

E 870

# HÍRADÁS- TECHNIKA



A HÍRADÁS-  
TECHNIKAI  
TUDOMÁNYOS  
EGYESÜLET  
LAPJA

6

XXI. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM, 161–192 OLDAL, BUDAPEST, 1970. JÚNIUS HÓ



# HÍRADÁS- TECHNIKA



1970. június, XXI. évfolyam, 6. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

## TARTALOM

|                                                                                                                               |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| FERENCZ CSABA: Hullámterjedés tetszőleges tulajdonságú lineáris közegekben .....                                              | 161           |
| FEJES LÁSZLÓ—BEKE ISTVÁN—KOBLINGER LÁSZLÓ: Többemitteres integrált áramköri tran-<br>zisztorok egyenáramú tulajdonságai ..... | 164           |
| SZTANKOVICS LÁSZLÓ: Integrált áramkörök hordozóiként alkalmazott szigetelő anyagok .....                                      | 169           |
| MAKAY ATTILA: Elsőbbségi és statisztikusan választó áramkörök elektronikus telefonközpontokban ...                            | 175           |
| DR. GÉHER KÁROLY: Számítógép programok katalógusa 1969 .....                                                                  | 178           |
| SZEKERES BÉLA: Antennákkal kapcsolatos fontosabb fogalmak .....                                                               | 185           |
| Szemle .....                                                                                                                  | 163, 168, 189 |
| Tartalmi összefoglalások .....                                                                                                | 190           |
| Обобщения .....                                                                                                               | 191           |
| Zusammenfassungen .....                                                                                                       | 191           |
| Résumés .....                                                                                                                 | 192           |
| Summaries .....                                                                                                               | 192           |

Szerkesztőség: BOGLÁR GYULA főszerkesztő, SZŐLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, BALOG PÁL, DR. SÁRKÖZY GÉZA kandidátus és MAY PÉTER tudományos szerkesztők, DR. FLESCHE ISTVÁN, DR. RUPPENTHAL PÉTER szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest, V., Szabadság tér 5–6. III. em. 320. Telefon: 183-772 — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon: 113-027

Szerkesztő bizottság tagjai: ALMÁSSY GYÖRGY, a műszaki tudományok doktora, 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, KÖMŰVES FRIGYES kandidátus, LAJKÓ SÁNDOR, MAGÓ KÁLMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER, a műszaki tudományok doktora, VÍG ISTVÁN

**INDEX: 25.375**

## HÍRADÁSTECHNIKA

Kiadja a Lapkiadó Vállalat Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon 221-285. Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V József, nádor. tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: félévre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. Csekk számlaszám: egyéni 61,254, közületi 61,066 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTURA” P. O. B. 149 Budapest, 62.

70.4333 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: JANKA GYULA igazgató





FERENCZ CSABA

## Hullámterjedés tetszőleges tulajdonságú lineáris közegekben

ETO 538.566 : 621.371

Az alábbiakban inhomogén, anizotróp, időben változó és áramló közegekben való hullámterjedést vizsgálunk. A közegjellemzők változási sebességére [1, 3] nem teszünk megkötéseket. Egyetlen megszorításunk, hogy

$$\begin{aligned}\bar{E} &= \bar{E}_0 e^{j(\omega t - \varphi)}, \\ \bar{E}_0 &= \text{áll.}, \varphi = \varphi(F)\end{aligned}\quad (1)$$

alakú vagy ilyen tagok összegeként előállítható megoldást keresünk.

A tárgyalás során feltételezzük, hogy a közegjellemzők értékét (sűrűség, ionizáció stb.) a terjedő hullám nem változtatja meg.

A tárgyalás a korábbi cikkekben [1, 2, 3, 4] ismertetett általános diszperziós egyenletre felépülő vizsgálati mód egyik lehetséges általánosítása. Más általánosítási lehetőséggel a korábbi cikkekben foglalkoztunk [2, 3].

### 1. A probléma megoldása időben állandó, nyugvó közegekben

Tételezzük fel, hogy a közeg jellemzői  $\bar{\epsilon}(\bar{r}, t)$  és  $\bar{\mu}(\bar{r}, t)$ , relatív permittivitás és permeabilitás, ahol  $\bar{\epsilon}$  az ismert módon tartalmazza a vezetési tagot vagy tagokat is. A Maxwell-egyenletek a  $\nabla$  szimbólum alkalmazásával:

$$\begin{aligned}\nabla \times \bar{H} &= j\omega \epsilon_0 \bar{\epsilon} \bar{E} \\ \nabla \times \bar{E} &= -j\omega \mu_0 \bar{\mu} \bar{H} \\ \nabla(\bar{\mu} \bar{H}) &= 0 \\ \nabla(\bar{\epsilon} \bar{E}) &= 0,\end{aligned}\quad (2)$$

ahol  $\epsilon_0$  és  $\mu_0$  vákuum permittivitása és permeabilitása,  $\bar{r}$  a helyzetvektor,  $t$  az idő,  $\bar{\epsilon}$  és  $\bar{\mu}$  a közeg relatív permittivitása és permeabilitása,  $\bar{E}$  az elektromos térerősség vektor,  $\bar{H}$  a mágneses térerősség vek-

tor,  $\omega$  a jel körfrekvenciája,  $\varphi$  a teljes fáziscsökkenés értéke.

$$\bar{D} = \epsilon_0 \bar{\epsilon} \bar{E}, \quad \bar{B} = \mu_0 \bar{\mu} \bar{H}, \quad (3)$$

ahol  $\bar{D}$  az eltolási és  $\bar{B}$  az indukció vektor.

Vezessük be az ismert általános terjedési vektort [1]:

$$\bar{K} = \text{grad } \varphi. \quad (4)$$

Átírjuk a (2) egyenletrendszer a

$$\nabla \times \nabla \times \bar{v} = \nabla(\nabla \cdot \bar{v}) - \nabla^2 \bar{v} \quad (5a)$$

ismert összefüggés felhasználásával, továbbá alkalmazzuk az

$$\bar{\epsilon} = \bar{1} + \bar{e} \quad \text{és} \quad \bar{\mu} = \bar{1} + \bar{m} \quad (5b)$$

anyagjellemző alakokat. Ekkor

$$\nabla(\bar{e} \bar{E}) = \bar{e}_\nabla \bar{E} - j \bar{K} \bar{E} - j \bar{K} \bar{e} \bar{E}, \quad (6)$$

ahol

$$e_{\nabla k} = \sum_i \frac{\partial e_{ik}}{\partial x_i}; \quad K_{e \nabla ik} = K_i e_{\nabla k}, \quad (6a)$$

és értelemszerűen

$$m_{\nabla k} = \sum_i \frac{\partial m_{ik}}{\partial x_i}; \quad K_{m \nabla ik} = K_i m_{\nabla k}. \quad (6b)$$

A (4), (5) és (6) egyenletek felhasználásával az [1]-ben látott módon a (2) egyenletrendszer

$$\begin{aligned}[j(\nabla \bar{K} \bar{1} - \text{grad } \bar{K} + \bar{K} e_\nabla) + (K^2 \bar{1} + K \bar{e} - k_0^2 \bar{\epsilon})] \bar{E} &= \\ &= -j\omega \mu_0 \nabla \times \bar{m} \bar{H} \\ [j(\nabla \bar{K} \bar{1} - \text{grad } \bar{K} + \bar{K} m_\nabla) + (K^2 \bar{1} + \bar{K} \bar{m} - k_0^2 \bar{\mu})] \bar{H} &= \\ &= j\omega \epsilon_0 \nabla \times \bar{e} \bar{E}\end{aligned}\quad (7)$$

alakba írható, ahol  $k_0^2 = \omega^2 \epsilon_0 \mu_0$  és

$$K = \begin{bmatrix} K_1^2 & K_1 K_2 & K_1 K_3 \\ K_1 K_2 & K_2^2 & K_2 K_3 \\ K_1 K_3 & K_2 K_3 & K_3^2 \end{bmatrix}.$$



Vezessük be a bal oldalon szereplő tenzorok jelölésére az  $\bar{\mathcal{L}}_e$ , ill.  $\bar{\mathcal{L}}_m$  jelölést. A (7) egyenletrendszer jobb oldalai átalakíthatók:

$$\begin{aligned}\bar{\nabla} \times \bar{m} \bar{H} &= \bar{\mu}_{\nabla} \bar{H} - jK \times \bar{m} \bar{H} \\ \bar{\nabla} \times \bar{e} \bar{E} &= \bar{\varepsilon}_{\nabla} \bar{E} - j\bar{K} \times \bar{e} \bar{E},\end{aligned}\quad (8)$$

ahol

$$\mu_{\nabla} = \begin{bmatrix} \left( \frac{\partial m_{31}}{\partial x_2} - \frac{\partial m_{21}}{\partial x_3} \right) \left( \frac{\partial m_{32}}{\partial x_2} - \frac{\partial m_{22}}{\partial x_3} \right) \left( \frac{\partial m_{33}}{\partial x_2} - \frac{\partial m_{23}}{\partial x_3} \right) \\ \left( \frac{\partial m_{11}}{\partial x_3} - \frac{\partial m_{31}}{\partial x_1} \right) \left( \frac{\partial m_{12}}{\partial x_3} - \frac{\partial m_{32}}{\partial x_1} \right) \left( \frac{\partial m_{13}}{\partial x_3} - \frac{\partial m_{33}}{\partial x_1} \right) \\ \left( \frac{\partial m_{21}}{\partial x_1} - \frac{\partial m_{11}}{\partial x_2} \right) \left( \frac{\partial m_{22}}{\partial x_1} - \frac{\partial m_{12}}{\partial x_2} \right) \left( \frac{\partial m_{23}}{\partial x_1} - \frac{\partial m_{13}}{\partial x_2} \right) \end{bmatrix} \quad (9)$$

és  $\bar{\varepsilon}_{\nabla}$  az  $\bar{e}$  tenzorból értelemszerűen képezhető. Az [1]-ben használt jelölésekkel összhangban legyen

$$\begin{aligned}\bar{P} \dots &= j\omega \varepsilon_{0\nabla} + \omega \varepsilon_0 \bar{K} \times \bar{e} \dots, \quad \bar{M} \dots = j\omega \mu_0 \bar{\mu}_{\nabla} + \\ &= \omega \mu_0 \bar{K} \times \bar{m} \dots\end{aligned}\quad (10)$$

Mindezek alapján a (7)  $\bar{E}$  és  $\bar{H}$  ismeretlenekben lineáris, homogén egyenletrendszernek akkor létezik triviálisól különböző megoldása, ha az általános diszperziós egyenlet teljesül, azaz

$$|\bar{\mathcal{L}}_c + \bar{M} \bar{\mathcal{L}}_m^{-1} \bar{P}| = 0 \quad (11a)$$

vagy ezzel ekvivalens alakban

$$|\bar{\mathcal{L}}_m + \bar{P} \bar{\mathcal{L}}_c^{-1} \bar{M}| = 0. \quad (11b)$$

Abban az esetben, ha csak az egyik anyagjellemző tenzor [5], akkor az alábbi két, a közeg *linearitásán* és a *szinuszos alapmodusokból összetehető megoldás*-keresésén kívül semmilyen megkötést nem tartalmazó diszperziós egyenletet kapjuk:

$$|K^2 \bar{1} + \bar{K} \bar{e} - k_0^2 \bar{e} + j(\bar{\nabla} \bar{K} \bar{1} - \bar{\text{grad}} \bar{K} + \bar{K}_{e\nabla})| = 0, \quad (12)$$

illetve

$$|K^2 \bar{1} + \bar{K} \bar{m} - k_0^2 \bar{\mu} + j(\bar{\nabla} \bar{K} \bar{1} - \bar{\text{grad}} \bar{K} + \bar{K}_{m\nabla})| = 0. \quad (13)$$

Az egyenletek megadják a terjedéskor fellépő  $\varphi(\bar{r})$  függvényt, s ezután a Maxwell-egyenletekből a peremfeltételek ismeretében az  $\bar{E}_0$  és  $\bar{H}_0$  állandók is meghatározhatók. A teljes hullámképet a (11), (12) vagy (13) megoldásaként adódó összes  $\varphi(\bar{r})$  függvényhez tartozó alapmodusok lineáris kombinációja adja.

## 2. Az eredmény általánosítása időben változó és áramló közegekre

### 2.1. Időben változó közegek

Egyszerűen belátható, hogy az [1]-ben látott módon az 1. részben végzett levezetés változó közegek esetén megismételhető. Az [1]-ben használt jelölésekkel összhangban az

$$\begin{aligned}\bar{M} \rightarrow \bar{M}^* \dots &= j\omega \bar{\mu}_0 \bar{\mu}_{\nabla}^* + \omega \mu_0 \bar{K} \times \bar{m}^* \dots \\ \bar{P} \rightarrow \bar{P}^* \dots &= j\omega \varepsilon_0 \bar{\varepsilon}_{\nabla}^* + \omega \varepsilon_0 \bar{K} \times \bar{e}^* \dots \\ \omega \rightarrow \omega^* &= \omega - \frac{\partial \varphi}{\partial t}\end{aligned}\quad (14)$$

$$\bar{e} \rightarrow \bar{e}^* = \bar{e} - j \frac{1}{\omega^*} \frac{\partial \bar{e}}{\partial t} = 1 + \bar{e}^*$$

$$\bar{\mu} \rightarrow \bar{\mu}^* = \bar{\mu} - j \frac{1}{\omega^*} \frac{\partial \bar{\mu}}{\partial t} = \bar{1} + \bar{\mu}^*$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{\mu}_{\nabla} &\rightarrow \bar{\mu}_{\nabla}^* \\ \bar{\varepsilon}_{\nabla} &\rightarrow \bar{\varepsilon}_{\nabla}^* \end{aligned} \right\} \quad (9)\text{-nek megfelelően } \bar{m}^* \text{ és } \bar{e}^* \text{ alapján értelemszerűen képezhetők}$$

jelölések bevezetése után a (11), (12), illetve (13) egyenletek változatlanul érvényesek. Megjegyzendő, hogy

$$\bar{K} \bar{m}; \bar{K}_{m\nabla}; \bar{K} \bar{e} \text{ és } \bar{K}_{e\nabla}$$

változatlan az új egyenletekben.

### 2.2. Áramló közegek

A korábbi publikációkban [2, 3, 6] alkalmazott módszerrel belátható, hogy a

$$\bar{K} \rightarrow \bar{K} = \bar{K} + (\bar{K} \bar{\text{Grad}} \bar{v})t$$

helyettesítéssel vagy általánosabban

$$\bar{\Phi} = \omega_0 t - \varphi; \quad \varphi = \Delta \omega t + \varphi; \quad \omega_0: \text{gerjesztési frekvencia}$$

$$\bar{K} = -\text{Grad } \varphi; \quad \omega = \frac{\partial \bar{\Phi}}{\partial t} \quad (15)$$

jelölések alkalmazásával megkapjuk a kontinuumnak tekinthető áramló közegben terjedő hullámképet a (11), (12), illetve (13) egyenlet segítségével, ha  $\bar{K}$ -t tekintjük terjedési vektornak, és az említett egyenletek egyikéhez hozzávesszük az áramlást jellemző [3]

$$\frac{-\partial \bar{K}}{\partial t} = \bar{K} \text{ Grad } v \quad (16)$$

nem relativisztikus egyenletet.

