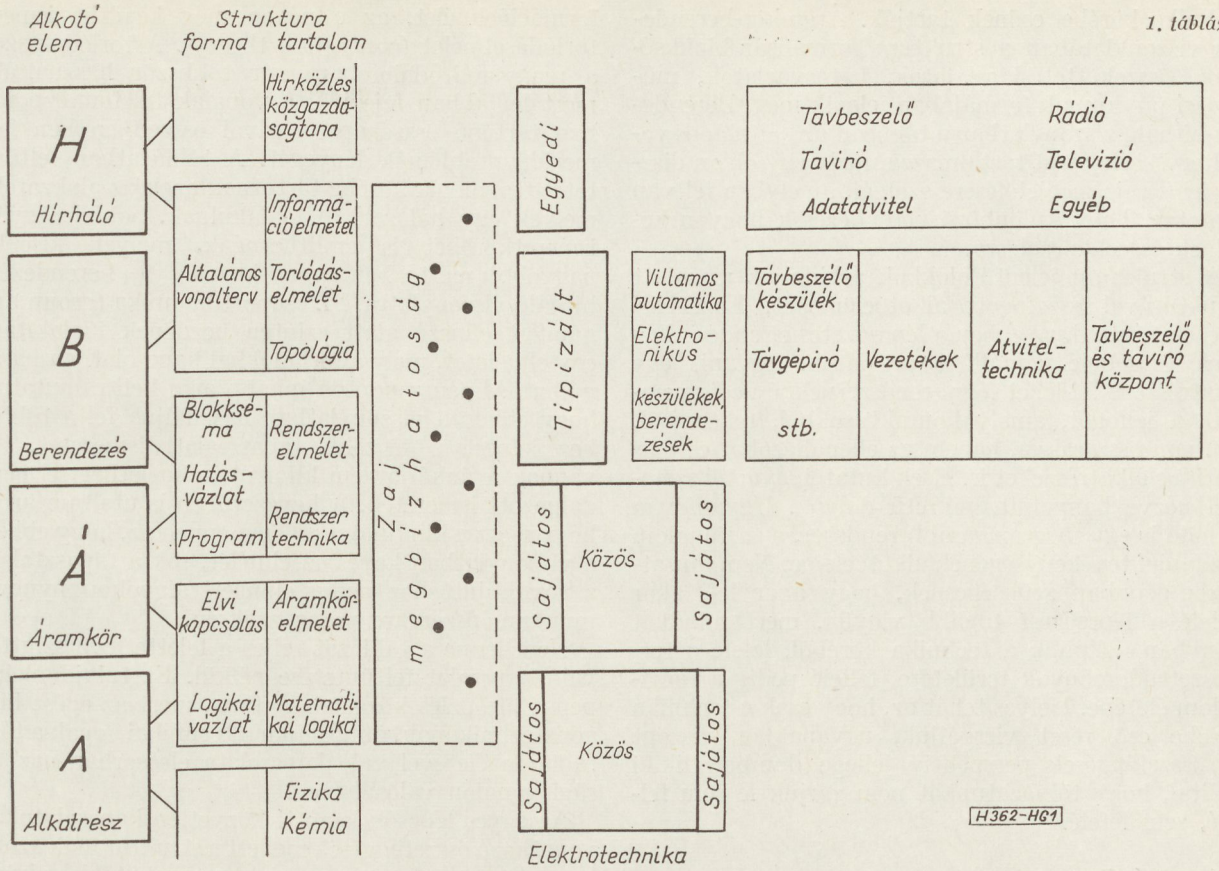
A kiinduló fogalmak és kapcsolataik részletes bemutatására szolgáló 1. táblázat nem tekinthető kiforrottnak, csak egy kísérlet az összefüggések szemléltetésére.

Kezdjük a rendszer fogalmának tisztázásával. Az irodalomban találhatunk olyan meghatározásokat, melyek szerint a rendszer, alkotóelemeinek összessége. Pontosabb egy olyan meghatározás, mely megemlíti az alkotóelemek egymás közötti és a rendszer irányában mutatkozó összefüggéseit, és ezek egységét az alkotóelemekkel. Ezeket az összefüggéseket nevezzük a rendszer struktúrájának. Teljesebb meghatározás szerint tehát a rendszer alkotórészeiből meghatározott struktúra szerint felépülő komplexum, melyben az alkotóelemek és a struktúra egységben vannak.

Pl. a 7A-2 típusú telefonközpontokban a kapcsoló és keresőgépek egymással olyan elrendezésben (összeköttetési vázlat = junction diagram) vannak összekapcsolva, melyben ezen gépek kapcsolástechnikai tulajdonságait figyelembe véve, az adott forgalom gazdaságos lebonyolítására képesek. A rendszer további részeit képező jelfogók és sorrendkapcsolók olyan eljárások szerint vezérlik az említett gépeket, melyek megfelelnek a gépek tulajdonságai és az összeköttetési vázlat részletei által meghatározott feltételeknek. Ebben az esetben tehát a struktúra egyrészt az összeköttetési vázlatban kifejezett elrendezés, másrészt az alkalmazott vezérlési eljárások összessége. A példában látjuk, hogy a struktúra összetevői egymással és az alkotóelemekkel is egységet alkotó kölcsönös kapcsolatokban vannak.

Ha a rendszernek ezt a meghatározását figyelembe véve megkíséreljük a híradástechnikában ismert gyártmányok vagy azok önálló részeinek csoportosítását, akkor szembeötlik, hogy tulajdonképpen négy különböző szintre besorolható rendszereket találunk (lásd a táblázat baloldalán található blokkokat). Az alkatrészekből állnak össze az áramkörök, az áramkörökből a berendezések s a berendezésekből a hírháló. Ezek mindegyike megfelel a fenti definíciónak, tehát általánosított kifejezéssel rendszernek nevezhető. A példaképpen már említett 7A-2 típusú telefonközpontot, de az összes többi telefonközpontot is, valamint a vezetékes és vezetéknélküli átviteltechnikai berendezéseket, a telefonkészüléket, vonalakat is a „berendezés" szintre sorolhatjuk be. Ez a négy szinten való csoportosítás már eddig is felmerült, azzal az eltéréssel, hogy sokan a legfelső szintet nevezték rendszernek, feltehetően azért, mert a közbeszédben is ezen a szinten levő, a különböző híradástechnikai berendezésekből összeállított komplexumokat szoktuk rendszereknek nevezni. Mivel azonban az általánosított rendszerfogalom mindegyik szinten levő dologra illik, zavaró lenne, ha csak a legfelső szinten levő komplexumokkal kapcsolatban használnánk a „rendszer" kifejezést. Az egyértelműség érdekében vagy mindegyik szint jellemzésére a „rendszer" szó mellett (genus proximum) megfelelő jelzőket (differentia specifica) kellene használni, vagy egyetlen szóból álló jellegzetes új kifejezéseket bevezetni. Előbbi elméleti szempontból pontosabb, utóbbi gyakorlati célra megfelelőbb len-

1. táblázat



ne. Például használhatnánk a 2. táblázat szerinti kifejezéseket.

Az elméleti meghatározások elé általános jellegük miatt kívánkozik még egy zárójelbe tett jelző, melyek különbözőségével később foglalkozunk. A javasolt gyakorlati elnevezések közül a „hírháló" egy még nem túlságosan elterjedt kifejezés, így különösebb zűrzavar veszélye nélkül adhatunk neki új értelmet és használhatjuk így a továbbiakban. Nem találnék célszerűnek olyan kifejezést, amelyben a „hálózat" szó szerepel, mert ez a szó már sokféle összefüggésben előfordul.

2. táblázat

Szint	Elméleti meghatározás	Gyakorlati elnevezés
legfelső	(híradástechnikai) komplex rendszer	hírháló
felső	(híradástechnikai) bonyolult rendszer	berendezés
alsó	elektrotechnikai összett rendszer	áramkör
legalsó	(elektrotechnikai) egyszerű rendszer	alkatrész

A rendszerek alkotóelemei

A különböző szinteken megjelenő rendszerek megegyeznek abban, hogy alkotóelemeik egyszerűen az alacsonyabb szinteken levő rendszerek. Struktúrájuk bonyolultabb, külön részletezést igényel. Lényeges minőségi különbségek is megfigyelhetők az egyes szintek között. Az áramkörök jelentős és lényeges dolgokban különböznek az alkatrészektől, ugyanígy a berendezések és a hírhálók egymástól és az alkatrészektől.

Sok esetben előfordul, hogy az egyes szinteken belül még további tagolásra mutatkozik lehetőség, különösen a hírháló szintjén, ahol pl. egy automatikus helyközi hálózat több szintre osztható, mint körzeti, országos, kontinentális és interkontinentális hálózatra. Kétségtelen, hogy ez a beosztás indokolt, mert egyes szintjei között vannak fontos különbségek, de mégsem annyira életbevágóak, hogy ezek miatt további szintek létesítése volna szükséges. Inkább úgy tekinthetjük ezt a kérdést, hogy ezek a különbségek az adott szinten belüli finomstruktúrát, finomabb beosztást jeleznek, amit esetenként megfelelőképpen alkalmazhatunk szükség szerint.

Vannak olyan vélemények, hogy a rendszertechnika körébe csak a két felső szint, sőt talán csak a legfelső szint tartozik. Ez vitatható, de az átfogó szemlélethez mindenesetre szükséges, hogy az alacsonyabb szinteken levő összefüggéseket is figyelembe vegyük.

A rendszer struktúrája

A struktúrát elemezve, annak formai és tartalmi vonásai érdekesek. A struktúra formailag megjelenik áramkör-alkatrész viszonylatban, pl. elvi kapcsolások, logikai vázlatok formájában. Utóbbiakat pl. a félvezetőkből összeállított áramkörnél az egyes elemi kapcsolások, mint negátor fokozat, multivibrátor stb. közötti kapcsolatokra alkalmazzák. Érdekes megjegyezni, hogy ezek kialakítását az automatizálás területén már a legfelsőbb szintű rendszer-

technika körébe esőnek tartják. Áramkör-berendezés viszonylatában a struktúra formálisan blokksémák, összeköttetési vázlatok, hatásvázlatok, működési programok formájában jelenik meg. Berendezés-hírháló viszonylatban a táblázat az „általános vonalterv" kifejezést tartalmazza, mely egy olyan diszpoziciós rajz megjelölésére szolgál, amelyben fel van tüntetve, hogy különböző berendezések hogyan kerülnek összekapcsolásra.

A struktúrát jelentő blokkok áthidalják az adott struktúrával összefogott alkotóelemeket. Ezzel kifejezésre jutnak az ebben a lépcsőzetes elrendezésben lefelé és felfelé fennálló kapcsolatok. Ugyanis egy alkatrészt is fel lehet fogni rendszernek, éspedig nemcsak a jelfogót, amely kontaktusokból, tekercsből, stb. van összerakva, hanem az ellenállásokat és más statikus alkatrészeket is. Ezek kutatói, gyártói szemmel nézve bonyolult, sokrétű dolgok. Ugyanígy a hírháló is egy még magasabb rendszer, a társadalom gazdasági tevékenységének alkotóeleme. Nem mutatkozik azonban szükségesnek, hogy akár le-, akár felfelé a lépcsőzést tovább vigyük, mert mindkét irányban kilépünk a technika köréből, lefelé a természettudományok területére, felfelé pedig a társadalom életébe. Helyes tehát az, hogy csak a technika körébe eső részt vizsgáljuk, ugyanakkor viszont az összefüggések perspektív jellege domborodik ki azáltal, hogy táblázatunkat nem zárjuk le sem felfelé, sem lefelé.

A struktúrák tartalma

A struktúra tartalmi részét azok az összefüggések alkotják, melyek segítségével összekapcsolódnak az egyes szinteken levő rendszerek. Ezek az összefüggések különböző törvényszerűségek formájában jelennek meg. A legalacsonyabb szinten, alkatrész-áramkör viszonylatban jól kifejlett matematikai elméletek formájában foghatók össze, ilyen például az áramkörelmélet vagy a matematikai logika. Persze az összefüggések nem korlátozódnak a már szigorúan matematikai formában kifejtett kapcsolatokra, gyakorlati munkák során sok tapasztalati anyagot is felhasználunk. Ez fokozottabban megmutatkozik a felsőbb szintek kapcsolatában. Berendezés szinten nincsenek még kiforrott kifejezéseink. A táblázat tartalmazza a „rendszerelmélet" és a „rendszertechnika" megnevezéseket. A rendszerelmélet azért lehet megfelelő kifejezés, mert az irodalomban sokan ezen a szinten való kapcsolatokat tartják rendszerelméletnek. Ha konkrét berendezések, pl. telefonközpontok struktúrájára gondolunk, látjuk, hogy használunk jócskán gyakorlati vonatkozású ismereteket is, melyeket a rendszertechnika szóval jelölhetünk, mint az elmélet párját, a gyakorlatot kifejező fogalmat. Fogalmaink egyértelműsége kedvéért azonban a „rendszetechnika" szót meg kellene fosztani átfogó értelmétől, és témakörünket „rendszerismeret" vagy más hasonló értelmű szóval jelölni. Ezt a következtetést azonban még korainak tartottam levonni jelen cikk címének és érintett mondatainak megfogalmazásakor.