Az így nyerhető megoldások, a nem relativisztikus közelítés miatt csak  $v/c$  nagyságrendben helyesek, míg a  $(v/c)^i$ ,  $i \geq 2$ -vel arányos tagokat az eredményben *nullával kell helyettesíteni*.

A relativisztikus vizsgálat a magasabbrendű tagok jelentkezését is megengedi — alkalmazásának eredménye látható pl. [6]-ban — azonban ekkor egyszerű módon csak úgy kaphatunk eredményt, ha a sebességet ugrásfüggvényekkel írjuk le. Az állandó sebességű tartományokban az előzőekből ismert inhomogén megoldásokat megkeressük és kapcsolatukat a Lorentz-transzformáció adja meg. E kérdéssel, valamint az itt felmerülő fotonelnyelés-törésmutató kapcsolattal későbbi publikációkban foglalkozunk.

## 3. Az eredmények alkalmazhatóságának igazolása

### 3.1. Izotróp, inhomogén, egyirányban változó plazma

Ebben az esetben legyen  $\bar{e} = \bar{1} \varepsilon(x)$ ;  $\bar{\mu} = \bar{1}$ . Az irodalomból ismeretes a megoldás, ha a terjedés iránya az  $x$  tengellyel párhuzamos [7, 8]. A (12) egyenletet felhasználva és figyelembe véve, hogy a speciális



terjedési irány miatt  $\vec{K} = \frac{d\varphi}{dx} \vec{i}$ , az alábbi diszperziós egyenlethez jutunk:

$$\varepsilon \left( K^2 - k_0^2 + jK \frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \right) \left( K^2 - k_0^2 \varepsilon + j \frac{\partial K}{\partial x} \right)^2 = 0. \quad (17)$$

Az  $\varepsilon = 0$  triviális esettől eltekintve, a teljes megoldás-rendszert a

$$-j \frac{\partial K}{\partial x} - K^2 + k_0^2 \varepsilon = 0 \quad (18)$$

és a

$$K \left( K + j \frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \right) = k_0^2 \quad (19)$$

egyenletek megoldásai adják. A (18) egyenlet ismeretes az irodalomból, [7, 8], megoldásait az inhomogén plazmában való hullámterjedés vizsgálatára régóta használják. A (19) egyenlet először a [3]-ban került publikálásra, mikrofizikai megfontolások alapján adódott, a „módosított Eikonal-egyenlet” speciális esete. (19) egyben előírás — a mikrofizikai kapcsolatokon keresztül —, melyek azok a közegek, amelyekben a vázolt periodikus megoldás létezik.

### 3.2. Anizotróp plazma

A számítások bonyolultsága miatt nem közöljük, csak megemlítjük, hogy az irodalomból [7, 8] ismert differenciálegyenletek az

$$\vec{\varepsilon}^{-1} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{\perp}^{-1} & \varepsilon^{-1} & 0 \\ -\varepsilon^{-1} & \varepsilon_{\perp}^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_{\parallel}^{-1} \end{bmatrix}$$

anyagjellemzőjű plazmára szintén adódnak. A használatos „effektív terjedési tényező”

$$\nu(x) = -\frac{1}{H} \frac{\partial H}{\partial x}$$

pedig nem más, mint  $jK = j \frac{\partial \varphi}{\partial x}$ , vagyis az általános terjedési vektor egy speciális esetben.

### 4. Következtetések

a) A fent mutatott megoldás bármilyen lineáris közegre megadja az  $\exp(j\omega t)$  alakú megoldásokból

adódó teljes hullámképet, feltéve, hogy ilyen létezik.

b) A megoldás során eldönthető, hogy az adott tulajdonságú közegben mikor létezik vagy létezik-e egyáltalán  $\exp(j\omega t)$  alakú megoldás.

c) Az általánosított diszperziós egyenlet vizsgálatával meghatározható, milyen közegekben létezik  $\exp(j\omega t)$  megoldás. Ehhez természetesen az általánosított diszperziós egyenletet a mikrofizikai megfontolások felhasználásával adódó diszperziós egyenlettel kell összevetni. Például: a (19) egyenlet és a [3]-ban ismertetett „módosított Eikonal egyenlet” összehasonlítása.

d) [3] és a jelen cikk eredményeinek összevetése alapján megállapíthatjuk, hogy az inhomogén  $\vec{\varepsilon}$  és  $\vec{\mu}$  meghatározása elengedhetetlenül szükséges.

\*

Ezúton is köszönetet mondok dr. Simonyi Károly professzor úrnak a munkámhoz nyújtott szíves támogatásáért.

### I R O D A L O M

1. Ferencz, Cs.: Wave Propagation in Inhomogeneous, Anisotropic, Time-Varying Medium. Periodica Polytechnica E. E. Vol. 12. No. 3. pp. 347–355. 1968.
2. Drahoš, D. – Ferencz, Cs. – Ferencz, I. – Horváth, F. – Tarcsai, Gy.: Some Theoretical Contributions Concerning the Doppler Geodetical Measurements. Paper presented at COSPAR XII. Plenary Meeting, WG. I.-a. 8., 1969. Praha. To be published in Space Research X.
3. Ferencz, Cs.: Wave Propagation in Inhomogeneous, Linear Media. To be published in Acta Technica Hungarica. Reg. No. 2836.
4. Ferencz, Cs. – Ferencz, I. – Tarcsai, Gy.: Refraction Problems and Wave Propagation in Doppler Geodetical Measurements. Paper presented at the conference on „Observation of Artificial Satellites of the Earth”. 1969, Varna. To be published in Nabljudenie-UCZ No. 9.
5. Mattila: Wave Propagation in Anisotropic Media, Electromagnetic Wave Theory, edited by J. Brown, Part I. pp. 155–156. Pergamon Press, 1967.
6. Ferencz, Cs. – Tarcsai, Gy.: A New Experimental Possibility of Investigating the Solar Corona: Frequency Measurements on Radio Sources when Occultated by the Sun. To be published in near future.
7. Heald, M. A. – Wharton, C. B.: Plasma Diagnostics with Microwaves. John Wiley & Sons Inc. 1965.
8. Osterberg, H.: Propagation of Plane Electromagnetic Waves in Inhomogeneous Media. J. Opt. Soc. Am. 48, 513. 1958.

### SZEMLE

Szerkeszti: BALOGH PÁL

Az Európai Atomkutató Szervezet (CERN) elhatározta, hogy 300 gigaelektronvoltos protongyorsítót építenek, amely nagyobb teljesítményű lesz, mint a jelenleg legnagyobb — Chicagóban működő — 200 gigaelektronvoltos gyorsító. A létesítmény költségelőirányzata kb. 500 millió dollár. A hat jelentkező nyugat-európai ország közül az NSZK-nak van a legnagyobb esélye arra, hogy területén építsék fel ezt a nagyszabású tudományos létesítményt.

A tervezett gyorsítóban a protonok  $10 \times 6 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű, 2,4 km átmérőjű csőgyűrűben keringenek majd. A csövet 13 m-rel a föld felszíne alatt helyezik el. A protonok másodpercenként 40 000-szer futnak körbe ezen a földalatti pályán. (Die Welt, 1969. dec.)

Olaszországban 1969. végéig 2300 darab elektronikus számítógépet, ezekből az iparilag igen fejlett Lombardiában, 800-at, helyeztek üzembe. Amíg országos átlagban 6000 alkalmazottra jut egy számítógép, addig Lombardiában 3700-ra. A legtöbb elektronikus számítógépet a gépjárműacél-, kaucsukfeldolgozó-, olajfinomító-, textil- és élelmiszeriparban állították üzembe. A további nagyarányú üzembeállításnak jelenleg bizonyos mértékig gátat szab a szakemberhiány. Országos viszonylatban mintegy 15 000 programozóra lenne szükség a jelenlegi 12 000-rel szemben. Ezt a hiányt nagyarányú szakember utánpótlással kívánják

(Folytatás a 168. oldalon)



## Többemitteres integrált áramköri tranzisztorok egyenáramú tulajdonságai

ETO 621,382,334,024

A monolitikus integrált áramkörök megjelenése és fejlődése során teljesen új konstrukciójú passzív és aktív áramköri elemeket alakítottak ki. Az elemek egy részével korábban diszkrét kivitelben nem találkozhattunk. A passzív elemek közül figyelemre méltó a nagyobb ellenállásérték elérését biztosító ún. pinch resistor [1]. Az aktív elemek közül széles körben használják a laterális tranzisztort [2], a  $p-n-p-n$  szerkezetű vezérelt egyenirányítót [3] és a többemitteres tranzisztort [4]. Cikkünkben ez utóbbival részletesen foglalkozunk, mivel a TTL rendszerű digitális integrált áramkörök egyik alapvető eleme.

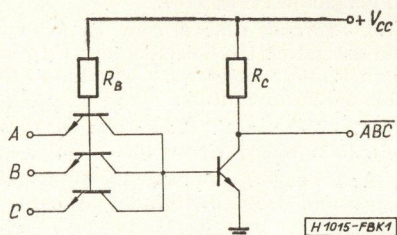
### 1. A TTL kapu

A diszkrét elemekből felépített tranzisztor-tranzisztor logikai kapu alapváltozatának kapcsolási rajzát az 1. ábra mutatja. Az áramkör NAND logikai műveletet végez.

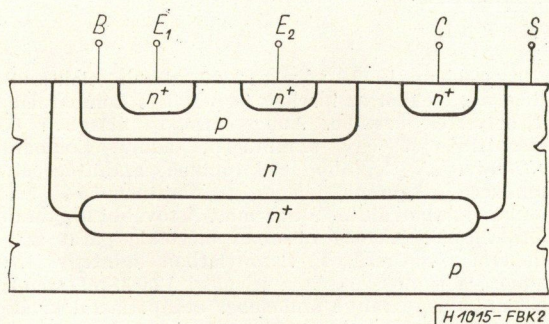
Az áramkör integrált megvalósítása négy különálló tranzisztor kialakításával is lehetséges. Az 1. ábrából látható, hogy az ÉS műveletet végrehajtó bemeneti tranzisztorok kollektora és bázisa össze van kötve.

Integrált kivitelben ezért egy közös kollektórú és közös bázisú elrendezés valósítható meg, amelynek

Beérkezett: 1970. III. 11.



1. ábra. Diszkrét elemekből felépített TTL kapu



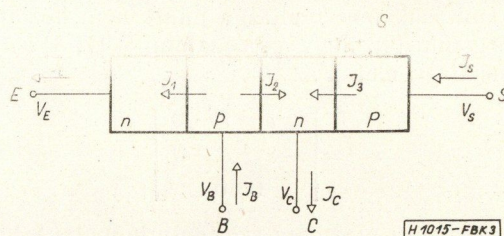
2. ábra. Kétemitteres tranzisztor keresztmetszete

eredménye a többemitteres tranzisztor. A tranzisztor keresztmetszete két emitter esetén a 2. ábrán látható.

A közös kollektórú és bázisú elrendezés előnye, hogy az egyetlen kollektor- és bázissziget nagymértékben csökkenti a helyigényt. A méretek csökkenésével együtt jár a különböző  $p-n$  átmenetek területének és ezáltal a parazita kapacitások értékének csökkenése.

### 2. A többemitteres tranzisztor modellje

A 2. ábrán látható többemitteres integrált áramköri szerkezet jellemzője, hogy a közös bázishoz több mint két  $p-n$  átmenet tartozik. A többemitteres tran-



3. ábra. Integrált áramköri tranzisztor feszültség- és áramviszonyai

szisztor egyenáramú analízisét a nemlineáris tranzisztormodell [5] segítségével tárgyaljuk. A szokásos integrált áramköri tranzisztor áram- és feszültségviszonyai a 3. ábrán láthatók, az ábra jelölései a következők:

$$\begin{aligned} I_e &= I_1, & \varphi_e &= V_B - V_C, \\ I_b &= I_1 + I_2, & \varphi_c &= V_B - V_C, \\ I_c &= I_2 + I_3, & \varphi_s &= V_S - V_C, \\ I_s &= I_3, \end{aligned}$$

A tranzisztor működését bármely tartományban leíró modell egyenletrendszere:

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & -a_{12} & 0 \\ -a_{21} & a_{22} & -a_{23} \\ 0 & -a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} e^{\varphi_e/A} - 1 \\ e^{\varphi_c/A} - 1 \\ e^{\varphi_s/A} - 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

ahol  $A = kT/q = 0,026$  V;  $\varphi_e$ ,  $\varphi_c$  és  $\varphi_s$  az emitter-bázis, a kollektorbázis és a kollektorhordozó átmenet feszültsége;  $I_1$ ,  $I_2$  és  $I_3$  az átmeneteken folyó áramok; az  $a_{ij}$  mennyiségek pedig a nemlineáris modell paraméterei. Az  $a_{ij}$  paraméterek segítségével a

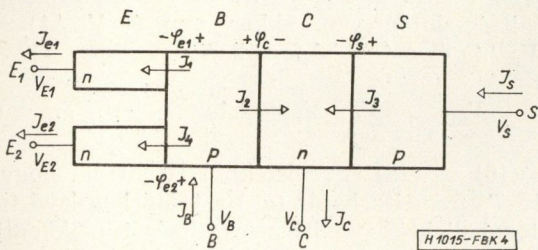


normál és a parazita tranzisztor nyitó és inverz áram-erősítési tényezői a következők:

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= \frac{a_{21}}{a_{11}}, & \alpha_{s0} &= \frac{a_{32}}{a_{22}}, \\ \alpha_{i0} &= \frac{a_{12}}{a_{22}}, & \alpha_{s10} &= \frac{a_{23}}{a_{33}}. \end{aligned} \quad (2)$$

Ezt a modellt kiterjeszthetjük a többemitteres tranzisztorra is, amelynek áram- és feszültségviszonyait két emitter esetén a 4. ábra szemlélteti. Az ábra jelölései:

$$\begin{aligned} I_{e1} &= I_1, & \varphi_{e1} &= V_B - V_{E1}, \\ I_{e2} &= I_4, & \varphi_{e2} &= V_B - V_{E2}, \\ I_b &= I_1 + I_2 + I_4, & \varphi_c &= V_B - V_C, \\ I_c &= I_2 + I_3, & \varphi_s &= V_S - V_C. \\ I_s &= I_3. \end{aligned}$$



4. ábra. Kétemitteres tranzisztor feszültség- és áramviszonyai

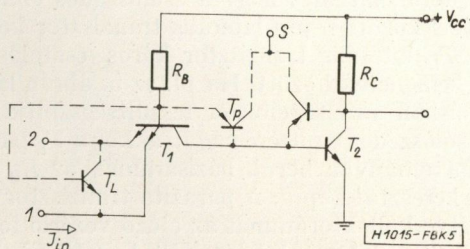
A második emitter árama  $I_4$ , feszültsége pedig  $V_{E2}$ .

A kétemitteres tranzisztor nemlineáris modellje a következő:

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & -a_{12} & 0 & -a_{14} \\ -a_{21} & a_{22} & -a_{23} & -a_{24} \\ 0 & -a_{32} & a_{33} & 0 \\ -a_{41} & -a_{42} & 0 & a_{44} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} e^{\varphi_{e1}/A} - 1 \\ e^{\varphi_c/A} - 1 \\ e^{\varphi_s/A} - 1 \\ e^{\varphi_{e2}/A} - 1 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

A kapu integrált alapváltozatának kapcsolási rajza az aktív parazitákkal együtt az 5. ábrán látható.

TTL áramkörökben a  $T_1$  többemitteres bemeneti tranzisztornál kétféle aktív parazita hatás érvényesülhet. Egyrészt a bázis és a kollektorréteg, valamint a hordozó p-n-p tranzisztort alkot ( $T_P$ ), másrészt a szomszédos emitter és a bázis n-p-n laterális tranzisztorként működik ( $T_L$ ).



5. ábra. Integrált áramköri TTL kapu

### 3. A bázis-kollektor-hordozó parazita tranzisztor hatása

A  $T_P$  p-n-p tranzisztor aktív tartományban működik mind nagy, mind kis bemeneti feszültségeknél, mivel a bemeneti tranzisztor kollektorbázis átmenete mindkét bemeneti állapot esetén nyitó irányban van előfeszítve.

A  $T_1$  bemeneti tranzisztor telítési állapotban van kis-, és inverz állapotban van nagy bemeneti feszültség esetén.

Amikor a bemeneti tranzisztor emitterbázis átmenetei lezártak, akkor a nyitó irányú kollektorbázis átmeneten keresztül áram folyik  $T_2$  bázisába. A  $T_1$  tranzisztor inverz aktív tartományú működése következtében ezen áram  $\alpha_{i0}$ -szorososa folyik az egyes bemenetekre és ez a vezérlő kapukat terheli.

Ha a többemitteres tranzisztor valamelyik emitterbázis átmenete nyitó irányú feszültséget kap, akkor az 5. ábrán látható  $T_2$  bázisárama, azaz  $T_1$  kollektorárama gyakorlatilag nulla. Erre az esetre a nemlineáris modell alapján felírjuk a kollektoráramot:

$$I_c = I_2 + I_3 = -a_{21}(e^{\varphi_{e1}/A} - 1) + (a_{22} - a_{32})(e^{\varphi_c/A} - 1) + (a_{33} - a_{23})(e^{\varphi_s/A} - 1) - a_{24}(e^{\varphi_{e2}/A} - 1) = 0. \quad (4)$$

Tételezzük fel, hogy a második emitter nagy feszültségen van, ekkor  $\varphi_{e2} < 0$  és  $\exp \varphi_{e2}/A \approx 0$ . Ugyanez a megfontolás érvényes a kollektorhordozó átmenetre is, ezért  $\varphi_s < 0$  esetén  $\exp \varphi_s/A \approx 0$ . Ekkor a két exponenciális tagot elhanyagoljuk a fennmaradó  $a_{33}$ ,  $a_{23}$  és  $a_{21}$  tagokkal együtt. Az önmagában álló  $a_{ij}$  paraméterek elhanyagolását kis értékük indokolja, nagyságrendjük  $10^{-15}$  A. Az elhanyagolások után a kollektorfeszültségre felírhatjuk:

$$e^{\varphi_c/A} - 1 = \frac{a_{21}}{a_{22} - a_{32}} (e^{\varphi_{e1}/A} - 1). \quad (5)$$

Láthatjuk, hogy nyitó irányú emitter-bázis előfeszítés esetén közel nulla kollektoráramnál a kollektorbázis átmenetnek is nyitó irányúnak kell lennie.

Kis bemeneti feszültség esetén vizsgáljuk meg a  $T_P$  parazita tranzisztor hatását a bemenő áramra. A bemeneti tranzisztor bázisáramát jó közelítéssel állandónak vehetjük fel ( $I_0$ ) a bázisban levő nagy ellenállás miatt ( $R_B$  értéke néhány kohm).

$$I_B = I_1 + I_2 = (a_{11} - a_{21})(e^{\varphi_{e1}/A} - 1) + (a_{21} - a_{12})(e^{\varphi_c/A} - 1). \quad (6)$$

A korábbi megfontolások alapján itt is elhanyagoltuk a  $\varphi_{e2}$ -t és  $\varphi_s$ -t tartalmazó tagokat az egyedül álló  $a_{ij}$  paraméterekkel együtt. Az (5) és (6) egyenletekből kapjuk:

$$e^{\varphi_{e1}/A} - 1 = \frac{I_0}{a_{11} - a_{21} + a_{21}[(a_{22} - a_{12})/(a_{22} - a_{32})]}, \quad (7)$$

valamint:

$$e^{\varphi_c/A} - 1 = \frac{I_0}{a_{22} - a_{12} + (a_{11} - a_{21})(a_{22} - a_{32})/a_{21}}. \quad (8)$$

A bemenő áram:

$$I_{in} = -I_{e1} = -I_1 = -a_{11}(e^{\varphi_{e1}/A} - 1) + a_{12}(e^{\varphi_c/A} - 1). \quad (9)$$



A (7) és (8) egyenletek felhasználásával:

$$I_{in} = \frac{-I_0}{1 + a_{21}a_{32}/(a_{11}a_{22} - a_{11}a_{32} - a_{21}a_{12})}. \quad (10)$$

Ha figyelembe vesszük a (2) egyenletekben megadott áramerősítési tényezőket, akkor a (10) egyenletet egyszerűbb alakban írhatjuk:

$$I_{in} = -\frac{I_0}{1 + \alpha_0 \alpha_{s0}/(1 - \alpha_{s0} - \alpha_0 \alpha_{i0})}. \quad (11)$$

Ha feltételezzük, hogy  $\alpha_{i0} = 0$ , akkor

$$I_{in} = -\frac{I_0}{1 + \alpha_0 \beta_{s0}}, \quad (12)$$

ahol

$$\beta_{s0} = \frac{\alpha_{s0}}{1 - \alpha_{s0}}$$

a  $T_p$  parazita tranzisztor közös emitterű áramerősítési tényezője. Érdekes, hogy a (11) egyenlettel megadott bemenő áramot nem tudjuk különválasztani a  $T_1$  és a parazita  $T_p$  tranzisztor által szolgáltatott összetevőkre. A (11) egyenlethől látható, hogy a hordozó jelenléte, azaz az aktív  $T_p$  parazita csökkenti a bemenő áramot, amikor a bemenet kis feszültség-szinten van. Fizikailag ez azzal magyarázható, hogy a parazita az állandó  $I_0$  bázisáram egy részét lesontóli, és ezzel csökkenti a tranzisztor emitteréből folyó áramot.

Ha mindegyik bemenet nagy feszültség-szinten van, akkor egy hasonló analízis megmutatja, hogy a hordozó jelenléte a bemeneti áramot megnöveli. Megfogalmazható ez a hatás úgy is, hogy adott bemeneti áram esetén a bemeneti tranzisztor kollektorárama csökken a hordozó felé folyó áram miatt.  $T_1$  kollektorárama egyúttal a  $T_2$  inverter tranzisztor bázisárama is, amely meghatározza a bázisvezérlést. Ennek csökkenése nemkívánatos jelenség, mivel csökkenti a kapu terhelhetőségét.

A többemitteres tranzisztor felhasználása során követelmény, hogy kollektor-emitter telítési feszültsége kicsi legyen. Erre azért van szükség, hogy amikor a  $T_1$  emittere kis feszültség-szintű, akkor a kollektoron levő feszültség még megfelelően kicsiny maradjon, és lezárva tartsa a  $T_2$  inverter tranzisztort. A többemitteres szerkezet telítési feszültségét ismét a nemlineáris modell segítségével számítjuk. Két emitter hatását vesszük figyelembe, de a számítási módszer kiterjeszthető több emitter esetére is. A (4) egyenlettel meghatározott kollektoráramot írjuk fel az egyes rétegek feszültségével:

$$I_c = -a_{21} \left( e^{\frac{V_B - V_{E1}}{A}} - 1 \right) + (a_{22} - a_{32}) \left( e^{\frac{V_B - V_C}{A}} - 1 \right) + (a_{33} - a_{23}) \left( e^{\frac{V_S - V_C}{A}} - 1 \right) - a_{24} \left( e^{\frac{V_B - V_{E2}}{A}} - 1 \right). \quad (13)$$

Ebből az egyenlethől fejezzük ki  $\exp V_B/A$  értékét:

$$e^{\frac{V_B}{A}} = \frac{-I_c + a_{21} + a_{24} - (a_{22} - a_{32}) + (a_{33} - a_{23}) \left( e^{\frac{V_S - V_C}{A}} - 1 \right)}{a_{21} e^{-V_{E1}/A} + a_{24} e^{-V_{E2}/A} - (a_{22} - a_{32}) e^{-V_C/A}}. \quad (14)$$

Az utóbbi egyenletben  $V_C$  minimális értékét a  $V_B \rightarrow +\infty$  feltételből számíthatjuk [5], ekkor a (14) egyenlet nevezője nulla, azaz

$$a_{21} e^{-V_{E1}/A} + a_{24} e^{-V_{E2}/A} - (a_{22} - a_{32}) e^{-V_C/A} = 0. \quad (15)$$

A telítési állapotban levő tranzisztor kollektorpotenciálja tehát:

$$V_C = A \ln \frac{a_{22}(1 - \alpha_{s0})}{a_{21} e^{-V_{E1}/A} + a_{24} e^{-V_{E2}/A}}. \quad (16)$$

A (16) egyenlethől látható, hogy a tranzisztor  $a_{1j}$  paraméterei mellett a kollektorpotenciált mindig a kisebb emitterfeszültség határozza meg.

A két emitter összekötése esetén a közös  $V_{E1,2}$  potenciál kiemelhető, ekkor a tranzisztor kollektor-emitter telítési feszültsége:

$$V_{CE1,2 \text{ Sat}} = V_C - V_{E1,2} = A \ln \frac{a_{22}(1 - \alpha_{s0})}{a_{21} + a_{24}}. \quad (17)$$

Láthatjuk, hogy két vagy még több emitter — a megnövekedett össz-emitterterület következtében — a telítési feszültséget csökkenti. További vizsgálat céljából tételezzük fel, hogy a második emitter nagy feszültség-szinten van, ekkor  $\exp(-V_{E2}/A) \ll \exp(-V_{E1}/A)$  és a telítési feszültség:

$$V_{CE1 \text{ Sat}} = V_C - V_{E1} = A \ln \frac{a_{22}(1 - \alpha_{s0})}{a_{21}}. \quad (18)$$

A (16) — (18) egyenletekből láthatjuk, hogy az aktív  $T_p$  parazita hatás ( $\alpha_{s0}$ ) a telítésben levő tranzisztor kollektor-emitter feszültségét csökkenti.

A (18) egyenletet az  $a_{22} = a_{12}/\alpha_{i0}$  kifejezés segítségével átírhatjuk:

$$V_{CE1 \text{ Sat}} = A \ln \frac{a_{12}}{a_{21}} \frac{1 - \alpha_{s0}}{\alpha_{i0}}. \quad (19)$$

Tételezzük fel, hogy  $a_{21} \approx a_{12}$ . Láthatjuk, hogy a telítési feszültséget alapvetően az  $\alpha_{i0}$  áramerősítési tényező határozza meg. A telítési tárolási időállandó csökkentésére szolgáló aranydiffúzió az áramerősítési tényezőket is csökkenti, és a (19) egyenlet alapján látható, hogy az aranyszennyezés a kollektor-emitter telítési feszültséget megnöveli.

A tranzisztor telítési feszültségének számítása a fenti egyenletek alapján csak kis áramokra pontos, mivel az egyenletek levezetések felhasznált nemlineáris modell nem tartalmazza a kollektortest ellenállását. Nagyobb kollektoráramok esetén a telítési feszültséget elsősorban a kollektor telítési ellenállásán eső feszültség adja.

#### 4. A laterális parazita tranzisztor hatása

A 2. ábrán látható, hogy a szomszédos emitterek és a bázis között n-p-n laterális tranzisztor keletkezik. A  $T_L$  laterális tranzisztor káros csatolást hoz létre a bemenetek között. Ha pl. az 5. ábrán látható kapcsolásban az első emitter feszültség-szintje kicsi, míg a szomszédos emitteré nagy, akkor a  $T_L$  parazita aktív tartományba kerül, bázisáramát az  $R_B$  ellenálláson keresztül kapja. A parazita tranzisztor emitter-, illetve kollektoráramát az előző vezérlő fokozatoknak kell szolgáltatniuk, és ezáltal azok terhelhetősége csökken.



Érdemes meghatározni aktív állapotú laterális tranzisztor esetén az emitterek közötti áramerősítési tényezőt az 5. ábrán látható kapcsolásban. Az első emitter kis feszültsége következtében a bemeneti tranzisztor telítésben van, kollektorárama közel nulla. A második emitter nagy feszültségű, és a kollektorhordozó átmenet is lezárt. Ekkor  $\varphi_{e2} < 0$  és  $\varphi_s < 0$ , ezért  $\exp \varphi_{e2}/A \approx 0$  és  $\exp \varphi_s/A \approx 0$ . Az exponenciális tagokkal együtt elhanyagoljuk az egyedül álló  $a_{ij}$  paramétereket is. A (3) egyenlettel megadott nemlineáris modellből kifejezzük a laterális tranzisztor emitter-, és kollektoráramát.

$$I_{eL} = -I_{e1} = -I_1 = -a_{11}(e^{\varphi_{e1}/A} - 1) + a_{12}(e^{\varphi_{e2}/A} - 1); \quad (20)$$

$$I_{cL} = I_{e2} = I_4 = -a_{41}(e^{\varphi_{e1}/A} - 1) - a_{42}(e^{\varphi_{e2}/A} - 1). \quad (21)$$

Az (5) egyenlet felhasználásával a két áram:

$$I_{eL} = \left( -a_{11} + a_{12} \frac{a_{21}}{a_{22} - a_{32}} \right) (e^{\varphi_{e1}/A} - 1), \quad (22)$$

$$I_{cL} = \left( -a_{41} - a_{42} \frac{a_{21}}{a_{22} - a_{32}} \right) (e^{\varphi_{e1}/A} - 1). \quad (23)$$

Az 5. ábrán látható kapcsolásban az emitterek közötti áramerősítés:

$$\frac{I_{cL}}{I_{eL}} = \frac{a_{41} + a_{42} \frac{a_{21}}{a_{22} - a_{32}}}{a_{11} - a_{12} \frac{a_{21}}{a_{22} - a_{32}}}. \quad (24)$$

Megfelelő átalakítások és az  $a_{ij}$  paraméterekkel kifejezhető áramerősítési tényezők felhasználása után:

$$\frac{I_{cL}}{I_{eL}} = \frac{\alpha_{L0} + \frac{\alpha_0 \alpha_{i0}}{1 - \alpha_{s0}}}{1 - \frac{\alpha_0 \alpha_{i0}}{1 - \alpha_{s0}}}, \quad (25)$$

ahol

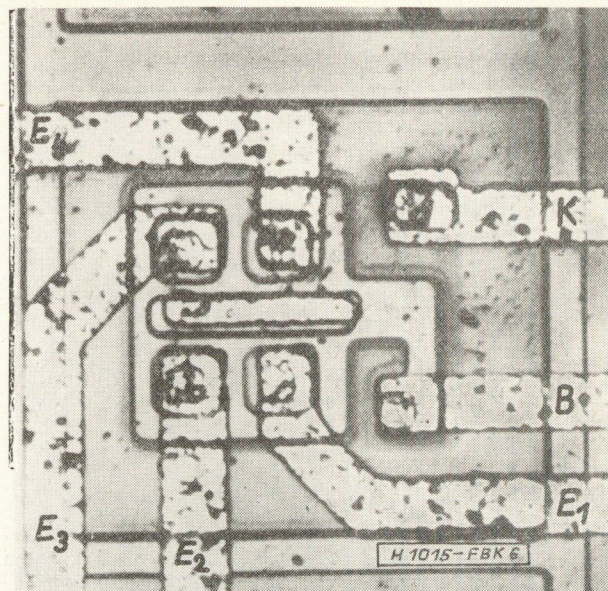
$$\alpha_{L0} = \frac{a_{41}}{a_{11}} \quad (26)$$

a laterális tranzisztor áramerősítési tényezője.