Berendezés-hírháló viszonylatban szintén rendelkezünk néhány elmélettel. Ilyen a már jól ismert információelmélet, az e néven még kevésbé ismert torlódáselmélet (congestion theory). A torlódás szót a magyar irodalomban már többször használták, mert legjobban fejezi ki a vonalak telefonközpontban történő összekapcsolásával összefüggésben felmerülő problémák lényegét. A táblázatban feltüntetett topológia körébe tartoznak azok az alakzatok, melyek egy hálózatban kialakulnak. Sokféle egyéb ismeretköröket is említhetnénk, melyek kisebb-nagyobb mértékben vonatkoznak a berendezés-hírháló viszonylatra. Pl. csoportdinamika (group dynamics) címszó alatt szintén kezdenek kialakítani egy elméletet, mely a hírhálókkal kapcsolatban használható. Ezen a ponton inkább arra kell rámutatni, hogy ebben a viszonylatban használjuk fel a többihez képest a legtöbb tapasztalati ismeretet, itt vannak leginkább nem kiforrott, elméletileg fel nem dolgozott ismeretek. A bevezetőben is utaltam arra, hogy most a kiinduló probléma éppen az, hogy ebben a viszonylatban kevés az elmélet, sok a tapasztalat, a továbbjutáshoz pedig elméleti alapokon nyugvó munkamódszerekre volna szükség.

Nem lenne a táblázat teljes a felette levő szinttel való kapcsolat feltüntetése nélkül. Ez tulajdonképpen a hírközlés közgazdaságtana, mert az egész híradástechnikának, mint minden technikai ágnak a társadalom életével való kapcsolata elsősorban gazdasági vonalon valósul meg.

Az egyes lépcsők közötti közvetlen kapcsolatokra vonatkozó összefüggések mellett a struktúrának azonban olyan vonásai is vannak, melyek több szintet fognak át. Ilyen pl. a zaj kérdése olyan formában felvetve, hogy a komplex rendszer zajához hogyan járulnak hozzá egyes alkotóelemei, hogyan kell a zajt elosztani, milyen előírásokat kell adni az egyes alacsonyabb szintű rendszerekre, hogy az egész rendszer zaj szempontjából rendben legyen, stb. Hasonló meggondolások érvényesek pl. a megbízhatósággal kapcsolatban. Érdekes rendszertechnikai téma a megbízhatóság növelése a struktúra megfelelő kialakítása, pl. a hibák hatókörének korlátozása útján. A táblázatban ezután következő pontok és az ezt a blokkot határoló szaggatott vonal azt fejezi ki, hogy még számos ilyen vonás van és lesz, melyek tárgyalása és feldolgozása szintén a rendszerismeret körébe vágó feladat.

Fokozatosság

Az alkotóelemek és a struktúra áttekintése után szeretnék elemzésünknek még egy fontos tulajdonságára rámutatni. Ez a fokozatosság, melynek egyik megnyilvánulása az, hogy bár a kapcsolat jellege az egyes szintek között hasonló, mégsem azonos. Már utaltam arra, hogy a struktúra tartalmi része az alsó szinteken van leginkább elméletileg kidolgozva, bár a fejlődés itt is gyors, hiszen alig több, mint egy évtizede vonult be a matematikai logika a gyakorlatba és szemünk előtt terjed, pl. a gráf-elmélet alkalmazása lineáris hálózatra. Feljebb haladva egyre kevesebb az elmélet, több a tapasztalat. Az elmélet is kevésbé általános jellegű oly értelemben, hogy kevesebb feladatnak a megoldására alkalmas, mint az alsóbb szintekhez tartozó elméletek. Így például az

információelmélet egy nagyon általános elmélet ugyan, de mégis a hírháló szinten mutatkozó kérdések nem túlságosan nagy részének megoldására használható csak közvetlenül. Viszont az áramkörelmélet és a matematikai logika annyira általánosan alkalmazható ismeretanyagok, hogy a mindennapos tervezési gyakorlatban állandóan lehet őket használni, igen sokféle feladat megoldására. Az alkatrész alatti kapcsolatokhoz pedig már a fizika és a kémia szavak tartoznak, jelezve, hogy itt a természettudományok képezik azt az elméleti alapot, melyekre támaszkodni lehet. Ez is egyik megnyilvánulási formája annak, hogy itt már a technika köréből kilépünk.

A fokozatosság egy másik megnyilvánulását ábrázolja a táblázat azon oszlopa, melynek alján az „elektrotechnika", tetején a „hírközlés" szavak állanak. A legalsó blokkon belül a „közös" jelű rész túlsúlya azt szeretné kifejezni, hogy a híradástechnikában felhasznált alkatrészek legnagyobb része olyan, hogy azok az elektrotechnikában más területeken is felhasználhatók. Nagyon kevés olyan alkatrész van, amely sajátosan csak a híradástechnikában alkalmazható. Ezért kellett a 2. táblázatban a „híradástechnikai" és az „elektrotechnikai" jelzőket alkalmazni. Az áramkör szinten már több sajátosan híradástechnikai jellegű áramkört találunk, bár az alkalmazott áramkörök bizonyos része még sok más területen is használatos. Tulajdonképpen a berendezések szintje az, ahol a kifejezetten híradástechnikai célra szolgáló rendszerek elválnak a nem híradástechnikai célokat szolgáló rendszerektől. Itt találjuk a közös alkatrészbázison felépülő villamos automatikai és elektronikus készülékeket és berendezéseket is.

A fokozatosság további megnyilvánulása az, hogy az alkatrészek jórésze már szabványos, annyira egységesített. Az áramkörök között is nagyon sok kiforrott tipikus áramkör van. A berendezések is általában tipizáltak. A legfelső szinten viszont azt látjuk, hogy a hírháló már határozottan egyedi jelleggel készül el. Olyan közös vonásokat, melyeket egy tipizált, vagy más módon egységesített berendezésnél látunk, a hírhálók között már nem találunk. Itt jutunk el az elektrotechnikából véglegesen és határozottan a hírközlés területére, mert a hírháló az a legmagasabb rendszer, amely a híradástechnika alapfunkcióját, az üzeneteknek a továbbítását ellátja.

A fokozatosság megnyilvánul végül abban is, hogy ezek a szintek viszonylag önállóak, mert jelentős minőségi különbségek vannak köztük.

A fokozatosság végeredményben annak következménye, hogy funkcionális felosztást végeztünk. A felosztás sok másféle alapon is lehetséges, de ez célszerűsége mellett megfelel a történelmi fejlődésnek is, melynek során egyre pregnánsabban alakultak ki az áramkörök, majd a berendezések és végül a hírhálók.

Konkrét híradástechnikai rendszerek

A táblázat jobboldali része az egyes szintekhez tartozó konkrét rendszereket tünteti fel. Természetesen adódik, hogy a konkrét hírhálókat az átvitt információ típusa szerint határozzuk meg, tehát beszélhetünk távíró, távbeszélő, adatközlő, rádió-, televízió műsorszóró és egyéb célokra szolgáló hírhálókról. Berendezés szinten a hírhálók gyakorlatban kialakult összetevői jelennek meg egymás mellett, mint pl. a távíró- és távbeszélő készülékek, átviteltechnikai berendezések, különféle központok, vezetékek stb.

Rendszerek fejlődése

A hírhálók fejlődése egyedi jellegüknél fogva folytonos, és az egyes bővítésekből, módosításokból álló lépéseken keresztül történik. A berendezések ellenben tipizált jellegüknél fogva sokkal állandóbbak, fejlődésük inkább ugrások formájában történik. Ennek oka a fejlődést mozgató ellentmondás természetében keresendő. Mint általában a technikai alkotásokét, úgy a hírközlő rendszerek fejlődését is a társadalmi szükségletek és a kielégítésükre felhasználható műszaki lehetőségek ellentéte viszi előre. Az új társadalmi szükségletek újabb vagy módosított rendszerek bevezetésével elégíthetők ki, a műszaki lehetőségek fejlődése (tranzisztor feltalálása stb.) pedig az eddigieknél tökéletesebb rendszerek kialakítását teszik lehetővé. Egy adott típusban a szükséglet és a lehetőség között átmeneti összhang, egység nyilvánul meg, mint az ellentmodás ideiglenes megoldása. Az adott rendszert bizonyos ideig lényegében változatlanul gyártják és használják. Ez alatt az idő alatt azonban újabb szükségletek vagy lehetőségek gyülemlenek fel. Pl. az automata távbeszélő központok megjelenése után a megszaporodott előfizetők nagy területen való elterjedése szükségessé teszi többközpontos hálózatok létesítését. Vagy a sokcsatornás berendezések elterjedése csökkenti a helyközi beszélgetések üzemköltségét, lehetővé válik az előfizetői távválasztás bevezetése, melyhez szükség lesz automatikus díjelszámolásra. Az utóbbi példa egyúttal a különböző berendezések fejlődése közötti kölcsönhatást is szemlélteti.

A fejlődés evolúciós szakaszában, a szükségletek vagy a lehetőségek növekedése egyelőre megengedi a szokásos berendezések és struktúrák alkalmazását, majd egy ponton elkerülhetetlenné válik új rendszer kifejlesztése vagy bevezetése. Az új rendszer lényeges vonásokban, alkotórészeinek és struktúrájának jelentős megváltoztatásában különbözik az előzőtől, a filozófia nyelvén szólva új minőséget alkot. Ebben újra időleges egyensúly alakul ki. A konkrét rendszereket fejlődésükben tehát úgy is felfoghatjuk, mint a társadalmi szükséglet és a műszaki lehetőségek közötti ellentmondás egy megoldását. A társadalom és technika fejlődésének egy adott időszakában ez az ellentmondás többféleképpen is megoldható, ez magyarázza a lényegében azonos célra szolgáló rendszerek változatosságát. (Például a koordináta kapcsológépes központok számos fajtája).

Határterületek

Érintettük már az azonos szinten levő rendszerek kölcsönhatását. Ennek felismeréséhez és hasznosításához kellő tájékozottságra van szükség a közeleső

berendezések területén is. Ezt elősegíti a rendszertechnikai összefüggések ismerete, ezért az ún. határterületi kérdésekkel (pl. távbeszélő központok és átviteltechnikai berendezések, vagy multiplex és rádió adó-vevő berendezések együttműködése) a rendszertechnika keretén belül érdemes foglalkozni.

A híradástechnikán kívüli legközelebbi rokonterület az elektronika, valamint az automatizálás szakterülete.

Rendszertechnika és filozófia

Láttuk, hogy a bemutatott felosztásnak elég erős filozófiai karaktere van, mert hiszen pl. az a definíciója, hogy bármelyik szinten levő rendszer az alkotó elemeiből a jellemző strukturának a segítségével áll össze, pontosabb megfogalmazás után megfelel a filozófia minőség kategóriájának. Ezt használtuk fel a fejlődési folyamat lényegének feltárásakor is. Az, hogy a rendszertechnika filozófiai vonatkozásokkal rendelkezik, mutatja például A. D. Hall könyvének beosztása. A szerző könyvének egyharmadát kitevő I. részében az egész témakör filozófiai alapjaival és hátterével foglalkozik, mert szükségesnek találta, hogy a filozófiában keressen alapokat. Nem térhetünk ki azonban e helyen e könyv kritikai ismertetésére. Inkább próbáljuk meg a filozófiának a tulajdonságokra vonatkozó tételét hasznosítani, mely szerint a minőségek, a rendszerek tulajdonságai kölcsönhatásukban mutatkoznak meg, ezeken keresztül tárul fel a minőség.

Rendszerek tulajdonságai

Ebből a meghatározásból kiindulva nézzük meg, hogy milyen tulajdonságai vannak a különböző szinteken levő rendszereinknek. A legelső kérdés az, hogy milyen viszonylatokban, kölcsönös kapcsolatokban mutatkoznak meg a tulajdonságok. Három viszonylat érdemel figyelmet, a gyártási, az üzemi és a rendszertechnikai viszonylatok.

A gyártással kapcsolatban a berendezések érdekes tulajdonságai azok, amelyeket a műszerekkel való kölcsönhatásban állapítunk meg. Tulajdonképpen azért vizsgálunk a gyártás befejezése után, hogy leellenőrizzük, hogy a gyártás helyesen történt-e meg. Ez érdeke a gyártónak és a felhasználónak azért, hogy rögzíthető legyen, hogy a gyártó a vonatkozó feladatait teljesítette.