A (25) egyenletből láthatjuk, hogy a  $T_1$  tranzisztor inverz aktív tartományú ( $\alpha_{i0}$ ) és a parazita  $T_P$  tranzisztor ( $\alpha_{s0}$ ) működésén túlmenően a laterális tranzisztor ( $\alpha_{L0}$ ) is terheli a vezérlő fokozatot.

## 5. A parazita hatások összehasonlítása

Az emitterek közötti laterális tranzisztor áramerősítési tényezője általában nagyobb, mint a  $T_P$  parazitáé. Ennek okai a következők. A  $T_L$  parazita tranzisztor bázisszélessége diffúzió után kb.  $6 \mu\text{m}$ , ez kisebb, mint a  $T_P$  parazita elemé, ami kb.  $10 \mu\text{m}$ . A laterális tranzisztor emitter-hatásfoka is nagyobb, mint a p-n-p elemé, mert az emitter sokkal erősebben adalékol, mint a bázis, azaz a  $T_P$  emittére. Az integrált áramköri felépítésben általában a rejtett réteg szolgál a kollektor telítési ellenállás csökkentésére. A rejtett  $n^+$  réteg következtében a  $T_P$  parazita amúgy is vastag bázisrétegében fékező elektromos tér hat.



6. ábra. Négyemitteres tranzisztor felülnézeti fényképe

A tranzisztorok telítési tárolási időállandójának csökkentésére szolgáló aranydiffúzió a bevitt rekombinációs centrumok következtében a normál és parazita tranzisztorok áramerősítési tényezőit is csökkenti. Aranyozott áramkörben a parazita tranzisztorok áramerősítési tényezői annyira lecsökkennek, hogy hatásuktól sok esetben eltekinthetünk.

Illusztráció kedvéért bemutatjuk egy, a HIKI Félvezető Főosztályán megvalósított TTL-áramkör többemitteres tranzisztorának felülnézeti fényképét (6. ábra). Az ábrán jól látható a szigetelő diffúziós keret, amely körül fogja a tranzisztor kollektorszigetét. Az elnyújtott kivezetéssel ellátott bázisartományban foglal helyet a négy emitter, amelyek mérete  $25 \times 25 \mu\text{m}$ . A szorosan egymás mellett levő  $E_1$  és  $E_2$ , valamint  $E_3$  és  $E_4$  emitterek között a tervezett távolság  $10 \mu\text{m}$ , ami az oldalirányú diffúzió következtében kb.  $6 \mu\text{m}$ -re csökken. Erre merőleges

1. táblázat

| Emitterek      | $E_1$               | $E_2$               | $E_3$               | $E_4$               | Együtt              |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $\alpha_0$     | 0,946               | 0,943               | 0,943               | 0,946               | 0,957               |
| $\alpha_{i0}$  | $6,7 \cdot 10^{-4}$ | $4,2 \cdot 10^{-4}$ | $3,2 \cdot 10^{-4}$ | $4,4 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-3}$ |
| $\alpha_{s0}$  | $3,2 \cdot 10^{-4}$ |                     |                     |                     | —                   |
| $\alpha_{s10}$ | $1 \cdot 10^{-4}$   |                     |                     |                     | —                   |
| $\alpha_{L0}$  | —                   | $1,8 \cdot 10^{-4}$ | $1,7 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-4}$ | $E_1$               |
|                | $9,1 \cdot 10^{-5}$ | —                   | $8,9 \cdot 10^{-5}$ | $8,5 \cdot 10^{-5}$ | $E_2$               |
|                | $7 \cdot 10^{-5}$   | $7 \cdot 10^{-5}$   | —                   | $7 \cdot 10^{-5}$   | $E_3$               |
|                | $8 \cdot 10^{-5}$   | $7,5 \cdot 10^{-5}$ | $7,8 \cdot 10^{-5}$ | —                   | $E_4$               |
|                | $2,4 \cdot 10^{-4}$ | $3,2 \cdot 10^{-4}$ | $3,4 \cdot 10^{-4}$ | $3,3 \cdot 10^{-4}$ | többi együtt        |



irányban az  $E_1$  és  $E_4$ , valamint  $E_2$  és  $E_3$  emitterek között a távolság jóval nagyobb. A közöttük elhelyezkedő bázistartományt rövidrezáró fémzés az egyes emitter-bázis átmenetek soros bázisellenállásának egyenletessé tételére szolgál. Az elnyújtott báziskivezetés megnöveli ezt az ellenállást, és ezáltal méginkább homogén bázisellenállást kapunk az egyes emitterek felé. A tranzisztor bázisellenállás növelését speciálisan a TTL-rendszer igényli az előírt áramköri paraméterek — a transzfer karakterisztika átváltási feszültsége — teljesítése érdekében.

Végül a többemitteres tranzisztor áramerősítési tényezőinek nagyságrendi érzékeltetési céljából az 1. táblázatban közülük egy arannyal diffundálta-

tott mintán mért értékeket. Az áramerősítési tényezők meghatározásakor az injektált áram mindenütt 1 mA volt.

## IRODALOM

1. Ogrady, R. P.: Microelectronics and Reliability, 1968. Vol. 7. p. 233.
2. Lindmayer, J.—Schneider, W.: Solid-State Electronics, 1967. Vol. 10. p. 225.
3. Huang, J. S. T.: Solid-State Electronics, 1968. Vol. 11. p. 779.
4. Beeson, R. H.—Ruegg, H. W.: 1962. ISSCC Digest of Techn. Papers, p. 10.
5. Lynn, D. K.—Meyer, C. S.—Hamilton, D. J.: Analysis of Integrated Circuits. McGraw-Hill, New York, 1967.

## (Folytatás a 163. oldalról)

behozni. Olaszországban mintegy hét különféle vállalat értékesít elektronikus számítógépeket, azonban ezek közül a legjelentősebb az IBM és a General Electric. (Marktinformatio-nen, 1969. 50. sz.)

\*

Az elmúlt három év alatt Ausztriában közepes és kis elektromikus számítógépekből 977 darabot állítottak üzembe. Az elmúlt 13 év alatt mintegy 400 nagykapacitású komputert vettek használatba. A kis- és közepes komputereknek az elektronikus adatfeldolgozó gépekhez viszonyított aránya Ausztriában jelenleg 2,42 : 1. Ha az egyes ágazatokban üzembehelyezett komputerek számát vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy a különféle pénzintézetek vezetnek a különböző iparágak előtt. Egyedül az ilyen pénzintézetek 371 darab komputerral rendelkeznek, sorrendben ezt követi a nagykereskedelem 76 db-bal, a különféle kereskedő cégek és ügynökségek 69 db-bal, a textilipar 50 db-bal, az építő- és építőanyagipar 46 db-bal, a gép- és felszerelőipar 25 db-bal, mérnöki-irodák 25 db-bal, kiadók, nyomdák, rádió 25 db-bal, elektronikus ipar 22 db-bal, főiskolák és kutató intézetek 11 db-bal. (Marktinformatio-nen, 1969. 50. sz.)

\*

1969-ben Japánban kerekén 90 millió db integrált áramkört forgalmaztak, ami az előző évben értékesített 57 millió darabbal szemben 57%-os emelkedést jelent. Ezzel egyidejűleg az amerikai gyártmányú integrált áramköröknek a forgalomban való részesedése az előző évi 15%-ról 11%-ra csökkent. A japán integrált áramkör gyártás felfutására jellemző, hogy pl. a MOS integrált áramkörök termelése tekintetében Japán már megelőzte az USA-t, amennyiben e cikkesoportban az 1969. évi termelése 7,4 millió db, míg az USA-é csak 1 millió darab. A komputerek előretörése következtében ugrásszerűen nő a kereslet a digitális integrált áramkörök iránt. (Radioschau, 1969. 11. sz.)

\*

A Mitsubishi Electric japán vállalat nemrégiben szerződést kötött a „Pelár” svéd komputer gyártással foglalkozó céggel, miszerint 1970-ben 140 millió yen értékben szállít integrált áramköröket. A Mitsubishi Electric jelenleg havonta kb. 2 millió integrált áramkört gyárt. Kiegészítő kapacitások üzembehelyezésével 1970 márciusára kapacitásuk 3,5 millió db/hó, decemberre pedig 5 millió lesz.

Japán szakértők véleménye szerint az integrált áramkörök tömeggyártása Japánban 1968. második felében kezdődött el. Arra számítanak, hogy néhány év múlva az amerikai integrált áramkör import megszűnik, és Japán fog nagy mennyiségű integrált áramkört exportálni az USA-ba. (BIKI, 1969. dec.)

\*

Az elektronikai ipar legdinamikusabban fejlődő ágazatai Nyugat-Európában az elkövetkezendő évek során az ipari elektronika, az alkatrészek és az adatfeldolgozó berendezések lesznek. Az ipari elektronikai szektor termelési értéke Nyugat-Európában, 1960-ban, 700 millió angol fontot tett ki, 1967-ben az éves 15,5%-os növekedési ráta következtében

már 1930 millió fontot képviselt, s 1980-ra 7500 millió font termelési értékre számítanak.

Nyugat-Európa 1980. évi alkatrész szükségletét 2560 millió fontra becsülik, amiből a félvezetők 480 millióval, az integrált áramkörök pedig 630 millióval részesednek. Az amerikai alkatrész szükséglet a szóbanforgó időpontra 3200 millió fontra becsülhető. A komputerekre fordított nyugat-európai kiadások (hardware és software együttesen) 1970-re az 1967. évi 1500 millió fontról 3000 millióra emelkednek s valamivel kisebb növekedési ütem mellett is 1975-re 7000 millióra nőnek. Az 500 000 font feletti értékű „nagy komputerek” számát 1975-re Nyugat-Európában 1500 db-ra becsülik. A komputer gyártás területén egyébként Anglia az egyetlen olyan ország Európában, amely amerikai viszonylatban is számottevő vállalattal rendelkezik. A többi nyugat-európai ország piacán az amerikai IBM és a General Electric uralkodik. (Financial Times, 1969. dec.)

\*

Az amerikai Radio Corporation of America (RCA) Belgiumban Liège mellett 8,3 millió dolláros beruházással félvezető gyárat létesít. (Marktinformatio-nen. 1969. dec.)

\*

A „Verein der Ingenieure des Fernmeldewesens der Europäischen Gemeinschaft” szakértőinek becslése szerint a közös-piaci tagországokban — Hollandia kivételével — a telefon fővonalak száma az elkövetkezendő 15 év során megháromszorozódik, és az egyes tagországokban az alábbiak szerint növekszik:

|               | 1969        | 1985        |
|---------------|-------------|-------------|
| NSZK          | 7,3 millió  | 21,0 millió |
| Franciaország | 3,68 millió | 15,5 millió |
| Olaszország   | 5,85 millió | 17,0 millió |
| Belgium       | 1,27 millió | 2,7 millió  |
| Luxemburg     | 0,07 millió | 0,15 millió |

A vizsgált időszakban a helyi és nemzetközi telefonbeszélgetések száma is nagymértékben megnövekszik.

Hasonlóan nagy ütemű fejlődés várható a telephálózat fejlesztése terén is, jöllehet a telexsűrűség az 1000 lakosra jutó 5 telexkapcsolattal a telítettség fokot nemsokára eléri (összehasonlításként: 1000 lakosra 500 telefonvonal jut). A jelenlegi telefonellátottság — a 100 lakosra jutó telefonvonalak száma a közös piaci országokban az alábbiak szerint alakul:

|               |      |
|---------------|------|
| NSZK          | 12,2 |
| Belgium       | 13,2 |
| Olaszország   | 10,4 |
| Luxemburg     | 21,8 |
| Franciaország | 7,2  |

Amennyiben a fenti távprognózis megvalósul, az említett közös-piaci országok ekkorra érik el azt az ellátottsági fokot, amely jelenleg Svájcban van, és amelyet az USA és Svédország már 1967-ben túllépett. (Handelsblatt, 1969. dec.)

(Folytatás a 189. oldalán)



# Integrált áramkörök hordozóiként alkalmazott szigetelőanyagok

ETO 621.315.61:621.382.334

A szigetelő alapú mikroelektronikai áramkörök egyik fontos része a hordozó (alaplemez), amelyen a rétegelemeket kialakítják. Ez az ún. *vékony-réteg* hibridek esetében főleg vákuumgőzöléssel, katódporlasztással, az ún. *vastag-réteg* hibrid (vegyes) áramkörök-nél pedig túlnyomólag szitanyomással. Az előbbi típus rendkívül szigorú követelményeket támaszt a lapkák felületi finomságával szemben, az utóbbi pedig elsősorban a planparallelitás tekintetében. Ugyancsak első helyen állnak a mechanikai-, elektromos- és hőtechnikai sajátságok, de fontos szerep jut a kémiai, méretezési és a gazdaságossági tényezőknek is. A hordozókkal szemben támasztott követelményeknek leginkább az oxid-kerámiák, üvegek és üvegkerámiák\* felelnek meg.

E közlemény keretén belül a legelterjedtebb szigetelő alapú hordozók iránt támasztott követelményekkel, ill. ezek sajátságaival foglalkozunk, különös tekintettel az integrált áramkörök alumínium-oxid hordozóira.

## 1. Mechanikai követelmények

A különböző rendeltetésű [1, 2] áramkörök hordozóitól alapvetően megkövetelik a hajlító-, ütő-, szakító- és nyomószilárdság egy minimális értékét mely az adott technológia és a későbbi felhasználás során a kívánalmaknak üzembiztosan megfelel. E tekintetben mind az oxid-kerámiák, mind a hagyományos (szilikát) kerámiák, üvegek és üvegkerámiák\* többsége megfelel [3, 4].

A kerámiákra általánosan érvényes az, hogy a kisebb kristályokból álló és tömörebb szerkezetű idomok nagyobb mechanikai szilárdsággal rendelkeznek, mint a durva kristályos rendszerűek és/vagy pórusosabb szerkezetűek. Mechanikai szilárdság tekintetében legjobbak a polikristályos alumínium-oxid (korund) kerámiák. (Szigetelők különböző sajátságainak össz-összehasonlításával egy korábbi közleményünkben [5] foglalkoztunk.) Üvegek gyengébb mechanikai tulajdonságúak, míg az üvegkerámiák e tekintetben a korundok és a tiszta üvegek között helyezkednek el.

## 2. Elektromos követelmények

E paraméterek tekintetében igen szigorú előírásokat kell a hordozónak kielégítenie. Így pl. a fajlagos térfogati ellenállás és a fajlagos felületi ellenállás nagy, általában  $10^{13}$  ohm·cm, ill.  $10^{13}$  ohm/cm<sup>2</sup> nagyságrendű értéke kívánatos, hogy még az üzemi hőmérsékleten is kielégítő szigetelést biztosítson. Az elektromos paramétereket ezért célszerű nagyobb hőmérsékleteken is megmérni, mert — mint az ismeretes — a működésnek megfelelő nagyobb üzemi hőmérséklet-viszonyok között a szigetelők

\* Az üvegkerámiák speciális összetételű üvegek szabályozott kristályosításával előállított polikristályos szerkezetű anyagok (Pl. Pyroceram 9608, Szitall CT-50-1.)

1. táblázat

Különböző  $Al_2O_3$  tartalmú korund-kerámiák dielektromos állandójának és veszteségi tényezőjének hőmérséklet-függése 1 MHz—25 GHz frekvenciákon [7]

| Hőmérséklet<br>(°C) | 85%-os alumíniumoxid kerámia |                            |            |                            |            |                            |            |                            |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|
|                     | 1 MHz                        |                            | 4 GHz      |                            | 8,5–10 GHz |                            | 25 GHz     |                            |
|                     | $\epsilon$                   | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ |
| 25                  | 8,2                          | 2–9                        | 8,1        | 12–20                      | 8,1        | 14–16                      | —          | —                          |
| 300                 | 8,6                          | 23–30                      | 8,2        | 13–26                      | 8,2        | 20–24                      | —          | —                          |
| 500                 | 9,4                          | 60–800                     | 8,9        | 17–38                      | 8,3        | 30–35                      | —          | —                          |
|                     | 95% $Al_2O_3$                |                            |            |                            |            |                            |            |                            |
|                     | $\epsilon$                   | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ |
| 25                  | 9,2                          | 1–8                        | 9,0        | 5–10                       | 9,0        | 6–60                       | 8,7        | 7–80                       |
| 300                 | 9,5                          | 20–30                      | 9,3        | 8–70                       | 9,2        | 8–90                       | 8,9        | 9–30                       |
| 500                 | 11,0                         | 80–130                     | 9,6        | 8–30                       | 9,3        | 8–250                      | 9,2        | 10–30                      |
|                     | 99% $Al_2O_3$                |                            |            |                            |            |                            |            |                            |
|                     | $\epsilon$                   | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ | $\epsilon$ | $tg \delta \times 10^{-4}$ |
| 25                  | 9,4                          | 0,3–1,5                    | 9,4        | 0,8–2                      | 9,2        | 1–3                        | 9,2        | 2–4                        |
| 300                 | 9,6                          | 4–6                        | 9,6        | 2–3                        | 9,3        | 1,4–3                      | 9,3        | 2–4                        |
| 500                 | 10,6                         | 20–52                      | 10,0       | 3–5                        | 9,5        | 2–5                        | 9,4        | 2–4                        |



rosszabb sajátságokkal rendelkeznek, mint szoba-hőmérsékleten [6, 7]. Ilyen jellegű összehasonlítások láthatók az 1. táblázatban.

A veszteségi tényező (különösen nagyobb hőmérsékleteken mért) értékéből következtetni lehet a kerámia porozítására, dielektromos állandójára. A porosus anyagok kisebb dielektromos állandóval rendelkeznek, mint a tömör szerkezetűek, illetőleg rosszabb a veszteségi tényezőjük. Bár a porózusos anyagoknak jobb hőlékésállósága van, alkalmazásuk mégsem ajánlatos, mert kisebb értékű a hővezetőképességük, továbbá mert a felületre felvitt fém — (pl. vastag-réteg) paszták felszívódását okozhatják a kerámia hordozóba. Utóbbi tény igen megnéhezíti az áramköri elemek kialakítását, sőt nyitott pórusok esetén azt lehetetlenné is teszi.

Mind vastag-réteg, mind vékony-réteg hordozóknál fontos, hogy azok alkáli ( $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) tartalma minimális legyen, mert az egyvegyértékű fém-oxidok károsan hatnak az elektromos paraméterekre [4, 8, 9]. Az 1. és 2. ábra görbéi szemléletesen jellemzik e hatás érvényesülését, az üvegek feleti vezetőképességére és veszteségi tényezőjük értékére. Az alkáliák hatása különösen élettartam vizsgálatoknál jelentkezik, amire például a 3. ábra görbéi is rámutatnak.

Látható, hogy különösen a kis ( $0,60\text{\AA}$ ) ionrádiuszú Li-ion, továbbá a Na-ion ( $0,95\text{\AA}$ ) okozhat elektromos vezetést nagyobb ion-mozgékonyságuk következtében. A nagyobb ( $1,33\text{\AA}$ ) ionsugarú K-ion — kisebb ionmozgékonyága folytán — e tekintetben kedvezőbb, de figyelmen kívül nem hagyható hatást fejt ki. A 3. ábrán bemutatott görbék összevetéséből megállapítható, hogy a mázzal bevont alumínium-oxid hordozón gyakorlatilag nincs ellenállásváltozás, szemben az üvegeken mért értékkel, s ez utóbbiaknál ez annál nagyobb, minél magasabb az üveg al-

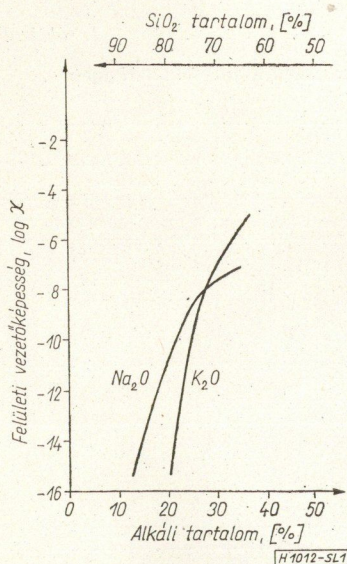
kálioxid tartalma. Érdekes megfigyelni azt is, hogy a mázban levő 3%  $\text{Na}_2\text{O}$  nem ártalmas, míg pl. a boroszilikát-üveg 0,1%  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalma már károsan jelentkezik. Ez — véleményünk szerint — az alkálimentes alumíniumoxid és a 0,02 mm vastagságú máz határfelületi és fázisviszonyai közti kölcsönhatás (Na-ion lekötés) eredőjeként jelentkezik, s jut kedvező hatásban kifejezésre.

Mikroáramköri célra készült oxid-kerámia hordozók, mint pl. az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , BeO kerámiák alkálitartalma nem haladja meg a 0,3–0,05%-ot, s ez kielégítő tisztaság. Üvegek területén első helyen állnak az alacsony alkálitartalmú boroszilikát üvegek. A különböző összetétellel készült üvegkerámiákat féleségenként kell elbírálni. Ilyen jellegű összefüggések láthatóak a 4. ábrán. A veszteségi tényező tekintetében az alkáliák hatása különösen akkor számottevő, ha a hordozó lapka kétoldalon van szerelve, s mint „kondenzátor” az áramkörben nem elhanyagolható veszteségeket okoz.

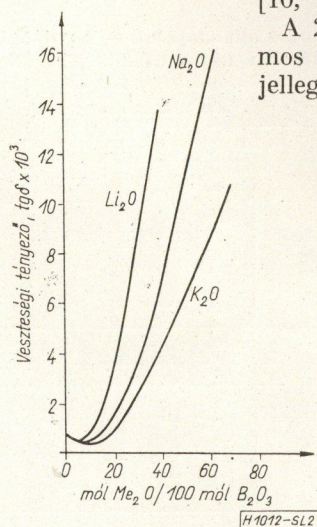
Mint hordozó, jónak fogadható el az a lapka, melynek veszteségi tényezője ( $10^6$ – $10^7$  Hz-en és  $20^\circ\text{C}$  hőmérsékleten mérve) legalább  $6 \times 10^{-4}$  értékű. Természetesen, kevésbé igényes áramkörökhöz ennél rosszabb érték is megengedhető, de  $1$ – $3 \times 10^{-3}$  tg  $\delta$ -nál nagyobb dielektromos veszteséggel rendelkező kerámiák használata nem ajánlatos és nem is szükséges. (Pl. a porcelánok — nagy alkálitartalmukból adódó veszteségeik miatt — e területen nem használatosak.) A legnagyobb követelményeket a mikrohullámú (GHz tartományú) integrált áramkörök hordozóinál kívánják meg. Nem csak kis dielektromos veszteségeket írnak elő, hanem azok nagyfokú stabilitása is elsőrendű követelmény. Így pl. mázzal bevont hordozókat ilyen célra nem tudnak használni.

Tekintettel arra, hogy a hordozó lapkák általában kis feszültségen üzemelnek, ezért e hordozók villamos átütésének ismerete nem döntő jelentőségű: Minden „jobb” szigetelő e tekintetben megfelel [10, 11].

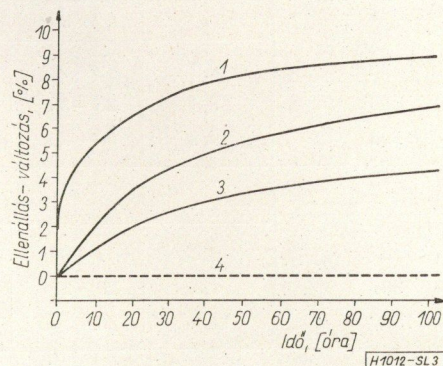
A 2. táblázatban néhány hordozó anyag elektromos tulajdonságát hasonlítottuk össze, tájékoztató jelleggel.



1. ábra. Alkálioxid-tartalom befolyása üvegek felületi vezetőképességére [8]



2. ábra. Alkálioxidok mennyiségének hatása borát-üvegek 2,27 MHz frekvencián mért dielektromos veszteségére [8]

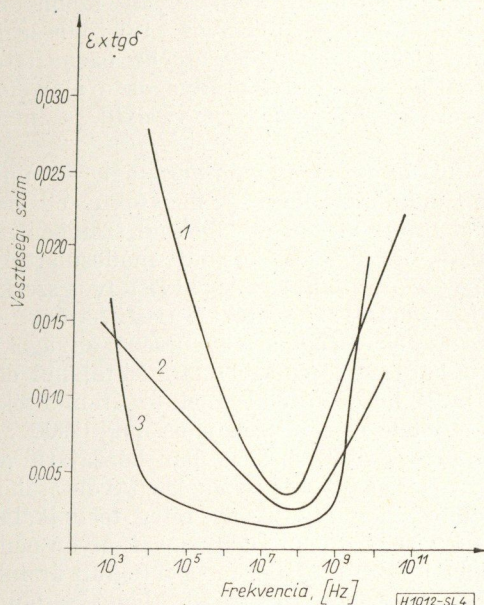


3. ábra. A hordozó alkálitartalmának hatása túlterhelés alatt vizsgált tantál-nitrid ellenállásra [9] 1 — lágy üveg (kb. 13%  $\text{Na}_2\text{O}$ ); 2 — Pyrex üveg (kb. 4%  $\text{Na}_2\text{O}$ ); 3 — alumínium-boroszilikát üveg (kb. 0,1%  $\text{Na}_2\text{O}$ ); 4 — Mázzal bevont alumíniumoxid lapka (kb. 3%  $\text{Na}_2\text{O}$  a mázban)



Néhány szervesetlen szigetelő fontosabb elektromos jellemzőjének összehasonlítása [4, 12, 13]

| Tulajdonság                                                                | Korund                              | Berillium-oxid                     | Szteatit                           | Üvegkerámia                        | Boroszilikát üveg                  | Kvarc üveg                         |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Dielektromos állandó, 20 °C, 10 <sup>6</sup> Hz-en                         | 9–10                                | 5,8–7,4                            | 5–7,5                              | 5–6                                | 4                                  | 3,78                               |
| Veszteségi tényező (tg δ × 10 <sup>-4</sup> ) 20 °C, 10 <sup>6</sup> Hz-en | 1–6                                 | 6–10                               | 3–12<br>10–30                      | 3–63                               | 6                                  | 1–2                                |
| Fajlagos térfogati ellenállás, 20 °C (ohm·cm)                              | 10 <sup>13</sup> –10 <sup>16</sup>  | 10 <sup>12</sup> –10 <sup>14</sup> | 10 <sup>13</sup> –10 <sup>15</sup> | 10 <sup>13</sup> –10 <sup>14</sup> | 10 <sup>13</sup> –10 <sup>15</sup> | 10 <sup>15</sup> –10 <sup>19</sup> |
| Fajlagos felületi ellenállás, 20 °C, (ohm·cm <sup>2</sup> )                | 10 <sup>12</sup> –>10 <sup>13</sup> | 10 <sup>12</sup> –10 <sup>13</sup> | ≅10 <sup>12</sup>                  | 10 <sup>14</sup> –10 <sup>16</sup> | 10 <sup>11</sup> –10 <sup>15</sup> | >10 <sup>14</sup>                  |



4. ábra. Üvegkerámiák dielektromos veszteségének frekvencia-függése [4]. Kémiai összetétel: 1 – Li<sub>2</sub>O–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub>; 2 – Li<sub>2</sub>O–ZnO–SiO<sub>2</sub>; 3 – Li<sub>2</sub>O–ZnO–PbO–SiO<sub>2</sub>

### 3. Hőtechnikai követelmények

Hőtechnikai szempontból lényeges a hővezetőképesség, a hőtágulás, a nagy fajhő és a magas hőlökés (hősokk) állóság. Mindezen paraméterekre részben a technológia, részben a felhasználás ír elő követelményeket.