Amikor egy különféle számszerű adatokat tartalmazó specifikációban megegyeznek, aminek alapján egy gyártmány átvétele történik majd, akkor ugyan az üzem szempontjából szükséges követelményekből indulnak ki, de ezek mérési eredményekre átfogalmazva jelentkeznek. Ezenkívül szerepelnek olyan előírások is, amelyek alapján azt ellenőrzik, hogy a gyártás helyesen zajlott-e le. Például az átviteltechnikai berendezéseket az 1 mW teljesítménynek megfelelő mérőszinttel mérik, holott a tényleges átvitt beszéd átlagos szintje —1,7 N. Vagy pl. kondenzátorokra előírt átütési feszültségek, vagy vezetékre előírt szigetelési ellenállások szoktak olyan nagyok lenni, melyek a felhasználás, az üzem szempontjából nem szükségesek. Ezeknek a célja legtöbbször az, hogy ellenőrizzék, hogy a kondenzátorban, a vezetéken az előírt szigetelő anyagot alkalmazták-e, mert ezt észszerűen ilyen közvetett módon lehet megvizsgálni. Ebből az következik, hogy specifikációs adatok közvetlenül és elsősorban arra alkalmasak, hogy a gyártás helyességét ellenőrizzük.

Más viszonylatban mutatkoznak meg egy rendszernek a tulajdonságai, amikor az üzemben gyakorlati felhasználásra kerül. Ekkor a rendszernek az őt használó személyekkel való kölcsönhatásban megmutatkozó tulajdonságai, vagyis a szolgáltatásai jutnak előtérbe. Ezek persze sok esetben szintén számszerű adatokkal fejezhetők ki. A szolgáltatások előző meghatározásából az következik, hogy a szolgáltatások egy részét inkább szövegesen vagy grafikus módon, de elsősorban az előfizető vagy karbantartó, általában a berendezést használó személyek szemszögéből nézve kell megfogalmazni. Itt kapcsolódik a rendszertechnikához a „human engineering" és az operációkutatás. A használók között fontos szerepet tölt be a berendezés tulajdonosa akár kapitalista, akár szocialista társadalomról van szó, akinek szempontjai sokszor nem is műszaki, hanem gazdasági jellegűek.

Végül pedig a tulajdonságok megnyilvánulnak azokban a viszonylatokban, ahogy az egyes szinteken levő rendszerek egymáshoz kapcsolódnak, vagyis a rendszertechnikai viszonylatokban. Ekkor megint más tulajdonságok lényegesek és fontosak. Amikor rendszertechnikai szempontból tárgyaljuk valamelyik szinten levő rendszert, az egyes áramköröknek, berendezéseknek a rendszertechnikai szempontból magasabb szintű rendszerben való szerepe szerinti tulajdonságait kell feltárni és előtérbe állítani. Tehát pl. a crossbar gép rendszertechnikai tulajdonságai közt nem annyira annak a felépítését, a hidak és a rudak kialakítását, a kontaktust és hasonló részleteket kell tárgyalni, hanem azt, hogy a crossbar gépet hogyan lehet a telefonközpontba beilleszteni, milyen kapcsolómezőket lehet a crossbar gép segítségével kialakítani, hogy a crossbar gép különböző adatai milyen lehetőségeket, vagy korlátozásokat állítanak fel a telefonközpont különböző feladatainak a megoldásával kapcsolatban stb.

A rendszertechnikai irodalomban fokozottan előtérbe kerülnek a berendezések csatlakozási pontjain (interface) megfigyelhető tulajdonságok. Egyik szép példája ennek a CCITT specifikációja a nemzetközi távválasztással kapcsolatban, ahol a nemzetközi központok csupa olyan adatát írták elő, melyek a többi központtal való együttműködés szempontjából érdekesek. Ezek bizonyos vonatkozásokban befolyásolják a nemzetközi távválasztás céljaira alkalmas központok struktúráját, de nem tartalmaznak a struktúrára vonatkozó további előírásokat.

A rendszerek tulajdonságainak fenti áttekintése rámutat arra, hogy egy adott rendszer jellemzése pusztán számszerű adatokkal nem lehetséges, és ezek alapján rendszerek összehasonlítása sem (hacsak alkotóelemeiben és struktúrájában alapvetően hasonló, tehát azonos minőségű rendszerekről nincs szó). Ez ütközik ki pl. akkor, amikor összehasonlító táblázatok egyes rovataiba számok helyett szöveges meghatározást vagyunk kénytelenek beírni. Ezek az

alkotóelemek vagy a struktúra különbözőségére, tehát minőségi különbségekre utalnak. Minél eltérőbb minőségű rendszereket hasonlítunk össze, annál kevesebb számszerű adatot tudunk összevetni.

Ugyanezen meggondolásból tartoznak a rendszertechnika tárgykörébe az azonos szintű, különnemű rendszerek összekapcsolásának már említett határterületei és egynemű rendszerek összehasonlításának kérdései.

Rendszertechnikai problémák

A bevezetésben utaltam arra, hogy az elmélet kialakítása során egyrészt ki kell alakítani a fogalmakat, másrészt megfogalmazni a különböző problémákat, melyek az adott témakörben mutatkoznak. Utóbbiakat három csoportba lehet sorolni.

Rendszertechnikai szemlélet

Az első kérdés, hogy mit kell tudni a bevezetőben említett szükséglet kielégítéséhez, a másik az, hogy milyen emberek kellenek a feladatok megoldására, végül a harmadik, hogy ezeknek mit kell csinálni. Sajnos, e kérdésekre itt nem lehet kielégítő részletességgel válaszolni.

Az első kérdés megválaszolása aránylag nem nehéz, mert az eddigiekből következik, hogy ismerni kell azt az elméleti és gyakorlati ismeretanyagot, melyet a struktúra tartalmaként megjelöltem. Ez nagyon nagy ismeretanyag, különösen ha figyelembe vesszük azt a tapasztalatot, mely szerint ahhoz, hogy egy témakörben dolgozhassunk, legalább az egy fokkal lejjebb levő szinten is nagyon járatosnak kell lenni, és tudni kell az összes még lejjebb levő szintből azt, aminek még hatása van az adott témakör szintjére. Aki berendezéseket, pl. telefonközpontokat fejleszt, annak tudnia kell az áramkörökkel összefüggő dolgokat, de sok fontos dolgot az alkatrészekről is, pl. jelfogókról, kapcsológépekről, stb.

Ez az összefüggés azt is szemlélteti, hogy a felsorolt ismereteket nem csupán önmagukban, hanem meghatározott rendszertechnikai szemléletbe ágyazva kell alkalmaznunk. Ez a szemlélet az eddigiekben tárgyalt összefüggésekre helyezi a súlyt. Ezeken keresztül minden lényeges részletnek kapcsolata van a rendszertechnikával. Ha pl. felvetjük a kérdést, hogy mi a jelfogók rendszertechnikai jelentősége, akkor a hasonló alkatrészekhez való kapcsolatáról, az áramkörökben való alkalmazásának részleteiről és berendezések, hírhálók kialakítására gyakorolt hatásáról kell beszélnünk. A rendszertechnikai szemléletnek felülről lefelé pedig úgy kell megnyilvánulnia, hogy aki valamelyik felsőbb témakörrel foglalkozik, pl. átviteltechnikával, mikrohullámmal, stb., annak részletes áttekintésének kell lennie az összes létező fontosabb típusokról a saját területén és az alacsonyabb szintekről is az említett mértékben. Evégett a rendszereket rendszertechnikai szempontból elemezni kell, hogy az alkotóelemek rendszertechnikai tulajdonságait meghatározhassuk (analízis). Szükségünk van továbbá ismeretekre, melyek a rendszernek a felépítésére, a szintézisre vonatkoznak.

További problémák

A második kérdés az, hogy milyen emberek kellenek, hogy milyen személyi tulajdonságokra van szükség ahhoz, hogy rendszerismereti kérdésekkel foglalkozni lehessen, fejlesztés vagy tervezés céljából. Az előzőekből következik, hogy olyanokra van szükség, akik képesek és hajlamosak széleskörű ismereteket megtanulni és sok tárgyi ismeretet tudnak összegyűjteni, minden rendszert átnézni, és akik elegendő átfogó érdeklődéssel rendelkeznek ahhoz, hogy különböző szakmai rokonterületekkel a szükséges mértékben foglalkozni tudjanak. Pl. a telefonközpont esetében az automatizálás kérdéseivel. Ezenkívül törődniök kell szakmán kívüli rokonterületekkel is, mint a filozófia, közgazdaságtan, melyek különböző vonatkozásokban szintén jelentős szerepet játszanak. Nemcsak arról van szó, hogy sok mindent kell átfogni, hanem olyan vonatkozásban is fejlődés figyelhető meg, hogy míg a közelmúlt évtizedekben túlságosan a specializálódás felé ment az egyes emberek felkészülése mind a gyakorlatban, mind az oktatásban, addig most nagyobb mértékben van szükség általánosabb érdeklődésű, általánosabb szemléletű emberekre, akik ezeket a kérdéseket átfogóan tudják vizsgálni.

A korábbi tendencia következményeképpen rengeteg szakember és tudós működik részterületeken. Ma már szükség van olyan emberekre is, akik ezek munkáját megfelelő áttekintés birtokában át tudják fogni és elvben irányítani.

Végül a harmadik kérdés az, hogy mit kell csinálni. Erre itt csak általánosságban válaszolhatunk. Ki kell alakítani új gyakorlati eljárásokat, gyártmányfejlesztési, tervezési munkamódszereket és vezetési, irányítási módszereket, elsősorban itt a felső szinteken, mert alsóbb szinteken már többé-kevésbé megtalálhatók. Ezen a ponton megint kilépünk a technika köréből, mert közvetlen munkaszervezési problémákról van szó, arról, hogy hogyan kell egy fejlesztési munkát megszervezni úgy, hogy az gazdaságosan elvégezhető, vagyis belátható időn belül, limitált költségekkel megvalósítható legyen. Ugyanez vonatkozik egy magasabb szintű rendszernek, különösen a hírhálónak megtervezésére is.

Itt mutatkozik meg annak gyakorlati szükségessége, hogy az elvi irányítást és a munka operatív vezetését elválasszuk, mert e két funkcióra jelentősen eltérő képességű, de egymással szorosan együttműködő emberek szükségesek. A munka megszervezése során kell biztosítani a táblázatból kifolyólag felfelé és lefelé, vagyis a kereskedelmen keresztül a felhasználó illetve a tudományos kutatás felé szükséges szervezeti kapcsolatokat.

Jelen cikk egy vitaindító előadásból született; ha sikerül ezzel néhány termékeny gondolatot kiváltani, akkor célját elérte.

IRODALOM

1. A marxista filozófia alapjai, 2. kiadás Kossuth Könyvkiadó, 1963.
2. *A. D. Hall:* A methodology of system engineering Van Nostrand, 1962.
3. *Horváth Gyula:* Távbeszélőközpontok fejlődése és osztályozása. Kézirat, 1963.

KOVÁCS SÁNDOR
Mechanikai Laboratórium

Tranzisztoros stabilizált tápegységek konstrukciós kérdései

ETO 621.311.6:621.316.722.1:621.382.3

Bevezetés

Stabilizált tápegységet tranzisztoros kivitelben készíteni igen régi gondolat, amely nem sokkal a teljesítmény tranzisztorok megjelenése után született meg.

A tranzisztor méreteinél és elektromos paramétereinél fogva alkalmasnak látszott e feladat megoldására. Ennek alapján jöttek létre a ma forgalomban található tápegységek, melyek 30 V, ritkábban 60 V feszültségig használhatók, rendszerint 3 A maximális árammal. A csöves tápegységek alsó feszültséghatára 100 V.

A 60—100 V-os tartományban tehát stabil tápfeszültség nem áll rendelkezésre. Ennek oka az, hogy a tranzisztorok viszonylag alacsony feszültséget, 30—60 V-ot képesek a kollektor és emitter között elviselni, márpedig egy stabilizátor kapcsolásban a terhelő-áram változás, valamint a hálózati feszültség ingadozása következtében az áteresztő tranzisztornak kb. ugyanannyi feszültséget kell a kollektor és emitter között kibírni, mint amennyi a stabilizált feszültség (tehát pl.: 100 V-os tápegységhez 100 V-os tranzisztor kellene).

A kialakult kapcsolások általában a következő alapkapcsolásból indulnak ki (1. ábra).

A kapcsolás öt fő részre tagolódik:

I. Láncerősítő, melynél a három tranzisztor láncba kapcsolásának célja, hogy a $T3$ bázisnál a szükséges vezérlőáram kis értékű (kb. 100 μA) legyen.