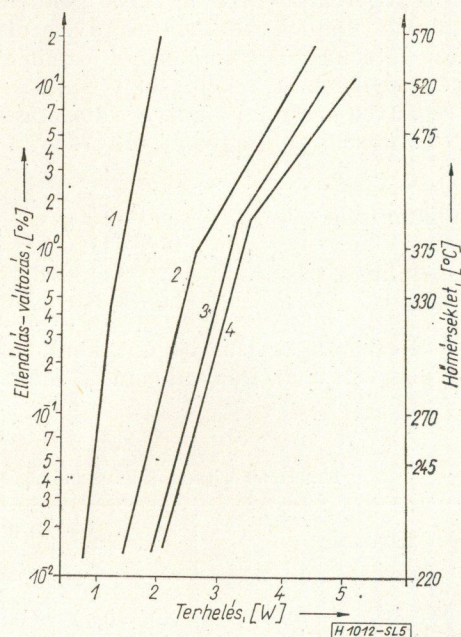
Szükséges a jó hővezetőképesség, hogy a viszonylag kis területen összezsúfolt elemek által termelt hőt minél jobban el lehessen vezetni. Ellenkező esetben a rendszer felmelegszik, az áramkör megbízhatatlanná válik, esetleg tönkremegy. Különböző minőségű hordozókra felvitt vékony-réteg ellenállások ellenállás változásait szemléltetik az 5. ábra görbéi. Látható, hogy az oxid-kerámiák jobb hővezetőképessége folytán ezeknél kisebb felmelegedés tapasztalható, mint pl. a SiO<sub>2</sub>-ot mindig tartalmazó üvegknél.

Hőkiterjedés tekintetében előnyösebbek a kis hőtágulású anyagok, s külön követelmény, hogy a hordozó hőkiterjedési együtthatója közel álljon a reá felvitt anyagok (fémek, mázak stb.) hőkiterjedési

együtthatóihoz. Ellenkező esetben ugyanis a hordozón levő (vezető, ellenállás, kondenzátor, induktivitás) elemek megrepedezhetnek, leválhatnak. A fellépő tágulási feszültség vezetési mechanizmust hozhat létre, ami különösen kondenzátoroknál vagy csatlakozásoknál kritikus. E követelményt – különösen vastagabb rétegeknél – elég nehéz kielégíteni, s többféle réteg esetében különböző korlátozásokat, összehangoltságot (kompatibilitást) kell figyelembe venni. Különösen fontos kérdéskomplexum ez a vastag-réteg mikroáramkörök technológiájában.

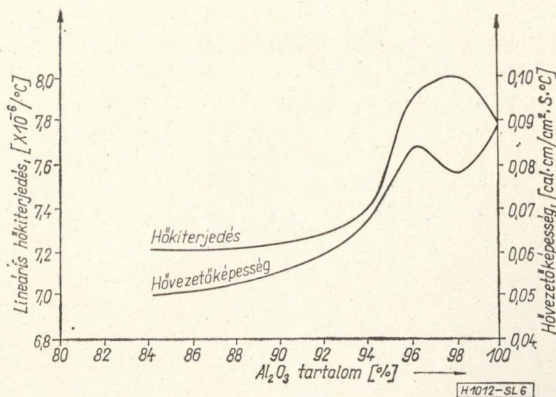
Alumíniumoxid kerámiák e két tárgyalt jellemzője befolyásolható a kémiai összetétellel, mint az a 6. ábra diagramjai alapján is megítélhető. Természetesen e változás, más paraméterek (pl. mechanikai szilárdság, dielektromos állandó, felületi simaság stb.) szükségszerű megváltozását vonják maguk után. A 3. táblázatban néhány szigetelő két fontosabb hőtechnikai paraméterének értékeit foglaltuk össze.

Fajhő tekintetében előnyösek a nagy fajhőjű anyagok, mert adott hőmennyiség kisebb hőmérsék-



5. ábra. Összehasonlítás különböző minőségű hordozókra felvitt ellenállás-rétegek ellenállás értékeinek változása között a túlterhelés függvényében [9]. 1 – üveg; 2 – mázzal bevont Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3 – mázzal bevont BeO; 4 – zafir (99,8% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)





6. ábra. Hőkiterjedés és hővezetőképesség változása alumíniumoxid hordozóknál különböző  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom esetén [14]

letváltozást okoz rajtuk, s bizonyos mértékig e tulajdonság kiegészíti vagy pótolja a hővezetést.

Hőlkésállóság tekintetében döntő a különböző (fém) paszták beégetési hőmérséklete, az ismétlésekből adódó hőmérséklet-ingadozások mértéke és száma. Rossz hőlkésállóságú anyagban mikropedések, vagy teljes elrepedezések jelennek meg, tönkre téve a hordozót és ezáltal az egész egységet. Általában a kerámiákra kimondható, hogy a kis hőkiterjedési együtthatójú és nagy szakítószilárdságú anyagok hőlkésállósága nagyobb. Az alumíniumoxidok hőlkésállóság tekintetében a kvarc (legjobb) és a szteatit (leggyöngébb) között a középtájon foglalnak helyet.

A hőtechnikai tulajdonságok közé sorolják még a működési hőmérsékletet is, azaz azt a felső hőmérsékletet, amelyen a hordozó még az előírt műszaki követelményeknek eleget tesz. Bár a lágyulásponton használhatatlan a hordozó, az alkalmazási hőmérsékletmaximumot ezzel az adattal is szokás jelmezni. A tényleges működési hőmérséklet természetesen lényegesen kisebb a lágyulási pontnál, s így e tekintetben minden kerámia és üveg megfelel. Általános hőtechnikai szempontból azonban már nem ilyen egyértelmű a kép, s így számos anyag (főleg üveg, üveg-kerámia) kiesik a válogatásból [5]. Néhány hordozóanyag lágyuláspontja:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Berillium-oxid | > 2000 °C    |
| Alumínium-oxid | 1600–1900 °C |
| Sztearit       | 900–1100 °C  |
| Üveg-kerámiák  | 850–1150 °C  |
| Üvegek         | 500– 850 °C  |

Természetesen, a mázzal bevont kerámiáknál a máz lágyuláspontja az irányadó, mely mindig ala-

csonyabb értékű, mint az alaplemez lágyuláspontja. Így pl. az alumíniumoxidokra jól felvihető máz [15] lágyulási pontja 650 °C–1250 °C hőmérséklet között van.

#### 4. Kémiai követelmények

Alapvető a hordozó összetétele, azaz hogy milyen alapanyagokból készült és milyen idegen anyagokat (szennyezés vagy adalék formájában) tartalmaz.

Egyik kritérium, hogy ne lépjen kölcsönhatásba a ráviendő anyagokkal, azaz, adott minimális rezisztenciával kell rendelkeznie. Inertnek kell mutatkoznia a felvitel esetleg extrém körülményei között is, így pl. ellenálljon savas tisztításoknak: nagy (700–1200 °C körüli) hőmérsékleten oxidáló vagy redukáló atmoszféra ne okozzon károsodást stb. Fontos, hogy a szigetelő minél kevesebb olyan szennyeződést tartalmazzon, melyek előnyös tulajdonságait az áramkörü elemek felvitele, vagy az üzemeltetés során lerontják. Ilyen idegen anyagok a már említett egyvegyértékű fénoxidok, a vasoxid, a mangán-oxid stb.

Itt hangsúlyozzuk az oxid-kerámiák – mint például az alumíniumoxid – nagyfokú ellenállását savakkal (királyvízzel) és lúgokkal szemben, ami a kémiaiilag stabilis alfa-korund módosulattal van összefüggésben (7. ábra). A polikristályos szerkezetű korundok szerves oldószerekkel tisztíthatóak, a zsírtalanító szerek és egyéb elszennesező anyagok izzítással a hordozó lapkákról maradéktalanul eltávolíthatók. A hordozó felületének az áramkörök közvetlen felvitele előtt ultrahangos, majd 900...1000 °C-os izzításos tisztítása nagyban hozzájárul az adszorbeált (pl. elektrolit) nyomok eltávolításához.

Ismeretes, hogy a vékony réteg technikában az elemek felvitelénél nem alkalmaznak olyan nagy hőmérsékletet, mint a vastag réteg integrált áramkörök készítésénél. Ebből következik, hogy a hordozók felületének tisztasága mindkét területen döntő fontosságú. Ezért a kémiai tisztítási követelmények mind a vastag réteg, mind a vékony réteg technikában többségében azonosak.

A kémiai összetétel tekintetében különös jelentőséggel bír, hogy az alumíniumoxid hordozók készítésénél néhány százaléknyi  $\text{SiO}_2 + \text{MgO}$ -ot adagolnak a korundporhoz, részben a szinterelési hőmérséklet leszállítása céljából, részben hogy egyes paraméterek (porozitás, fémezhetőség stb.) még kedvezőbb értékeket mutassanak. A kellően megválasztott adalékokkal befolyásolni lehet a hőtágulási tulajdonságot is (lásd pl. 6. ábra), elősegítve a különböző hőtágulású rétegek ilyenirányú összehango-

3. táblázat

Ismertebb szigetelők hővezetőképessége és lineáris hőkiterjedési együtthatója [4, 12, 13]

| Tulajdonság                                                                                         | Korund    | Berillium-oxid | Szteatit | Üvegkerámia    | Boroszilikát üveg | Kvarc-üveg |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|----------|----------------|-------------------|------------|
| Hővezetőképesség<br>( $\text{cal} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ ) | 0,06–0,09 | 0,4–0,5        | 0,006    | 0,007–0,013    | 0,0028–0,0040     | 0,0038     |
| Lineáris hőkiterjedés,<br>20–500 °C között ( $\times 10^{-6}/\text{C}^\circ$ )                      | 6–8       | 7–8            | 5–8      | 5–16<br>(4–17) | 3,2–4,9           | 0,5–0,6    |



lását. Idegen fémoxidok bevitelével az elektromos paraméterek is többé-kevésbé módosíthatóak, kedvezőbbé tehetőek. E szilárdfázisú reakciókon alapuló műveletek új kerámiai „ötvözet” készítésére nyújtanak módot, mely kémiai eljárások az alumíniumoxidok területén is értékes termékeket produkálnak.

Külön jelentősége van a kémiai összetétel variálásának a többkomponenses üvegkerámiák készítésénél, amikor is egy, vagy több oxid minőségi és/vagy mennyiségi változtatásával más-más sajátságok jutnak kifejezésre a késztermékben. Néhány fontosabb üvegkerámia típus:  $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ;  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ ;  $\text{PbO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ ;  $\text{Li}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ ;  $\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  stb. Százalékosan:  $\text{SiO}_2-15-73\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3-4-30\%$ ;  $\text{TiO}_2-2-13\%$ ;  $\text{CaO}-3-13\%$ ;  $\text{PbO}-42-68\%$ ;  $\text{MgO}-3-24\%$  (4); illetve  $\text{SiO}_2-0-59\%$ ;  $\text{B}_2\text{O}_3-15-73\%$  stb. [16].

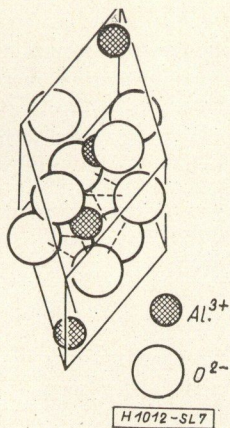
## 5. Felhasználási követelmények

Több speciális követelményt kell a hordozóknak kielégíteniük, melyek elsősorban alak-, felületi- és mérettűrési vonatkozásban jelentkeznek [17].

A hordozók alakja szempontjából legjobban kihasználható a téglalap vagy a négyzet alakú idom. Ezek készülhetnek furatos vagy furat nélküli formában. Az irodalomból ismert minimális lapkameéret  $0,5 \times 0,5$  mm, míg a felső határt a  $100 \times 130$  mm-es méretek képezik. Az általánosan elfogadott nagyság (angolszász méretek nyomán)  $25,4 \times 25,4$  mm;  $12,5 \times 25,4$  mm,  $12,5 \times 12,5$  mm, vagy ezekhez közelálló méretek. A hordozólapkák vastagsága  $0,25-3,2$  mm, leggyakrabban  $0,8-1,5$  mm. Mérettűrés hosszúság – szélesség irányban  $\pm 1-\pm 2\%$ , vastagságban  $\pm 10 \pm 20\%$  a szokásos értéktartomány. Természetesen, ennél szigorúbb mérettűrések, vagy külön követelmények is (pl. a derékszögtől megengedhető eltérést illetően) előfordulhatnak speciális célra készülő hordozóknál.

A felületi követelmények azok, melyek leginkább két csoportra osztják a szigetelő alapú hordozókat. Így vastag-réteg célokra a felületi simaság\* (smoothness) mintegy  $0,5-1-3$   $\mu\text{m}$ , míg vékony réteg kondenzátor célokra  $125 \text{ \AA}$  körüli értékek a kedvezőek. (A vékony-réteg ellenállások nem igényelnek ilyen „üvegszerű” simaságot.) A felületi simaság alapvetően függ a kerámia szerkezetétől, porozitásától, mert minél tömörebb és minél finomabb kristályokból áll, annál simább felület érhető el [18, 19].

A sima felület egyik járulékos következménye az is, hogy kisebb a tényleges felület, s ezzel csökken az ott adszorbeált vízgőz mennyisége is. E tekintetben



7. ábra. Alfa-korund kristályrács

első helyen állnak az olvasztás útján készített üvegek, üvegkerámiák, majd a szinterelt polikristályos oxid kerámiák és kissé leszakadva, a magnézium-szilikát (pl. szteatit) kerámiák. A vastag réteg technikában nem igénylik az üvegekhez közelálló felületi simaságot, mert a fémaszták jobban tapadnak a kissé „érdes” felülethez.

A felületi alakhűség\*\* (flatness) különösen akkor fontos, ha a nagy felületi egyenetlenségek befolyásolják a maszkok tapadásának szorosságát. Vékony rétegeknél általában  $0,05$  mm egyenetlenségeket engednek meg a felület  $25$  mm-es szakaszában. Vastag réteg áramkörök hordozóinál ez az érték a  $0,1$  mm-t is elérheti, ill. meghaladhatja.

A nagyfokú simaság és alakhűség (vagy planparalelítás) elérése, ill. fokozása érdekében a kerámia hordozók felületét – egyik, vagy mindkét oldalukon – csiszolással, polírozással vagy kémiai módszerekkel tovább finomíthatják. (Az üveg, üvegkerámiák felülete kellő simaságú vékonyréteg célokra.) A 4. táblázatban a felhasználás szempontjából érdekesebb jellemzőket hasonlítottuk össze.

## 6. Gazdaságossági szempontok

Mint minden ipari termékénél, itt is az alapanyagok beszerezhetősége, minőségi megbízhatósága, piaci ára, továbbá a technológiai műveletek és az előállított darabszám kérdése kerül előtérbe.

Hordozó-készítési célra legolcsóbbak az alkáli üvegek, a szteatit-féleségek, a boroszilikát-üvegek és az üvegkerámiák, majd további sorrendben az alumíniumoxid- és végül a berillium-oxid kerámiák. Az alkáliszegény vagy alkálimentes (pl. boroszilikát, kvarc) üvegek drágábbak a közönséges „nátron” üvegeknél, viszont kedvezőbb mechanikai és elektromos tulajdonságokkal rendelkeznek. A kvarc-üveg kitűnő hőlékésállóságával messze kimagaslik az „üvegsorból”, viszont  $1700^\circ\text{C}$  hőmérséklet körüli megmunkálhatósága a drágább anyagok közé emeli.

Az üvegkerámiák többféle minőségben készülnek, s így előállítási áruk is tág határok között változik. Előnyük, hogy egyesítik az üvegek sima felületét a kerámiák nagyobb mechanikai szilárdságával. Előállítási technológiájuk hasonló az üvegekéhez [4, 13]. Hővezetőképességük – mint minden szilikáté – kisebb értékű pl. a korundok ugyanezen paraméterénél.

A közismert szilikát-kerámiák gazdaságosak, de gyengébb (hő) mechanikai és főleg felületi sajátságai következtében csak kevés helyen kerülnek alkalmazásra.

A kerámiák előnye az üvegekkel szemben, hogy méretre és furatokkal ellátva készíthetőek, s nincs szükség darabolásra. Viszont minden esetben emeli az önköltségi árat, ha a kerámia hordozót csiszolni, polírozni kell. Így pl. a gyémánt keménységét megközelítő korundlapkák egyoldalon való csiszolása kb.  $50\%$ -kal, két oldalon való csiszolása pedig már  $80-100\%$ -kal is megemeli árukat. Mázzal történő bevonásnál pedig az alaplemezzel megegyező hőtágulási, alacsony alkálitartalmú máz pl. szórópisztolyos fel-

\*A felület „sima”, ha bármely merőleges keresztmetszete mentes a kiugrásoktól.

\*\*A felület egy merőleges keresztmetszetében a nagy egyenetlenségek hiányát fejezi ki.



Különböző minőségű hordozólapkák műszaki és gazdaságossági jellemzőinek összehasonlítása [20]

| Tulajdonság                                   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |             |       |                  |        |             | Üveg         | BeO         |
|-----------------------------------------------|--------------------------------|-------------|-------|------------------|--------|-------------|--------------|-------------|
| Fémoxid-tartalom                              | 95%                            | 95%         | 95%   | 95%              | 99,5%  | 99,5%       | (mikroszkóp) | 99,5%       |
| Felület                                       | natur                          | polírozott  | máz   | polírozott + máz | natur  | polírozott  | natur        | polírozott  |
| Relatív ár,<br>25 × 25 × 1 mm                 | 1,0                            | 1,3         | 1,5   | 3,0              | 1,2    | 1,5         | 0,70         | 5,0         |
| Felületi simaság,<br>25 mm-en (Å)             | 7600                           | 1250 – 2500 | 100   | 100              | 5000   | 1250 – 2500 | 130          | 1300 – 2500 |
| Felületi alakhűség<br>25 mm-es szakaszon (mm) | 0,125                          | <0,050      | 0,250 | <0,050           | 0,125  | <0,050      | <0,050       | <0,050      |
| Kémiai és hő-stabilitás                       | kiváló                         | kiváló      | jó    | jó               | kiváló | kiváló      | jó           | kiváló      |

vitele, szárítása és végül 1000 °C hőmérséklet körüli beégetése jelent többletköltséget (l. pl. 4. táblázatot).

Berilliumoxid hordozó előállításának költséges, mérgező alapanyagokat igényel, s így előállításukhoz különleges berendezésekre van szükség. Viszont elektromos szempontból kiváló sajátságokkal rendelkezik, és kiemelkedik a fémekéhez közelálló hővezetőképessége miatt.

Ha a minőségi és gazdaságossági jellemzőket összevetjük, vastag-réteg áramkörökhöz a 96–98% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmú hordozólapkák kerülnek előtérbe. Ezt a tényt a világszinten egyre nagyobb mértékben mutató érdeklődés is alátámasztja.

## IRODALOM

1. E. Keonjian: Mikroelektronika. Elmélet, szerkesztés és gyártás. Műszaki Könyvkiadó Budapest (1968)
2. G. R. Madland, H. K. Dicken, stb.: Integrated Circuit Engineering. Basic Technology. Boston Technical Publ. Inc. (1966)
3. G. I. Schmidhammer: A Guide to Selecting Technical Ceramics. Electronics Ind. p. 72, April, (1966)
4. P. W. McMillan: Glass-Ceramics: Academic Press, London and New York (1964)
5. Sztankovics L.: Alumíniumoxid kerámiák és néhány elektrotechnikai szigetelő sajátságainak összehasonlítása. Híradástechnika, Budapest XX. évf. No. 2. p. 51. (1969)
6. Sztankovics L.: Elektromos vizsgálatok alumíniumoxid kerámiákon 800 °C hőmérsékletig. Mérés és Automatika Budapest, XVI. évf. No. 11. p. 440 (1968)
7. Annon. Electronic and Newer Ceramics. Ceram. Ind. 4 (1), p. 38. (1967)
8. Lengyel B., Boksay Z., Csákvári B.: A szilikátüvegek elektromos tulajdonságai. Akadémiai Kiadó Budapest, (1966)
9. R. Brown: Substrates for Tantalum Thin-Film Circuits. Amer. Ceram. Soc. Bull. 45 (8), p. 720, (1966)
10. B. C. Waterfield: Alumina Substrates for Thick-Film Circuits. Microelectronics and Reliability. 7. p. 117, (1968)
11. R. C. Buchanan: Substrate Surfaces for Microelectronics. Ceramic Age, p. 60. April (1968)
12. E. B. Shand: Glass Engineering Handbook. McGraw-Hill Co. Inc. New York, London (1958)
13. B. E. Waye: Introduction to Technical Ceramics. MacLaren and Sons Ltd. London (1967)
14. R. F. Russel: Control Factors in the Manufacture of Thick-Film Circuits. Microelectronics and Reliability, Vol. 7. p. 121. (1968)
15. F. V. Dimarcello, A. W. Treptow, L. A. Baker: Glaze Ceramic Substrates for Thin Films. Amer. Ceram. Soc. Bull. 47 (5), p. 511, (1968)
16. M. Monneraye, J. Serindat, C. Jouwersma: The control of Dielectric Losses and Temperature Coefficient of Permittivity by Dopping in some Glass-Ceramic Materials. Glass Technology, Vol. 9 (3), p. 70, (1968)
17. J. Hamersky: Vékonyréteg áramkörök hordozóinak kiválasztása és minősítése. Finommechanika Budapest, VII. évf. p. 23. (1968)
18. H. W. Stetson, W. J. Gyurk: Development of Two Micro Inch (CLA) As-Fired Alumina Substrates. Western Electric Eng. Res. Center, Princeton N. J. Extra Copy (1967)
19. H. E. Culver, W. T. Layton: Etched Thin Film Microcircuits on Glazed Alumina Substrates. Vitro Lab. Co. Silver Spring, Maryland 20 910. Extra Copy (1967)
20. E. M. Baldwin, E. P. Hyatt, R. C. Vickery: Ceramic Substrates for Microcircuitry. IEEE Trans. No. 1. p. 264 (1965)

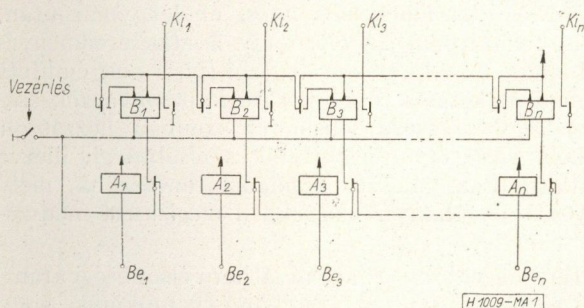


## Elsőbbségi és statisztikusan választó áramkörök elektronikus telefonközpontokban

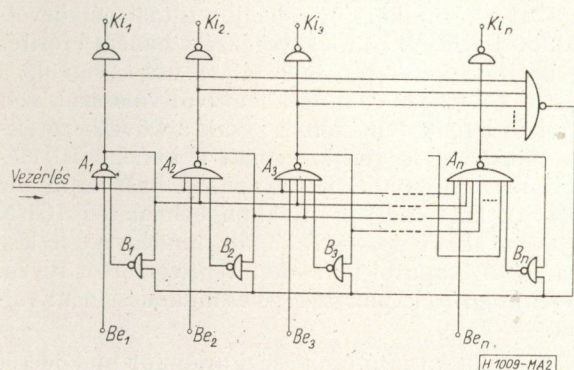
ETO 621.395.345:621.395.722

Telefonközpontban alkalmazott áramkörökben gyakori feladat, hogy adott számú, azonos információforrás közül egy adott időpillanatban valamelyik éppen jelet szolgáltató aktív forrást a további felhasználás céljára ki kell választani. Ilyen jellegű feladatok szinte kivétel nélkül fellépnek olyan esetekben, amikor több áramkörnek kell egy vagy néhány közös áramkörrel együttműködnie (azonosítási feladatok), valamint az ún. keresési műveletek során, amikor egy, esetleg pillanatról pillanatra változó adatkészletből kell néhányat kiválasztani. Ez a kiválasztás egyes esetekben lehetőleg véletlenszerűen kell, hogy történjék (pl. szabad út keresés, amelynél a véletlenszerű, statisztikus jellegű kiválasztás biztosítja az egyes kapcsolóútszakaszok, linkek egyenletes kihasználását). Máskor viszont egy előre rögzített elsőbbségi sorrend alapján az ebben a sorrendben legelől álló aktív forrást kell meghatározni (pl. kerülőutas hívásirányításnál első-, második-, stb. választású útvonalak kiválasztása). Hagyományos, jelfogós áramkörökkel ez utóbbi követelmény megvalósítása a könnyebb, a véletlenszerű kiválasztás komplikáltabb.

Beérkezett: 1970. II. 27.



1. ábra. Jelfogós elsőbbségi áramkör



2. ábra. Jelfogós elsőbbségi áramkör elektronikus megvalósítása

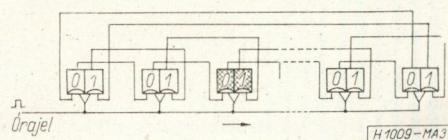
Elektronikus áramkörök segítségével már mód nyílik mindkét követelmény aránylag egyszerű teljesítésére. Az ismert jelfogós elsőbbségi áramkör (1. ábra) mintájára analóg módon megtervezhetjük ennek elektronikus elemekkel, a digitális technikából ismert NÉ (NAND) kapukkal felépített megfelelőjét (2. ábra). Ez az áramkör ugyanazt tudja, mint a jelfogós áramkör. A vezérlőjel hatására az 1-től  $n$ -ig sorszámozott vezetékek (információforrások) közül választja azt a legkisebb sorszámot, amelyiken a vezérlőjel megjelenésének pillanatában jel volt (IGEN-szint, illetve a jelfogós áramkörnél földfeszültség). A kiválasztás pillanatában egyúttal rögzíti is ezt a helyzetet, hogy a vezérlőjel tartama alatt a kiválasztás megtörtént-e után esetleg fellépő, a sorrendben előbb álló jel a kiválasztás eredményét már ne változtathassa meg (B jelű NÉ kapunk, ill. B jelű jelfogók).

Az ábra alapján rögtön látszik ezen elektronikus megoldás néhány szembeszökő hátránya. Az elemszám növelésével növekszik az ÉS kapuk bemeneteinek száma, valamint növekszik a NÉ kapukban levő inverterek terhelése is. Mindkettő határt szab az elemszám növelésének, különösen az utóbbi. A jelfogós áramkörben az elemszámot csak az korlátozza, hogy hány sorbakötött bontókontaktus alkalmazását tartjuk még üzembiztosnak.

Ezért a 2. ábrán látható formában általában nem alkalmazzuk ezt az elsőbbségi áramkört. Olyan megoldást kell találni, mely a fenti hátránytól mentes, és lehetővé teszi a véletlenszerű kiválasztást is. Erre többféle mód is kínálkozik.

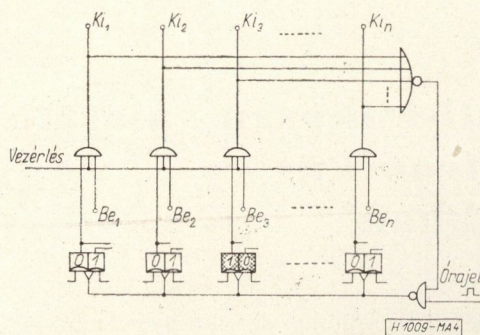
Széles körben elterjedtek az ún. keresőláncok vagy másnéven forgóláncok. Ezek nem mások, mint a digitális technikában jól ismert léptető (shift) regiszterek, melyekben egyetlen „egyest” keringtetnek (3. ábra). Egy ilyen módon kialakított forgólánc úgy használható, hogy kimeneteit összehasonlítjuk a választásra felkínált információforrások kimeneteivel. Ha a lánc az 1... $n$  vezetékek valamelyikén jelet talál, akkor a kiválasztást megtörténtnek tekintjük, és a lánc forgását leállítjuk (4. ábra).

Ennek a megoldásnak nagy előnye, hogy lehetővé teszi mind a véletlenszerű, mind pedig a sorrendi kiválasztást. Ha ui. a 4. ábra szerinti megoldásban a vezérlőjel az órajeltől független, akkor az a hely



3. ábra. Léptető regiszter logikai kapcsolása





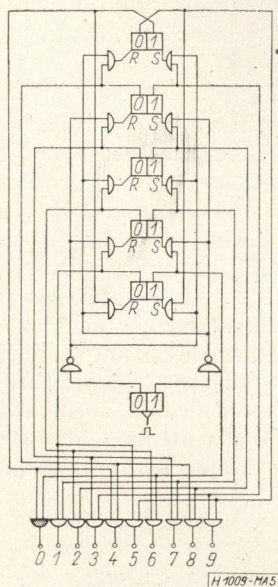
4. ábra. Shift-regiszteres kereső áramkör

ahol a lánc jelet talál, nyilván attól függ, hogy a lánc a vezérlés pillanatában melyik állásában tartózkodott (kivéve, ha csak egyetlen aktív információforrás van). Ez pedig teljesen véletlenszerű, ha az említett függetlenséget biztosítjuk. Ha viszont sorrendi kiválasztást akarunk, akkor nem kell mást tenni, mint a láncot a vezérlés pillanatában a kitüntetett „első” állásába állítani, és innen indítani a keresést.

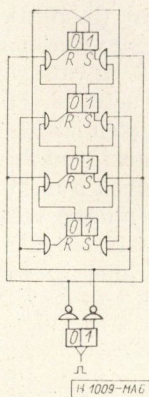
Az említett léptető regiszterek helyett alkalmazhatóak az ún. gyűrűs regiszterek is, melyek elvileg abban különböznek a léptető regiszterektől, hogy a lánc végéről ellentétes értelemben csatolunk vissza a lánc bemenetére. Ennek előnye, hogy  $2n$  kimenet megvalósításához csak  $n$  db flip-flop szükséges. A  $2n$  kimenet dekódolását viszonylag egyszerű, mindössze két bemenetű ÉS kapukkal megvalósíthatjuk.