II. Differenciálerősítő, mely a láncerősítőt vezérli, és hőfokkompenzálás miatt áll két tranzisztorból.

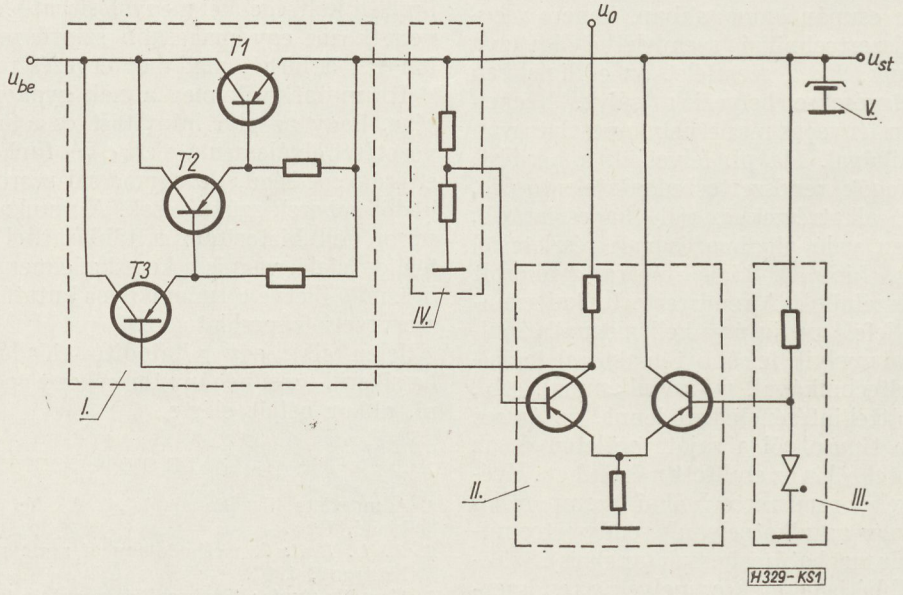
III. Referencia-forrás, mely a differenciálerősítő számára szolgáltat referencia-feszültséget. Ez természetesen nemcsak zénerdiódával, hanem ködfénylámpával, esetleg teleppel is megvalósítható.

IV. Feszültségosztó lánc, mely a stabilizált kimenőfeszültség ingadozása alapján vezérli a differenciál-erősítőt.

V. Kimeneti kondenzátor, mely nagyobb frekvenciákon (3—5 kHz felett) biztosítja a stabilizátor belső ellenállásának kis értéken való tartását.

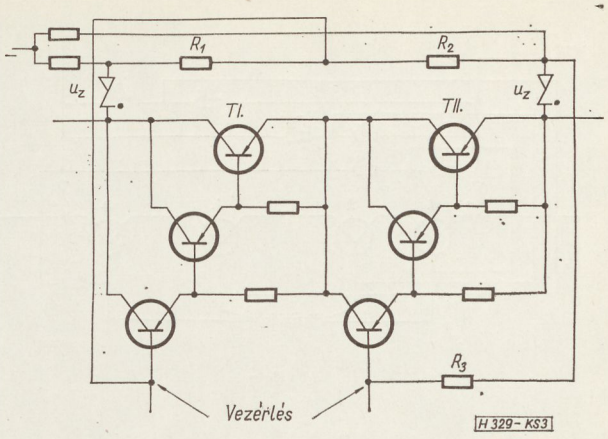
Az U_{be} nem stabil feszültségforrás, az U_0 segédtápfeszültség, mely rendszerint ködfénylámpával vagy zénerdiódával bizonyos fokig stabilizálva van, és negatívabb potenciálon van, mint U_{be}.

A fő funkciókon kívül azonban néhány kellemetlen mellékjelenséggel is számolni kell. Legfontosabb a láncerősítő tranzisztorainak maradékárama, mely a kollektor és bázis között folyik. A bázisból az emitterbe folyva B-szeresen felerősödik. Így a $T2$ maradékárama két erősítésen is átmegy ($T3$-é le-



1. ábra

folyik a differenciálerősítő felé) úgy, hogy a $T3$ emitterén már igen nagy értéket vehet fel. Ha ezt nem vezetjük le, a kimenő feszültség megemelkedik, s a stabilizálás megszűnik. Ennek levezetésére szolgál az előterhelés, melyre a feszültségosztó láncot használják fel leggyakrabban (de szoktak külön ellenállást is alkalmazni). Ez azonban így többnyire megengedhetetlenül sok teljesítmény-veszteséget jelent, ezért az előterhelés csökkentésére meg kell akadályozni a maradékáramok nagymértékű felerősödését. Ezt a bázis és a kimenőpont közé tett ellenállásokkal érik el, mert így a maradékáramnak csak egy része tud a bázisba folyva felerősödni; vagyis csökkenthető a szükséges előterhelés. Ezzel természetesen romlanak a stabilitási paraméterek is, mert a hasznos vezérlő áram is ugyanolyan osztást szenved, mint a káros maradékáram.



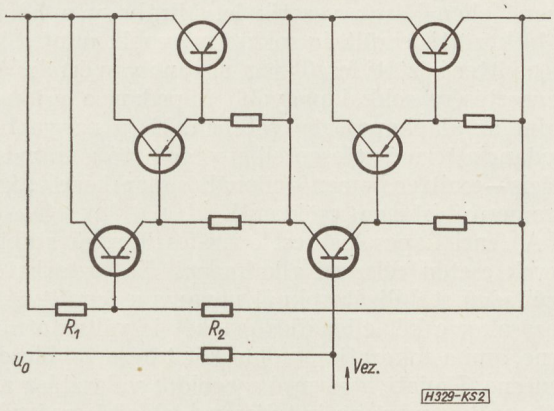
3. ábra

Konstrukciós problémák

A feszültségtartomány megnövelése

Az áteresztő tranzisztorlánc alapkapcsolás szerinti megoldásával 60 V-nál nagyobb feszültségű stabilizátor gazdaságosan nem valósítható meg. (Vannak ugyan 100—200 V-os teljesítménytranzisztorok is, de azok beszerzési nehézségei és ára miatt alig jöhetnek szóba.) Egyetlen járható út két vagy több tranzisztorlánc sorbakapcsolása. A problémát itt az jelenti, hogy egyrészt biztosítani kell, hogy a tranzisztorokon levő feszültség (a bemenő és kimenő feszültség különbsége) egyenlő arányban jusson egy-egy láncra, másrészt minden egyes lánc — a stabilizátor szabályozó folyamata miatt — egyenlő mértékben vezérelhető legyen.

Ezzel kapcsolatban ismeretes az alábbi kapcsolás (2. ábra).



2. ábra

Az egyenlő értékű R_1 és R_2 ellenállások biztosítják a feszültség pontos felezését, s a szükséges bázisáramot. Az R_1, R_2 árama nem a vezérlő pontba folyik, így a stabilitási jóság sem romlik oly erősen. (Egyébként hasonló ok vezetett az alapkapcsolásban is az U_0 negatív segédtápfeszültség alkalmazására). Kismértékű romlás azonban fellép, mert a kimenő stabilizált pontba folyik az R_1, R_2 ellenállásoknak hálózati feszültségtől függő árama. Azonkívül, minthogy ez az áram terheletlen esetben is folyik, elvezetéséről gondoskodni kell, tehát nagyobb előterhelés szükséges. Emiatt csupán közepes igények kielégítésére alkalmas. Igényesebb stabilizátorok részére célszerűbb a következő kapcsolás alkalmazása (3. ábra).

Látható, hogy mindkét egyforma láncerősítő bázisa egy-egy náluk negatívabb segédtápfeszültségre van kötve. Ezek közül egyik a stabilizált ponthoz van kapcsolva, míg a másik a bemenő pontra, tehát annak feszültségváltozását követi. Ily módon a TII bázisára jutó feszültség független a bejövő feszültség változásától, míg a TI bázisára jutó feszültség a bejövő feszültség változásának felét kapja; az R_1 és R_2 egyenlő értékű ellenállások találkozási pontján ugyanis a bejövő feszültségváltozás feleződik

R_1, R_2, R_3 megválasztására a következő szempontok az irányadók. Ha a két zénerdióda feszültsége egyenlő (ez alapkövetelmény,) akkor:

$$R_1 = R_2 \text{ és } R_3 = \frac{R_1}{2} = \frac{R_2}{2}$$

R_3 értékére nézve fontos még, hogy a láncerősítő legnagyobb bázisáramával alkotott $R_3 \cdot i_{bI}$ szorzat 1—2 V-nál nagyobb ne legyen; ellenkező esetben esetleges aszimmetriák hatására a két láncerősítő egyenlőtlen arányban veszi fel a disszipációs teljesítményt, tehát az egyik túlmelegedhet.

Előadódhat olyan eset, hogy a tranzisztorok nem azonos feszültségűek, de egyébként azonos paraméterűek, pl. TF 80/60 és TF 80/30.

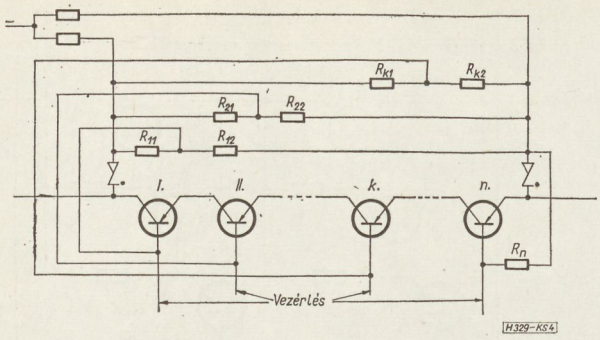
Ha a két láncerősítőre jutó legnagyobb feszültség k-szorosát tudja felvenni a I és (1—k)-szorosát a II láncerősítő, akkor a következő összefüggések adódnak:

$$R_3 \cdot i_{bI} < 2\text{V}$$

$$\left.\begin{aligned} R_1 &= \frac{1}{1-k} \cdot R_3 \\ R_2 &= \frac{1}{k} \cdot R_3 \end{aligned}\right\} \quad k < 1$$

Általában, ha n egyforma láncerősítőt kapcsolunk sorba, akkor a következőket kapjuk (4. ábra).

$$R_n \cdot i_{bI} < 2\text{V}$$



4. ábra

$$R_{11} = \frac{n}{n-1} \cdot R_n \; R_{12} = n \cdot R_n$$

$$R_{21} = \frac{n}{n-2} \cdot R_n \; R_{22} = \frac{n}{2} \cdot R_n$$

$$R_{k1} = \frac{n}{n-k} \cdot R_n \; R_{k2} = = \frac{n}{k} \cdot R_n$$

Fentiekből a következő fontos összefüggések láthatók: $R_{11} \times R_{12} = R_{21} \times R_{22} = R_{k1} \times R_{k2} = R_n$, tehát az összes láncok azonos impadenciákon keresztül kapnak táplálást.

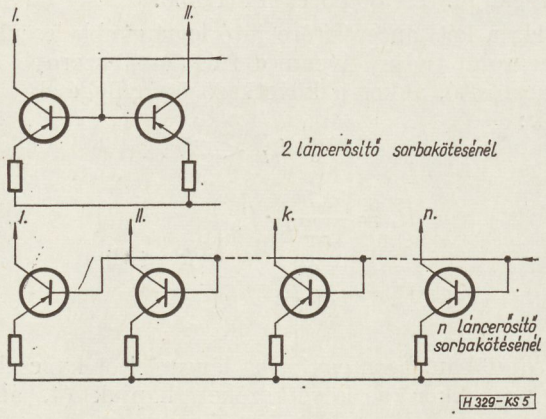
$$\frac{R_{12}}{R_{11}+R_{12}} = \frac{n-1}{n}; \quad \frac{R_{22}}{R_{21}+R_{22}} = \frac{n-2}{n};$$

$$\frac{R_{k2}}{R_{k1}+R_{k2}} = \frac{n-k}{n},$$

tehát az egyes bázisokra a bejövő feszültségváltozásnak $\frac{n-1}{n}, \frac{n-2}{n}, \frac{n-k}{n}$ része jut, ami a feszültségváltozás szükséges leosztását biztosítja.

További problémát jelent itt a vezérlés. Fő követelmény, hogy a vezérlőáramok a vezérlő fokozat tranzisztorainak paraméter-szórásától és a fellépő feszültségváltozásoktól függetlenül azonosak legyenek. Ezt az alábbi kapcsolások biztosítják (5. ábra.)

Az előbb említett alapkövetelményt a vezérlő tranzisztorok emitter körébe tett ellenállások hivatottak



5. ábra

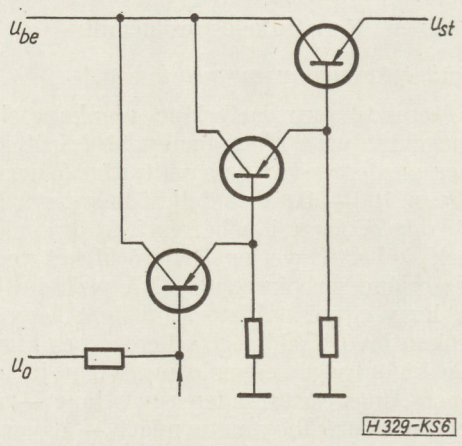
teljesíteni. Értékük általában akkor megfelelő, ha kb. 3—6 V rajtuk a feszültségesés.

(Megjegyzés: „x" a replusz jele:

$$axb = \frac{1}{\frac{1}{a}+\frac{1}{b}} = \frac{a \cdot b}{a+b}\Big)$$

Az előterhelés csökkentése

A cél az, hogy a maradékáramok felerősítését megakadályozzuk anélkül, hogy az erősítést ezáltal lecsökkentenénk. Ezt oly módon tudjuk elérni, hogy más irányban biztosítunk utat a maradékáramnak, s ezáltal nagyobb impedanciát alkalmazva, az erősítést ez a nagyobb impedancia csak elhanyagolható mértékben befolyásolja. A megoldás módja a következő (6. ábra).



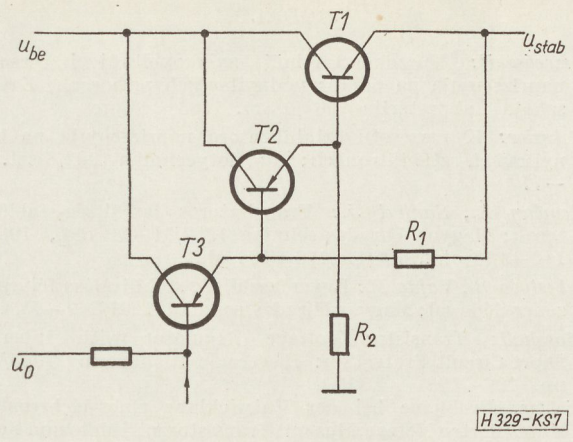
6. ábra

A maradékáramokat tehát a bázistól a földhöz menő ellenállások vezetik le. Minthogy a bázis és föld közötti feszültség sokkal nagyobb, mint a bázis és emitter közötti feszültség, ugyanolyan értékű áram levezetésére sokkal nagyobb impedancia szükséges, mint az alapkapcsolás esetében. Ez a nagyobb impedancia természetesen elhanyagolható a tranzisztor bázis—emitter bemenő ellenállásához képest, így az áramerősítést nem csökkenti.

A fenti kapcsolást csak fix-feszültségű stabilizátorok esetén célszerű alkalmazni. Változtatható feszültségű stabilizátoroknál ugyanis a feszültség változásakor e két ellenállás értékét is változtatni kellene, ami a fokozatkapcsolón két tárcsa többletet jelentene. Emiatt közbenső megoldás választása a legcélszerűbb, mert az is teljesen kielégítő eredményre vezet (7. ábra)

Ezzel a megoldással csak egy kapcsolótárcsa többlet adódik. Működése a következő:

Minthogy általában $T2$ kisebb teljesítményű tranzisztor, mint $T1$, és így maradékárama is kisebb, megengedhető, hogy ez a maradékáram — az R_1 által kissé korlátozva — egy erősítésen ($T2$ által) átmenjen. Ezt a felerősített, de még elviselhető áramot és a $T1$ teljesítménytranzisztor maradékáramát vezeti le az R_2 ellenállás. Az R_1 értéke itt természetesen nagyobb lehet, mint az alapkapcsolás esetén, s így az áramerősítés nem csökken lényegesen.



7. ábra

Ennek ellenére a stabilizált ponton bizonyos előterhelést célszerű alkalmazni (ez természetesen sokkal kisebb lehet, mint az alapkapcsolás esetén). Ennek oka az, hogy a $T1$ tranzisztornak árammentes állapotban igen rosszak a paraméterei, tehát egy minimális áram szükséges ahhoz, hogy jobb szabályozási paraméterű munkapontba toljuk el (könyökpont). Másrészt a feszültségosztó lánc amúgy is jelent bizonyos előterhelést, tehát a fenti cél elérését ez automatikusan biztosítja.

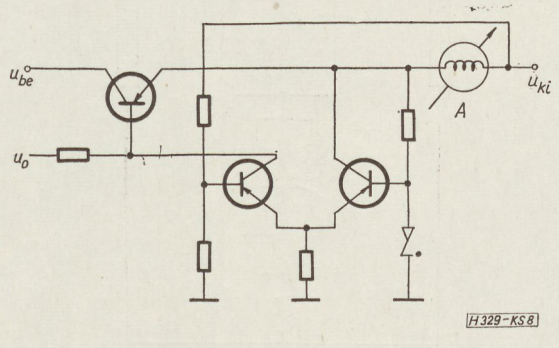
Az árammérés problémája

Ismeretes, hogy a feszültség szigorúan véve csak azon a ponton van stabilizálva, ahova a feszültségosztó lánc csatlakozik.

Az ez után a pont után jövő vezetékek, forrasztás stb. ellenállása tehát — a kimenő pontról nézve — megnöveli az egész készülék belső ellenállását. Ha tehát az árammérőt is e pont után tennénk, annak ellenállása elviselhetetlen mértékű belső ellenállás növekedést eredményezne. Emiatt kénytelenek vagyunk az árammérőt a feszültségosztó lánc elé tenni, az alábbi kapcsolási vázlat szerint (8. ábra).

Ez viszont azt eredményezi, hogy a műszer által mutatott áramérték nem ad pontos felvilágosítást a stabilizátorból táplált készülék áramfelvételére nézve, mert a feszültségosztó lánc áramfelvételét is beleméri.

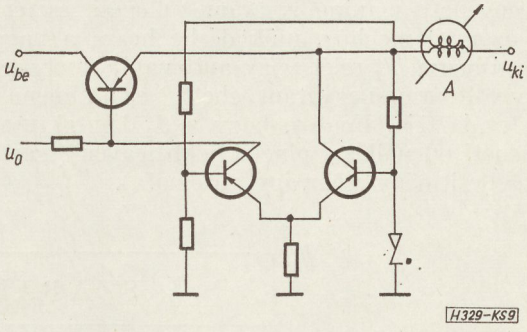
Fix feszültségű stabilizátoroknál a fenti módszer mégis alkalmazható, mert a feszültségosztó lánc árama konstans, így lehetséges az árammérőt empirikus úton úgy skálázni, hogy a skála csak a fogyasztó készülék áramfelvételét tüntesse fel.



8. ábra

Változtatható feszültségű stabilizátoroknál ez a módszer nem használható, mert a feszültségosztó árama változó lévén, az így adódó változó nagyságú hibát skálázással kiküszöbölni nem lehet.

Egyetlen jó megoldás kéttekercses műszer használata, amelynél a segédtekercs szembe van kapcsolva a főtekerccsel. A fogyasztó készülék árama csak a főtekercsen folyik át, így azt az árammérő mutatja, míg a feszültségosztó lánc árama mindkét tekercsen átfolyik, s az árammérő ezt nem mutatja. A kapcsolás a következő vázlaton látható (9. ábra).



9. ábra

E megoldással egyúttal biztosítva van, hogy a feszültségosztó lánc — a műszer segédtekercsén keresztül — a főtekercs utáni ponthoz csatlakozik, tehát a készülék belső ellenállása nem növekszik meg.

A feszültségmérő műszert és az elektrolit-kondenzátort természetesen a kimenő pontra kell kötni; ezek árama azonban elhanyagolható mértékű hibát okoz ($<0{,}1$ %).

A biztosítók szerepe

A stabilizátorok biztosítására kiterjedten használják — az áteresztő tranzisztor elé vagy után kötve — a kiolvadó biztosítókat. Ezek azonban csak nagymértékű túlterhelés esetén (rövidzárlat) olvadnak ki elég gyorsan, megfelelő védelmet tehát csak ez esetben nyújtanak.

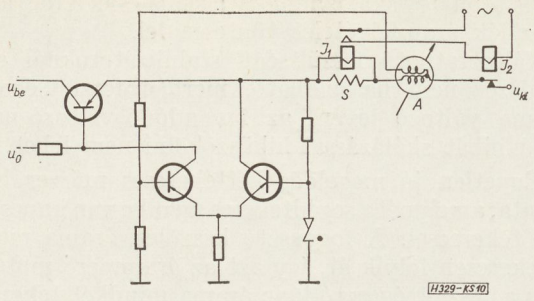
Kisebb — 1,2 — 1,5-szeres — túlterhelés esetén kiolvadási idejük több perc, az áteresztő tranzisztor tehát hamarabb tönkremegy, mint a biztosító. Jelenlétük tehát hamis biztonságérzetet kelt, így inkább káros, mint hasznos.

Alárendeltebb esetben mégis használhatók. Háromszoros túlterhelés esetén 2—5 másodperc alatt kiolvadnak, tehát olyan kis teljesítményű stabilizátoroknál, ahol a háromszoros túlméretezés megengedhető, alkalmazásuk indokolt lehet.

Ezenkívül a hálózati áramkör biztosítására is megfelelnek.

Az áteresztő tranzisztorok védelmére célszerűbb jelfogókkal kombinált automata használata. Ennek kapcsolását (árammérővel kombinálva) az alábbi ábra mutatja (10. ábra).

A J_1 jelfogó érzékeny (pl. polarizált) egyállású jelfogó (tehát nyugalomban mindig bontja a kontak-



10. ábra

tusokat), melynek S söntje biztosítja, hogy csak a megengedett maximális áram túllépése esetén, de ott azonnal meghúz, működésbe hozza a nagyobb teljesítményű J_2 relét vagy automatát (mely egyen- vagy váltóáramú egyaránt lehet), s ez a kimenő pontot leválasztja. Fontos, hogy a J_2 kontaktusainak átmeneti ellenállása minél kisebb legyen (ezért kell ide teljesítmény-relé vagy automata).

IRODALOM

Orzsevszkij: Vüszokosztabilnüj nyizkovoltnüj isztocsnyik naprizsenyija na polupravodnyikovüch priborach; Zavodszkaja Laboratórija 1962/9 szt. 1133

Vekszler: K raszcsotu sztabilizatora naprizsenyija na krenyijevüch sztabilitronach; Ragyiotyechnika 1962/8 szt. 69—77

Kemény Á., Saufert J.: Tranzisztoros feszültség-stabilizátorok; Magyar Híradástechnika 1960/81—90 old., 1960/4 144—150 old,. 1960/5 176—185 old.

Sebestyén B., Vajda F.: Egyenfeszültség stabilizálása félvezető zénerdiódával; Magyar Híradástechnika 1961/269—75. old.

Marshall: Transistor Voltage Regulator with Inherent Short-Circuit Protection: Electronic Engineering 1963/420 pp. 106—108

Richter: Probleme bei der Entwicklung eines elektronisch stabilisierten Netzgerätes mit Transistoren; Radio und Fernsehen 1961/15 S. 482—485, 1961/16 S. 519—521, 1961/17 S. 545—547

Schwarz: Gleichspannungs-Konstanhalter; Funkschau 1963/9 S. 252—253

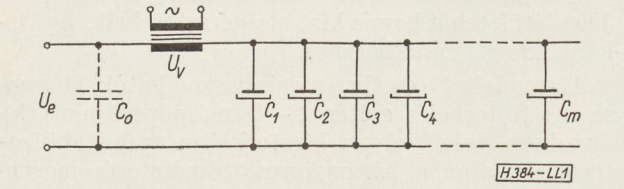
Müller: Transistorstabilisierung relativ hoher Gleichspannungen; Elektronische Rundschau 1963/2 S. 74—77

SZABADALMI SZEMLE

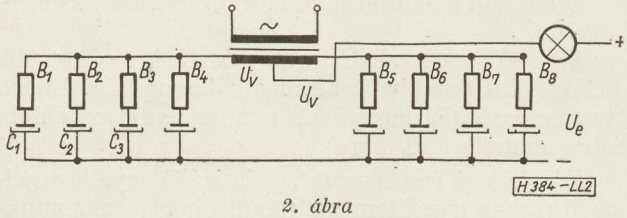
Eljárás és berendezés elektrolitkondenzátorok élettartamvizsgálatára

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet, Barna Tamásné tud. munkatárs, Hegyi Mihályné techn., Néráth Károly techn., 1962. december 29-én (151 131; 21 g 1—16)

Az egyenirányított váltakozó feszültség simítására használatos kondenzátorok vizsgálatát oly módon írják elő, hogy a kondenzátorok kivezetésére előre megszabott ideig a névleges feszültségnek megfelelő egyen- és erre szuperponált váltakozó feszültséget kell kapcsolni. Evégett az 1. ábra szerint U_e egyenfeszültségre kapcsolják a C_1-C_n kondenzátorokat és erre az U_v váltakozó feszültséget szuperponálják. Ez esetben az U_e tápfeszültségforrás váltakozó áramú impedanciájának U_v feszültség frekvenciáján valamennyi vizsgált típus n darab C kondenzátor eredő kapacitásánál legalább egy nagyságrenddel kisebbnek kell lennie, amit a C_o kondenzátor alkalmazásával érnek el. Ez a megoldás darabszám, illetve térkihasználás szempontjából előnytelen, mert a vizsgálandó kondenzátorokkal szemben egy nagyságrenddel nagyobb kapacitású kondenzátort is kell alkalmazni. A találmány szerinti elrendezés (2. ábra) ezeket a hátrányokat kiküszöböli azáltal, hogy a C_1-C_n vizsgálandó kondenzátorokat két egyenlő csoportra bontva az említett váltakozó áramú impendancia megfeleződik és a C_o kondenzátorra többé szükség nincs. Az U_v váltakozó feszültséget itt kétszeresre kell növelni, az U_e egyenfeszültség pedig a transzformátor középleágazásáról kapcsolható a kondenzátorokra, mivel a transzformátor szekundertekercsén az egyenáramú feszültségesés elhanyagolható. Az új kapcsolással az egyenfeszültség és az erre szuperponált váltakozó feszültség a kívánalmaknak megfelelően alakul. — A találmány a TÁKI-ban megvalósult.



1. ábra

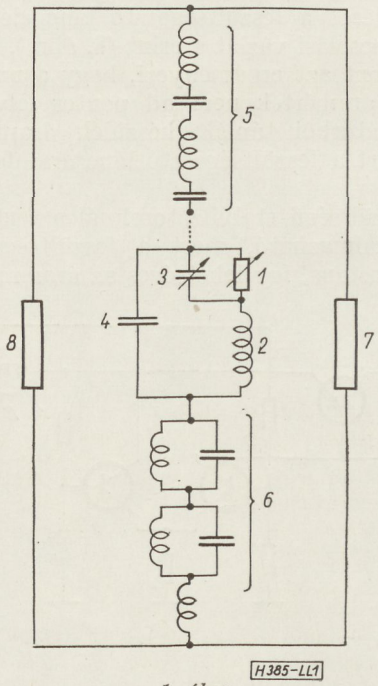


2. ábra

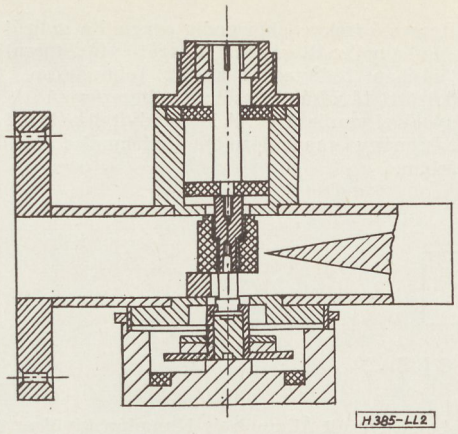
Szélessávú mikrohullámú kristálydetektor, vagy konverter

Bejelentette a Távközlési Kutató Intézet, Hartner László okl. villamos mérnök, 1962. október 9-én. (151 130; 21 a^4 36—42)

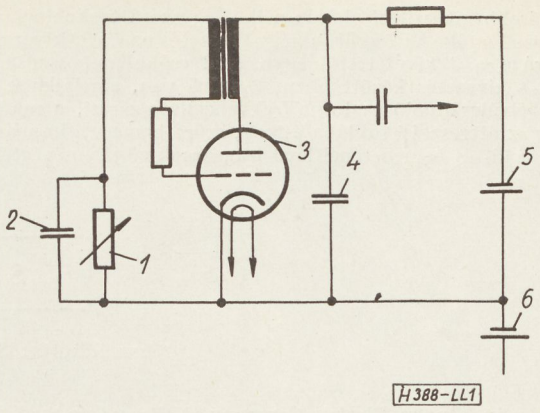
A mikrohullámú technikában ezideig alkalmazott kristálydetektorok és konverterek közül a keskenysávú, hangolt kivitelű típusok a legelterjedtebbek. Szélessávú, hangolatlan megoldásban csak egy-két frekvenciasávra kidolgozott típus ismeretes. Ilyen szélessávú kristályszerelvény használatos



1. ábra



2. ábra



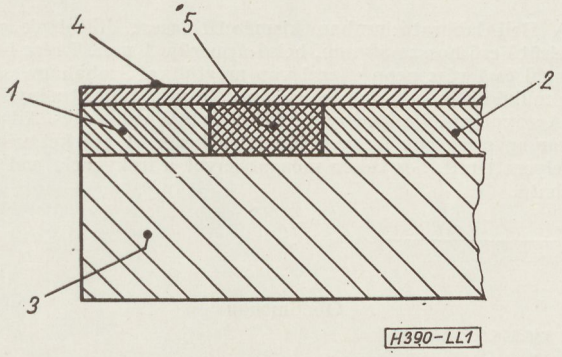
1. ábra

koaxiális és hullámvezetős kivitelben. A találmány szerinti kristálydetektor, vagy konverterszerelvény a 10 MHz-18 000 MHz sávban 1 000—4 000 MHz sávátfogásra az illesztést biztosítja, érzékenysége 0,25—0,40 V/mW az illesztett sávban, bemenő feszültség állóhullámaránya = 1,2—1,4 és nem igényli speciális mikrohullámú, dióda alkalmazását (1. ábra). Mindezt azzal éri el, hogy az *1* ellenállással, *2* induktivitással és *3* kapacitással képviselt párhuzamos rezgőkört alkot, amelynek rezonancia ellenállása illeszkedik egyfelől az *5* soros, másfelől a *6* párhuzamos rezgőkörláncból felépített impedancia transzformátoron keresztül, valamint a *7* veszteséges ellenállás teljesítményosztása révén az illető tápvonal *8* hullámellenállásához. A találmány szerinti mikrohullámú detektor vagy konverter egy kiviteli példánya a 2. ábrán látható. A találmányt a Távközlési Kutató Intézet valósította meg.

Ellenállás vagy ellenállásosztó, főleg nagyfrekvenciás célokra és eljárás ennek előállítására

Bejelentette a Műszeripari Kutató Intézet, Lomniczy Mária fizikus, 1962. október 27-én (151 117; 21c 54—56)

Az eddig ismert előállítási módszerrel a tárcsa alakú osztóellenállás osztási aránya előre meg nem határozható mértékben eltérő, a kivezető réteg az alaplemezről az ellenállásréteggel együtt igen könnyen lefejthető és az egész ellenállás csak igen nagy értékszórással gyártható. A találmány ezeket a hátrányokat kiküszöböli azzal, hogy a *3* folirozott üvegbakelit, vagy szupertinax-lemezre közvetlenül helyezik el az *1* és



1. ábra

2 fémkivezetéseket; az ezek közötti hézagokat, amelyek az ellenállásréteg szélességének felelnek meg, az *5* szilikonlakkal töltik ki; végül legfelül polimerizálás és csiszolás után az ellenállást képező *4* fémréteget viszik fel ellenőrző mérés közben. A réteg képzése ily módon a szükséges ellenállásérték elérésekor megszakítható. A találmány a Műszeripari Kutató Intézetben megvalósult.

Kapcsolási elrendezés, főleg TV-vevőkészülékek függőleges irányú képméretstabilizálására

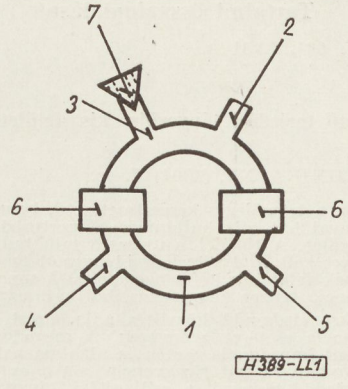
Bejelentette a Villamossági Televízió és Rádiókészülékek Gyára, Székesfehérvár, Csonki István elektromérnök, 1961. szeptember 6-án (151 141; 21 a^4 21—35)

A találmány szerinti kapcsolás az önmagában ismert vízszintes eltérítés stabilizálásának figyelembevételével a kép függőleges stabilitását 10%-os hálózati feszültségingadozás mellett is legalább + 2%-on belül tartja. A talámány értelmében a vízszintes soreltérítő áramkörben alkalmazott stabilizált áramot használják fel a függőleges irányú blocking-oszcillátor-fokozat feszültségének stabilizálására, oly módon, hogy a függőleges eltérítő *3* oszcillátorcső katódja a *4* töltőkondenzátor és az *1*, *2* rácsköri impedanciák negatív feszültségű pontjai a boosterfeszültséget előállító *5* áramforrás negatív pólusára vannak kapcsolva. Tehát az áramkör negatív sarkait földpotenciál helyett a stabilizált boosterfeszültség negatív sarkára kapcsolják. A *6* egyenfeszültség a váltakozó áramú hálózat egyenirányításával adódik. A találmány magvalósult a bejelentő vállalatnál.

Mikrohullámú csatornaváltó

Bejelentette a Budavox—Budapesti Híradástechnikai Vállalat, Uzsoky Miklós, Frigyes István és Weisz Tamás mérnökök, 1962. június 26-án (151 087; 21 a^4 64—77)

A mikrohullámú berendezésekben pl. akkor kell csatornaváltót alkalmazni, ha több egymáshoz közeli frekvencián működő berendezés közös antennára dolgozik. Adáskor, vagy vételkor biztosítania kell az energia továbbítását és az adók, illetve vevők egymás közötti zavarmentességét. Erre a célra több, nagy jósági tényezőjű mikrohullámú üregből álló szűrőrendszert, vagy megfelelően kialakított mikrohullámú hibridrendszert szoktak alkalmazni koaxiális vagy csőtápvonalas kivitelben, amelyek azonban igen bonyolultak, költségesek és a méretük nagy. Ezeken a hibákon segíteni próbáltak oly módon, hogy a csatornaváltót szalagtápvonalrendszerben alakították ki, ekkor azonban a jósági tényező sokkal kisebb, mint az előbbieké. A találmány szerinti csatornaváltó egy mikrohullámú tápvonalból kialakított nyolcpólus. Mivel az adó, illetve a vevő szelektivitása szűrőrendszerekkel sok esetben úgy is biztosított, a közös antennára dolgozó adókat, illetve vevőket csak energetikai szempontból kell egymástól elválasztani és így lehetőség nyílik olyan jósági tényezőjű elemek alkalmazására, amelyek szalagtápvonalakból is minden



1. ábra

különösebb kikészítési eljárás nélkül egyszerű technológiával is elkészíthetők. Az *1* gyűrűn négy kivezetés van. A *2* kivezetés távolsága a *3* kivezetéstől egynegyed csőhullámhosszúságú. A *3—4* kivezetés között olyan *6* szűrő van, amelyiknek az egyik elválasztandó csatorna frekvenciája a zárási, a másiké pedig az áteresztési sávjába esik. A szűrő bemeneti impedanciája a ki- és bemeneténél levő leágazások síkjában végtelen nagy, az áteresztő frekvencián pedig egyenlő a gyűrűt alkotó tápvonal hullámellenállásával. A szűrő fázisforgatása az áteresztő sávban 180° egész számú többszöröse. A *4—5* kivezetés közötti távolság $^3/_4$ csőhullámhosszúságú. A *3* kivezetés a *7* nyelővel van lezárva. A leírás kiviteli példát is ismertet. A találmány magvalósult a Belloiannisz Híradástechnikai Gyárban.

SZEMLE

Összeállította: SZILÁRD ZOLTÁN

A Japán Nippon Electric Company (NEC) mikro-read jelfogókat állított elő. A higany érintkezős típust a hosszú élettartam jellemzi. 300 évi működést garantál, percenként egy működéssel, tehát kb. 150 millió működést. A jelfogót szabadalmaztatta Japánon kívül az Egyesült Államokban, Angliában, Németországban, Svédországban, stb.

*

A 2800 MHz sávot jelölte ki az International Telecommunications Union (ITU) a szatellit távközlés részére. Az amerikai hivatalos szerv, Communications Satellite Corp. február 10-i határidővel olyan tendert írt ki, amelyek tárgya a kontinensek közötti telefon, rádió, TV és távíró közlés céljait szolgáló berendezések szállítása. A szatellit típusára nézve aktív kell, hogy legyen. (Ismeretes, hogy kétféle szatellit van, az egyik a jelet továbbítja a másik a továbbítás előtt a jelet erősíti, azaz aktív rendszerű.)

Az ATT közlése szerint a jövőben a tengeri kábelek helyett szatellit berendezéseket fog létesíteni felállítani az interkontinentális szolgálatban. Feltételezhető, hogy még néhány évi próbára lesz szükség a megbízhatóság érdekében.

*

Egymillió molibdénből készült hártya egymásra helyezve mindössze 1 cm vastagságú. Ilyen hártyát, vagy az angol nyelvhasználat szerint filmet használnak fel abban a félvezető elemben, amit a Stanford-i Kutatóintézetben (Menlo Park, Kalifornia) állítottak elő. (Mint ismeretes Menlo Parkban volt Edison laboratóriuma.) Miután az áramvivő elektronoknak igen rövid utat kell megtenniök, a kis méretek következtében igen gyors működés biztosítható, illetve igen nagy frekvenciára alkalmasak az ilyen félvezető elemek. Úgy számítják, hogy az új tranzisztorok 20 MHz frekvencia határig lesznek használhatóak.

*

Rómában tartották február elején a nyugati országok azt a konferenciát, amelyen megtárgyalták az európai nagytávolságú hálózat elméleti felépítésének kérdéseit, Telstar, illetve Echo rendszerben. Anglia a kezdeti költségekre 20 millió dollárt szándékozik befektetni abba a közös vállalatba, amelynek tagjai az Egyesült Államok és Kanadán kívül az érdekelt európai tőkés államok lennének. Feltételezhető, hogy a nemzetközi Testületnek 80—100000000 dollár alaptőkéje lesz. Maga a rendszer, mely végül is globális méretű lesz, több tőkét fog igényelni és ez lehetőséget fog nyújtani az Egyesült Államoknak arra, hogy a tőkés világ híradástechnikájában az eddiginél nagyobb szerepet vigyen.

*

Első ízben olvasunk híradást a Wire and Radio Communications, New York 1963. decemberi számában laser felhasználásról televízió műsor továbbításra. A General Electric kísérleti berendezése 800 soros TV képet, 17 km-es körzetben sugárzott. A rendszer adóból és vevőből áll. Az adó rész parabolikus reflektorral és gallium-arzenid diódával, tranzisztorizált áramkörrel és a szükséges áramforrással együtt 7×7×12 hüvelyk nagyságú.

*

A Production Engineering Research Association of Great Britain (P. E. R. A.), Nelton Nowbray, Leicestershire, tanulmányokat folytatott alacsony zajszintű, parametrikus erősítőkkel kapcsolatban VHF és UHF sávokban. Változtatható kapacitású diódákat használtak fel, de a szokásos minőség nem volt alkalmas a nagyfrekvenciák tartományában. Ezért planar-epitaxialis diódákat használtak fel, amelyek kb. 1000 MHz sávban beváltak. Az egész szerkezet nyomtatott áramkörben épült fel. Egy kiviteli példán 145 MHz sávban a belső zajtényező nem több, mint 1 dB 2 MHz szávszélességen. Az erősítés 17 dB. A szerkezet szabadalmaztatás alatt áll.

*

A Bell laboratóriumban kisméretű lasert állítottak elő. A kisütő cső hossza 50 mm, belső átmérője 1 mm. 7 rész héliummal és 1 rész neon gázzal van megtöltve. Szobahőmérsékten működik és mindkét irányban 0,25 mW teljesítményt ad le. A szivattyúteljesítményhez 470 V és 2 W szükséges. A laser sugár egyetlen egy frekvencián jelentkezik. A cső két végén elhelyezett reflexiós tükör mozgatásával a frekvencia változtatható.

Tartalmi összefoglalások

ETO 538.566.5: 621.372.81

Kása I.:

A hullámvezető terjedési tényezője kis felületi impedancia esetén

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 7. sz.

A cikk megadja a tetszőleges keresztmetszetű, homogén, kis felületi impedanciával határolt hullámvezető perturbált módusainak terjedési tényezőjét. A tökéletesen vezető falú hullámvezető módusainak saját értékeit, illetve terjedési tényezőit ismertnek tekintve mágneses terének felületmenti (tangenciális) komponenseiből és a felületi impedancia tenzor komponenseiből határozza meg.

Az eredményeket elsőrendű közelítés adja, ezért azok csak kis felületi impedancia esetére érvényesek. A megadott eredmények anizotrop felületi impedancia esetén is alkalmazhatóak és a teljes frekvenciasávban (a határfrekvencia alatt és közelében is) megadják a terjedési tényező, a csillapítási tényező, és a fázis tényező értékét.

Обобщения

ДК 538.566.5:621.372.81

И. Каша:

Коэффициент распространения волноводов с малым поверхностным импедансом

HIRADÁSTECNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, БУДАПЕШТ) XV. (1964) И° 7

Дан коэффициент распространения нарушенных видов колебаний в однородных волноводах любого сечения, заграниченных малым поверхностным импедансом. Считая известными сообственные величины и коэффициенты распространения видов колебаний в волноводах с стенами совершенной проводимости, определены нарушения из тангенциальных составляющих магнитного поля волноводов с стенами совершенной проводимости и из составляющих тензора поверсностного импеданса.

Результаты даны с приближением первого порядка, поэтому эти имеют силу только в случае малого поверхностного импеданса. Полученные результаты могут быть применены тоже в случае анизотропического поверхностного импеданса и доставляют величины коэффициента распространения, коэффициента затухания и коэффициента фазы в полной полосе частот, включительно области под частотой среза и в ее соседстве.

ETO 621.391.1: 654'94

Váraljai V. — Mazgon S.:

Az adatátvitel időszerű kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 7. sz.

A szerzők áttekintő ismertetést adnak az adatátvitel helyzetéről, bemutatják egy adatközlő csatorna főbb részeit és a részek funkcióit. A cikk a továbbiakban ismerteti az adatátvitel fontosabb műszaki követelményeit és értékeli a jelenlegi hírközlő hálózatok alkalmazását az adatátvitelre és az adatátviteli mérések problémáit. Végül a szerzők vázolják az adatátvitel további fejlődésének irányvonalait.

ETO 378.962.139 : 371.214 (47 : 439)

Halász E.:

A híradástechnikai mérnökök egyetemi képzésének néhány kérdése.

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 7. sz.

Szerző a Rádiótechnika (Szovjetunió) 1963. májusi számában I. G. Kljáckin, E. T. Dementyev és M. Sz. Nejman a híradástechnikus mérnökök korszerű képzésének problémáiról megjelent 3 cikket ismertet. Az említett szerzők által javasolt tanterv fő irányvonala: alapos, általános híradástechnikai ismeretek elsajátítása, majd az ezen felépülő ágazati jellegű mérnökképzés. Az általános képzés 4 fő témacsoportja a Hálózatelmélet, az Elektronika alapjai, az Elektromágneses hullámok és a Híradástechnikai rendszerek elmélete. Szerző összehasonlítás céljából a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai szak nappali tagozatán 1963. szeptemberétől bevezetett reform tantervét ismerteti.

ETO 621.39 : 161.12

Horváth Gy.:

A rendszertechnika kiinduló kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 7. sz.

A híradástechnikai rendszer fogalma megfelel a filozófiai minőség kategóriájának. A híradástechnikai termékek négy minőségi szintre sorolhatók be, ezek felülről lefelé: hírháló, berendezés, áramkör, alkatrész. A szintek közötti strukturális kapcsolat tartalmát gyakorlati és egyre növekvő minőségű elméleti ismeretek fejezik ki. A rendszerek fejlődését a társadalmi szükséglet és a műszaki lehetőségek közötti ellentmondás mozgatja. A rendszerek fontos tulajdonságai a gyártási, rendszertervezési és üzemviteli folyamatok során mutatkoznak meg. Rendszertechnikai munkához átfogó érdeklődésű emberekre van szükség.

ETO 621.311.6:621.316.722.1 : 621.382.3

Kovács S.:

Tranzisztoros stabilizált tápegységek konstrukciós kérdései

HÍRADÁSTECHNIKA XV. (1964) 7. sz.

A szerző e cikkben egy korszerű tranzisztoros stabilizált tápegység kérdéseit tárgyalja. A bevezetőben az eddig kialakult kapcsolások egy fő típusát ismerteti. A következő fejezetben az időszerű konstrukciós problémákat taglalja, így megoldást ad nagyobb feszültségek létrehozására (50 V felett), a maradékáramok és előterhelés csökkentésére, a fogyasztott áram korszerű mérésére, végül a túlterhelés elleni hatásos védelemre.

Zusammenfassungen

DK 538.566.5: 621.372.81

I. Kása:

Übertragungsfaktor des Wellenleiters mit kleinem Oberflächenimpedanz

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 7.

Der Artikel gibt de Übertragungsfaktor der gestörten Schwingungstypen des Wellenleiters beliebigen Querschnittes. bregrenzt durch eine kleine homogene Oberflächenimpedanz. Der Verfasser bestimmt die Störung aus den tangentialen Komponenten des Magnetfeldes des Wellenleiters mit vollkommen leitender Wandung und aus den Kompomenten der tenseriellen Oberflächenimpedanz, wobei die Eigenwerte des betreffenden Wellenleiterw als bekannt angenommen werden. Die Ergebnisse werden in erstmaliger Annäherung angegeben, deshalb sind sie nur im Falle kleiner Oberflächenimpedanz gültig. Die angegebenen Ergebnisse sind auch im Falle anizotroper Oberflächenipedanz verwendbar und geben den Wert des Übertragungs faktors, des Dämpfungsfaktors und des Phasenfaktors im vollständigen Frequezband an (auch unter und in der Nähe der Grenzfrequenz).

DK 621.391.1: 654.94

V. Váraljai—S. Mazgon:

Aktuelle Probleme der Datenübertragung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 7.

Die Verfasser erörtern die Lage der Datenübertragung, machen die wichtigsten Teils eines Datenübertragungskanals und derer Funktion bekannt. Sie beschäftigen sich mit den technischen Bebürfnissen der Datenübertragung, schätzen die Datenübertragungsfächigkeit der jetztigen Kommunikagiosnetzie und die Prodleme der Messungen.

ДК 621.391.1;654.94

В. Вараляи — Ш. Маэгон:

Уктуалъные вопросы передачи данных

HIRADÁSTECNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА. БУДАПЕШТ) XV (1964) И° 7

Дан обзор о положении передачи данных, показаны основные части канала для передачи данных и функции частей. В дальнейшем изложены важнейшие технические требования передачи данных, анализированы пригодность настоящих сетей связи для передачи данных и проблемы измерения передачи данных. Наконец даны направления дальнейшего развития передачи данных.

Дк 378.962.139:371.214 (47:439)

Э. Халас:

Некорорые вопрпсы образования инженеров для техники связи на университетах

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 7

Излагается содержание трех статьей опубликованных авторами И. Г) Кляцкиным, Е. П. Дементьевым и М. С. Нейманом в номере 5 (май) 1963 г. журнала «Радиотехника» по проблемам современного образования инженеров для техники связи. Учебный план предложенный упомянутыми авторами содержит как основное направление: освоение основательных общих знаний техники связи, потом образование инженеров отраслевого характера по данному основанию.
Четыре группы тем общего образования следующие: теория цепей, основы электроники, электромагнитные волны и теория систем техники связи. С целью сравнения дан реформированный учебный план дневной секции Электрического факультета Будапештского Технического Университета для инженеров техники связи, осуществленный с месяца сентября 1963 г.

Дк 621.39:161.12

Д. Хорват:

Исходящие вопросы техники систем

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) № 7

Понятие системы связи соответствует категории философского качества Продукты техники можно распределять в четыре уровни, эти сверху книзу: сеть связи, аппаратура, цепь, деталь. Содержание структурных связей между уровнями выражаются практическими и все более качественными теоретическими знаниями. Развитие систем продвигается противоречием между общественными потребностями и техническими возможностями. Важные свойства систем показываются по процессам производства, проектирования систем и эксплуатации. Работа в области техники систем требует людей широкого интереса.

ДК 621.311.6 : 621.316.722.1 : 621.382.3

Ш. Ковач:

Конструкционные вопросы стабилизированных блоков питания на транзисторах

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XV. (1964) №7

Трактуются вопросы современного блока питания на транзисторах. В первую очередь описан основной тип схем применяемых в настоящее время. В следующей части изложены конструкционные проблемы. Даны решения по генерированию высших напряжений (свыше 50 в), по уменьшенино остаточных токов и добавочных нагрузок, по точному измерению потребления тока наконец по эффективной защите от перегрузок.

Summarie

UDC 538.566.5: 621.372.81

I. Kása

Propagation Factor of Wave Guides in Case of Smal Impedancy

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964.) N° 7.

The paper gives the propagation factor of the perturbed mode for waveguides with arbitrary cross-section limited with a small homogen surface impedance. Knowing the propagation factors of the modes of the waveguide with perfectly guiding wall the auther determines the perturbation from the tangential component of the magnetic field of the waveguide with perfectly conducting wall and from the components of dyadic therefore these are valid only for small surface impedances. The given results may be used for anisotropic impedance, too and give the values of the propagation factor, the attenuation factor and phase factor in the whole frequency range (also below and near the cut-off frequency).

UDC 621.391.1: 654.94

V. Váraljai—S. Mazgon

Actuel Problems of Data Transmission

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) N° 7.

The authors give an information of the situation of data transmission. They present the principial parts of a data transmission channel and the function of the same. They describe the important technical requirements of the data transmission, estimate the ability of the existing communication network for data transmission and the problems of its measurements.

DK 378.962.139 : 371.214(47 : 439)

E. Halász:

Einige Probleme der Universitätsbildung der Ingenieure der Fernmeldetechnik

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 7.

Der Verfasser erörtert drei Artikel die in dem Fachorgan Radiotechnika Mai 1963 (Sowjetunion) greschrieben von I. G. Kljackin, E. T. Demetyev und M. S. Nejman erschienen, und die praktische Probleme der modernen Bildung der Ingenieure der Fernmeldetechnik behandeln. Die Grundtendenzen des angetragenen Unterrichtsplans sind: gründliche Erlernung der allgemeinen fernmeldetechnischen Kenntnisse und die auf demselben Grund aufgebaute falkultative Ingenieursbildung. Die vier Hauptkategorien der allgemeinen Bildung sind: Netztheorie, Grundsätze der Elektronik, elektromagnetische Wellen und die Theorie der fernmeldetechnischen Systeme. Zwecks Vergleichung macht der Verfasser den in der Elektrotechnischen Tagesfakultät der Technischen Universität Budapest, seit September 1963 eingeführten Reformstudienplan bekannt.

DK 621.39 : 161.12

G. Horváth:

Ausgangsprobleme der Systemtechnik

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) Nr 7.

Der Begriff des fernmeldetechnischen Systems entspricht der Kategorie der philosophischen Qualität. Die fernmeldetechnischen Produkte können auf vier Niveaus aufgeteilt werden. Diese sind von oben nach unten: Informationsnetzwerk, Gerät, Stromkreis, Bauelemente. Der Inhalt des strukturellen Zusammenhanges zwische den Stufen wird durch praktische und theoretische Kenntnisse von immer wachsender Qualität ausgedrückt. Die Entwicklung der Systeme wird von dem Widerspruch der sozialen Bedüfrnisse und der technischen Möglichkeiten befördert. Die wichtigen Qualitäten der Systeme zeigen sich während der Systemplanung und Betriebsführung. Zu der systemtechnischen Arbeit sind Menschen von umfassender Interesse notwendig.

DK 621.311.6 : 621.316.722.1 : 621.382.3

S. Kovács:

Konstruktionsprobleme der mit Transistor stabilisierten Speisegeräte

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), XV. (1964.) Nr 7.

Der Verfasser erörtert die Probleme des modernen mit Transistor stabilisierten Speisegerätes. In dem Vorwort wird ein neuer Hauptyp der bis jetzt ausgebildeten Schaltungen beschrieben. In dem folgenden Kapiteln erörtert er die zeitgemässigen Konstruktionsprobleme, gibt eine Lösung für die Erzeugung höherer Spannungen (über 50 V), für die Verminderung der Restströme und Vorbelastung, für die moderne Messung des Stromverbrauches und zum Schluss gibt er eine Lösung für den Schutz gegen Überlastung.

UDC 378.962.139 : 371.214(47 : 439)

E. Halász:

Certain Problems Concerning the University Education of the Engineers for Telecommunication

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) N° 7.

The author presents three papers concerning the problems of the modern teaching of the telecommunication engineers published in the review „Radiotehnika" May 1963 (USSR) written by I. G. Klyatskin, E. T. Demetev and M. S. Neyman. The main trends of the plan of studies are: aquiring the profound telecommunication knowledge and the engineer's facultative education based on the same. The four main item categories of the general education are: circuit theory, principles of electronics, electromagnetic waves and the theories of telecommunication systems. To make a comparison the author presents the reformed plan of studies introduced in the day-time faculty for Electrical Engineering in the Polytechnical University of Budapest, in September 1963.

UDC 621. 39 : 161. 12

Gy. Horváth:

Basic Problems of System Engineering

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) N° 7.

The concept of the telecommunication system engineering corresponds to the cathegory of philisophical quality. The products of the telecommunication industry may be categorized into four quality levels which are downwards: information network, equipment, circuit and components. The contents of the structural connection between the levels is expressed by practical and theoretical knowledge with successfully increasing quality. The important qualities of the systems present themselves during the processes of production system planning and service. Sharp-mindend people are important for the work of system engineering.

UDC 621.311.6 : 621.316.722.1 : 621.382.3

S. Kovács:

Constructional Problems of Transistor Stabilized Supply Units

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964.) N° 7.

The author deals with the problems of up-to-date transistor stabilized supply units. In the introduction he presents one of the main types of the circuits developed up to the present. He describes the modern constructional problems and gives solutions to produce higher voltages (over 50 V), to reduce rest current and bleeder load, finally to the modern measurement of current and to the effective protection against overload.

Résumés

CDU 538.566.5: 621.372.81

I. Kása:

Facteur de propagation d'une guide d'ondes en cas d'une impédance basse de surface

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) N° 7.

L'article donne les facteurs de propagation des modes perturbées des guides d'ondes homogènes ayants une impédance basse de surface. Considérant connes les valeurs propres (eigenvalues) des modes et les facteurs de propagation des guides d'ondes avec murs de conductivité parfaite, l'auteur détermine la perturbation par les composants tangentiels du champs magnétique et parles composants du tensor d'impédance de surface des guides d'ondes avec murs de conductivité parfaite.
Les resultats sont donnés par des approximations de premier ordre, à cause de cela ils sont valables seulement en cas d'une impédance basse de surface. Les resultats donnés puvent être appliqués aussi en cas de l'impédance de surface anisotropique et donnent les valeurs du facteur de propagation, de l'attenuation et de la phase dans la bande de fréquence totale (aussi au-dessous et auprès de la fréquence de limite).

CDU 621.391.1. 654.94

V. Váraljai—S. Mazgon:

Problèmes actuels de la transmission des domées

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) N° 7.

Les auteurs donnent une information de la situation de transmission des dennées, font connaître les principales parties d'un canal de transmission et la fonction des mêmes. Il présentent les exigences techniques plus importantes de la transmission et estiment l'aptitude des réseaux de communication actuels pour la transmission des données et des problèmes de mesure.

CDU 378.962.139 : 371.214(47 : 439)

E. Halász:

Quelques problèmes de l'enseignement universitaire des ingénieurs de tèlècommunication

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) N° 7.

L'auteur présente trois articles concernant des problèmes de l'éducation moderne des ingénieurs de télécommunication publiés dans la revue „Radiotehnika" Mai 1963 (Union Soviétique) écrits par I. G. Kliatskin, E. T. Demetev et M. S. Neiman. Les tendances principales du programme d'enseignement sont: acquérir profondément des connaissances générales de la télécommunication et l'éducation facultative des ingénieurs sur la méme base. Les quatre catégories principales de l'enseignement générale sont: théorie de circuit, les bases de l'électronique, les ondes éléctromaguétiques et la théorie des systèmes de télécommunication. Pour faire une comparaison l'auteur présente le programme d'enseignement réformé de la faculté de jour des Ingénieurs Électriciens de la Télécommunication de l'Université Polytechnique de Budapest introduit depuis septembre 1963.

CDU 621.39 : 161.12

Gy. Horváth:

Les questions initiales des systèmes techniques

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964) N° 7.

Le concept d'un système de télécommunication est conforme à la catégorie de la qualité philosophique. Les produits de el'industrie télétechnique peuvent être divisées en quatre niveaux qualitatifs. Ceux-ci sont de haut en bas: réseau d'information, equipment, circuit, pièces détachées. Le contenu de la connection structurelle des niveaux est exprimé par les connaissances pratiques et théoretiques d'une qualité augmentant de plus en plus. Le développement des systèmes est avancé par la contradiction du besoin social et les possibilités techniques. Les importantes qualités du système se montrent par les procédés de fabrication, de projets de système et exploitation de l'entreprise. Le travail du système technique exige des gens d'un esprit pénétrante.

CDU 621.311.6:621.316.722.1:621.382.3

S. Kovács:

Problémès de construction des unités d'alimentation stabilisées à transistor

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XV. (1964.) N° 7.

L'auteur présente une unité d'alimentation stabilisé à transistors. Au commencement il fait connaître les constructions principales, puis il discute des problèmes actuels. Ainsi il donne solutions de la production des tensions élevées (en desuss de 50 V), de la diminuation du courant résiduel et de la charge permanente, du mesure moderne du courant, enfin de la protection efficace contre surcharge.

OMSZ SZÉCHENYI KÖNYVTÁR

TRANSZFORMÁTOR KTSZ.

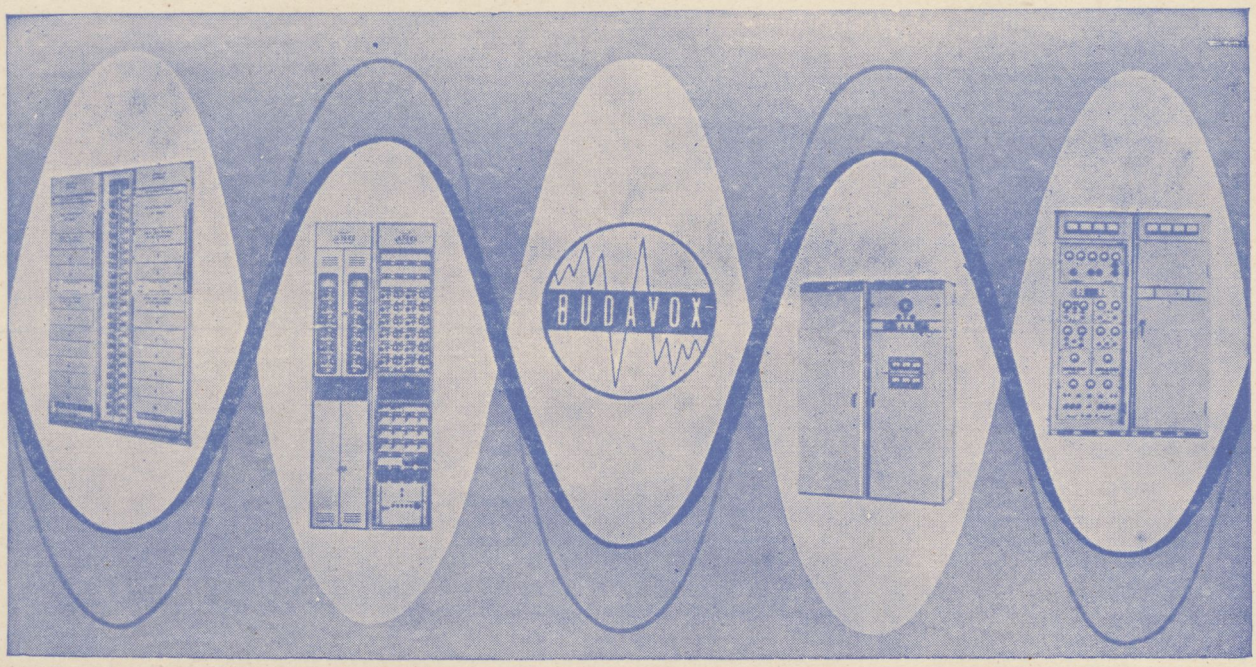
Budapest, VII., Nefelejts utca 39. Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek:
anyagvizsgáló röntgenberendezések,
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyorsszabályozók:
váltakozó áramú stabilizátorok,
generátor gyorsszabályozók

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

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



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

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

BUDAVOX

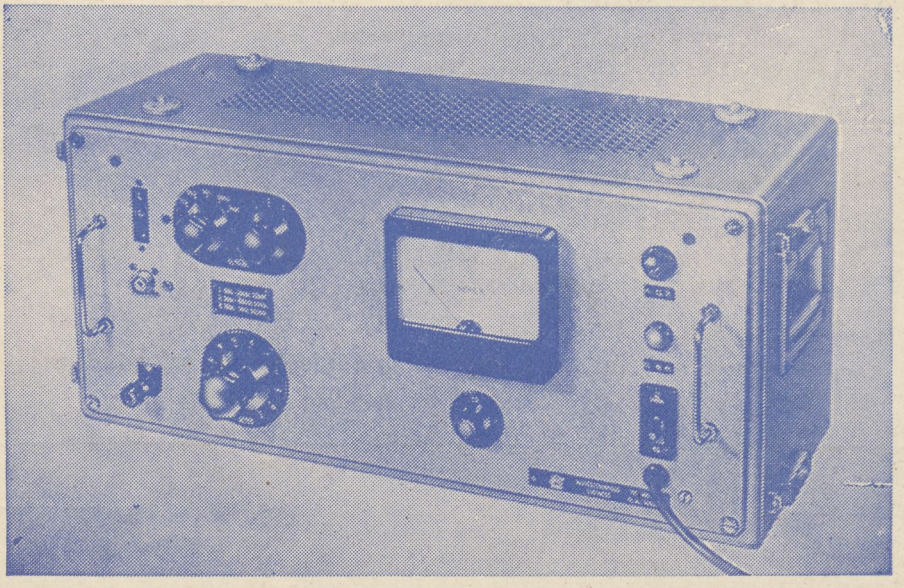
BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT

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

A lap példányonkénti eladási ára: 4,— Ft

TT 1102 TYP. NAGYÉRZÉKENYSÉGŰ SZINTMÉRŐ

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



Műszaki adatok:

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

GYÁRTJA:

ELEKTRONIKA

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

Elektronika KTS BUDAPEST