A BHG eddigi elektronikus központjaiban a különleges megoldású, tisztán statikus RS flip-flop-okat tartalmazó gyűrűs regisztereket alkalmaztuk forgóláncként. Az 5. ábrán egy öt flip-flopot tartalmazó, tehát tízes (tíz kimenetű) forgólánccot tüntettünk fel.

Ha  $n$  páros szám, akkor a kapcsolás hasonló, de némileg eltér az 5. ábrától. A 6. ábrán az  $n=4$  ese-



5. ábra. Statikus gyűrűs regiszter, mint forgólánc. A regiszter elemeinek száma páratlan



6. ábra. Statikus gyűrűs regiszter. A regiszter elemeinek száma páros

tet tüntettük fel, a nyolc kimenetet megvalósító dekódoló hálózat nélkül. Ilyen jellegű kapcsolásoknál vigyázni kell arra, hogy a rendszernek, mint aszinkron szekvenciális hálózatnak (nincs benne késleltető elem!) csak a tervezett  $2n$  stabil állapota legyen. Ez  $n=5$ -ig az ábrán látható kapcsolásokban teljesül. A rendszer állapotegyenleteinek felírásával igazolható, hogy ha  $n$  nagyobb, mint öt, akkor ez már nem igaz, és külön gondoskodni kell arról, hogy a meg nem engedett stabil állapotok ne léphessenek fel. Ha pl.  $n=6$ , akkor a stabil állapotok száma 16. Ebből 12 az, amely a 6. ábrán megismert működés szerint váltogatja egymást, a többi négy ezekből eltérő kombinációkat fed. Viszont ez a négy állapot is ciklikusan követi egymást, ha valamilyen módon (pl. bekapcsoláskor) a rendszer ezen négy állapot valamelyikébe került. A 12-es és a 4-es ciklus is zárt, egymásba át nem mennek.

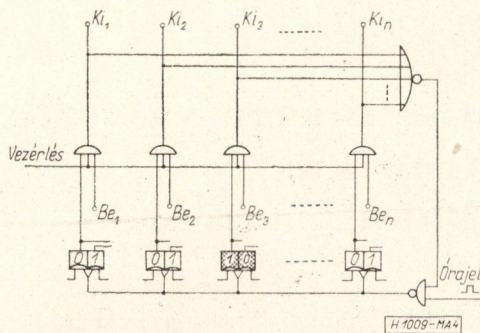
Igazolható, hogy  $n$  további növelésével kettőnél több ilyen zárt ciklus is létrejöhet az 5. és 6. ábra szerinti kapcsolásokban. A  $2n=10$  igen sok alkalmazásban elegendő, így az áramkör az 5. ábra szerinti egyszerű kapcsolásban alkalmazható. Az áramkör előnye más gyűrűs regiszter kapcsolásokhoz képest, hogy zavarokkal szemben érzéketlen, amennyiben csak az említett 10 stabil állapot valamelyikét tudja felvenni és így a szabályos „forgásból” soha nem tud kiesni. Dinamikus JK típusú flip-flopokból felépített gyűrűs regiszterekre ez nem áll, ott az érzékenységet még a kondenzátorok jelenléte is fokozza.

A forgólánccok alkalmazása mind kiválasztási (azonosítási), mind keresési célokra tehát igen alkalmasnak tűnik. Alkalmazásuknak azonban igen nagy hátránya az ismert egyszerű elsőbbségi áramkörrel szemben, hogy a kiválasztás legtöbbször nem történik meg azonnal a vezérlőjel megjelenésének pillanatában, hanem csak több, max  $n$  lépés múlva. Ez különösen ott lehet hátrányos, ahol egymás után, több fokozatban, az előző kiválasztás eredményének alapján kell keresést végezni (pl. a már említett szabad út keresés többfokozatú kapcsolómezők esetén). Egy egyszerű felismerés azonban hozzásegít ahhoz, hogy olyan elektronikus elsőbbségi, illetve statisztikusan választó áramkört tervezzünk, mely egyesíti magában az előzőekben megismert módszerek előnyeit.

Térjünk vissza a 2. ábrán látható elsőbbségi áramkör vizsgálatához. Az áramkör úgy működik, hogy az elsőbbséggel rendelkező elemek letiltják (NÉ kapuk) az utánuk következő elemek választását. Alakítsuk át az áramkört úgy, hogy a tiltást ne közvetlenül az A jelű NÉ kapuk végezzék, hanem erősítés (regenerálás, kétszeres invertálás) után vigyük a tiltást a következő elemre. Ezenkívül válasszuk szét az A jelű kapuk funkcióit is: csak a következő elemek tiltásában legyen szerepük, a kimenő jel előállítására az újabb C jelű kapukat használjuk fel (7. ábra). Ha tehát az  $A_1$  kapu bemenetén IGEN szint van, akkor a  $C_2-C_n$  kapuk mindegyike le lesz tiltva az  $A_1$  kapuról működtetett invertersor révén. A B jelű rögzítő kapuk szerepe és működése nem változik.

A 7. ábrán látható elsőbbségi áramkör működését matematikailag is szemléltethetjük. Ismeretes, hogy





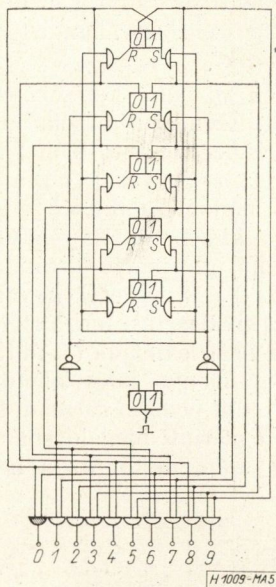
4. ábra. Shift-regiszteres kereső áramkör

ahol a lánc jelet talál, nyilván attól függ, hogy a lánc a vezérlés pillanatában melyik állásában tartózkodott (kivéve, ha csak egyetlen aktív információforrás van). Ez pedig teljesen véletlenszerű, ha az említett függetlenséget biztosítjuk. Ha viszont sorrendi kiválasztást akarunk, akkor nem kell mást tenni, mint a láncot a vezérlés pillanatában a kitüntetett „első” állásába állítani, és innen indítani a keresést.

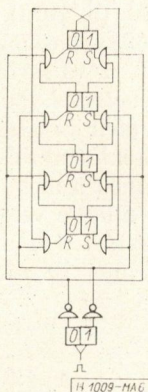
Az említett léptető regiszterek helyett alkalmazhatóak az ún. gyűrűs regiszterek is, melyek elvileg abban különböznek a léptető regiszterektől, hogy a lánc végéről ellentétes értelemben csatolunk vissza a lánc bemenetére. Ennek előnye, hogy  $2n$  kimenet megvalósításához csak  $n$  db flip-flop szükséges. A  $2n$  kimenet dekódolását viszonylag egyszerű, mindössze két bemenetű ÉS kapukkal megvalósíthatjuk.

A BHG eddigi elektronikus központjaiban a különleges megoldású, tisztán statikus RS flip-flop-okat tartalmazó gyűrűs regisztereket alkalmaztuk forgóláncként. Az 5. ábrán egy öt flip-flopot tartalmazó, tehát tízes (tíz kimenetű) forgólánccot tüntettünk fel.

Ha  $n$  páros szám, akkor a kapcsolás hasonló, de némileg eltér az 5. ábrától. A 6. ábrán az  $n=4$  ese-



5. ábra. Statikus gyűrűs regiszter, mint forgólánc. A regiszter elemeinek száma páratlan



6. ábra. Statikus gyűrűs regiszter. A regiszter elemeinek száma páros

tet tüntettük fel, a nyolc kimenetet megvalósító dekódoló hálózat nélkül. Ilyen jellegű kapcsolásoknál vigyázni kell arra, hogy a rendszernek, mint aszinkron szekvenciális hálózatnak (nincs benne késleltető elem!) csak a tervezett  $2n$  stabil állapota legyen. Ez  $n=5$ -ig az ábrán látható kapcsolásokban teljesül. A rendszer állapotegyenleteinek felírásával igazolható, hogy ha  $n$  nagyobb, mint öt, akkor ez már nem igaz, és külön gondoskodni kell arról, hogy a meg nem engedett stabil állapotok ne léphessenek fel. Ha pl.  $n=6$ , akkor a stabil állapotok száma 16. Ebből 12 az, amely a 6. ábrán megismert működés szerint váltogatja egymást, a többi négy ezekből eltérő kombinációkat fed. Viszont ez a négy állapot is ciklikusan követi egymást, ha valamilyen módon (pl. bekapcsoláskor) a rendszer ezen négy állapot valamelyikébe került. A 12-es és a 4-es ciklus is zárt, egymásba át nem mennek.

Igazolható, hogy  $n$  további növelésével kettőnél több ilyen zárt ciklus is létrejöhet az 5. és 6. ábra szerinti kapcsolásokban. A  $2n=10$  igen sok alkalmazásban elegendő, így az áramkör az 5. ábra szerinti egyszerű kapcsolásban alkalmazható. Az áramkör előnye más gyűrűs regiszter kapcsolásokhoz képest, hogy zavarokkal szemben érzéketlen, amennyiben csak az említett 10 stabil állapot valamelyikét tudja felvenni és így a szabályos „forgásból” soha nem tud kiesni. Dinamikus JK típusú flip-flopokból felépített gyűrűs regiszterekre ez nem áll, ott az érzékenységet még a kondenzátorok jelenléte is fokozza.

A forgólánccok alkalmazása mind kiválasztási (azonosítási), mind keresési célokra tehát igen alkalmasnak tűnik. Alkalmazásuknak azonban igen nagy hátránya az ismert egyszerű elsőbbségi áramkörrel szemben, hogy a kiválasztás legtöbbször nem történik meg azonnal a vezérlőjel megjelenésének pillanatában, hanem csak több, max  $n$  lépés múlva. Ez különösen ott lehet hátrányos, ahol egymás után, több fokozatban, az előző kiválasztás eredményének alapján kell keresést végezni (pl. a már említett szabad út keresés többfokozatú kapcsolómezők esetén). Egy egyszerű felismerés azonban hozzásegít ahhoz, hogy olyan elektronikus elsőbbségi, illetve statisztikusan választó áramkört tervezzünk, mely egyesíti magában az előzőekben megismert módszerek előnyeit.

Térjünk vissza a 2. ábrán látható elsőbbségi áramkör vizsgálatához. Az áramkör úgy működik, hogy az elsőbbséggel rendelkező elemek letiltják (NÉ kapuk) az utánuk következő elemek választását. Alakítsuk át az áramkört úgy, hogy a tiltást ne közvetlenül az A jelű NÉ kapuk végezzék, hanem erősítés (regenerálás, kétszeres invertálás) után vigyük a tiltást a következő elemre. Ezenkívül válasszuk szét az A jelű kapuk funkcióit is: csak a következő elemek tiltásában legyen szerepük, a kimenő jel előállítására az újabb C jelű kapukat használjuk fel (7. ábra). Ha tehát az  $A_1$  kapu bemenetén IGEN szint van, akkor a  $C_2-C_n$  kapuk mindegyike le lesz tiltva az  $A_1$  kapuról működtetett invertersor révén. A B jelű rögzítő kapuk szerepe és működése nem változik.

A 7. ábrán látható elsőbbségi áramkör működését matematikailag is szemléltethetjük. Ismeretes, hogy

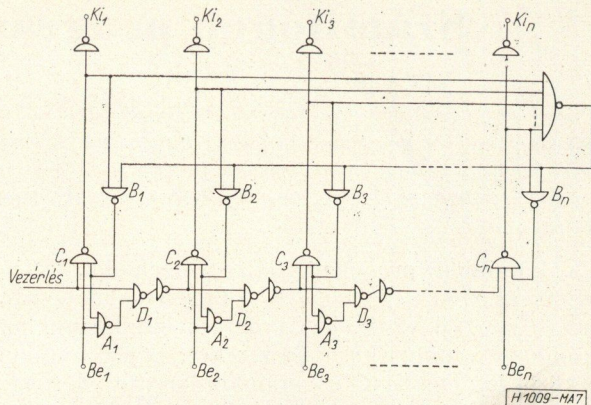


bináris számok kettes komplementjét úgy képezzük, hogy képezzük a szám inverz kódját (egyes komplement), majd ehhez hozzáadunk egyet (8. ábra). Ezen matematikai előállítási utasítás alapján a komplement kód közvetlen felírására adódik az a gyakorlati szabály, amely szerint a komplement kódot megkapjuk, ha a vizsgált bináris számot a legkisebb helyértéktől kiindulva, tehát jobbról balra haladva az első „egyes”-ig bezárólag változatlanul leírjuk, utána pedig helyértékenként 0 helyett 1-es és 1 helyett 0-át írunk. Ennek alapján közvetlenül látszik, hogy ha az eredeti számot komplementjével helyértékenként összeszorozzuk, akkor a szorzatok közül csak a jobbról számított első egyes helyén levő szorzat értéke lesz 1, a többi mind zérus lesz (9. ábra). Ez azt jelenti, hogy ilyen módon ezt az első „egyes”-t egyértelműen ki tudjuk jelölni. Ezen kijelölés módja lehet egyszerűen a fenti gondolatmenetnek megfelelően az, hogy előállítjuk a kettes komplement kódot, és egyszerű ÉS kapukkal elvégezzük a helyértékenkénti szorzást. Az  $n$  ÉS kapu közül csak egyetlen egynek lesz a kimenetén IGEN színt. Egyszerűbb áramkört kapunk azonban, ha az alábbi megfontolás alapján járunk el.

Könnyű belátni, hogy a „bináris szám inverze +1” művelet végzésekor, ha a legkisebb helyértéken átvitel képződik, akkor ez addig terjed, ameddig az inverz kódban csupa 1-es áll. Az első 0-as helyérték után több átvitel nem képződik. (Ez lehet rögtön a legkisebb helyérték is.) Azt a helyértéket kell tehát kijelölni, ahol az inverz kód értéke 0, vagyis az eredeti bináris szám megfelelő helyértéke 1, és az előző helyértékről van átvitel. Az előzőek alapján ilyen helyérték nyilván csak egy van. Ha a 7. ábrán levő kapcsolást megnézzük, akkor látjuk, hogy az a fentiek szerint működik. Az  $A$  jelű kapuk a  $BE_1 \dots BE_n$  bemenő jelek által képviselt bináris szám inverz kódját állítják elő, a  $D$  jelű kapuk pedig az átvitelt képzik. A  $C$  jelű kapuk feladata az, hogy az előző helyértékről hozott átvitelt és a bemenő jelet összehasonlítsa. Az inverz kódhoz adandó +1-et a  $D_1$  kapura kötött vezérlőjel képviseli.

A 7. ábrán levő kapcsolás tehát ugyanazt tudja, mint a 2. ábrán látható elsőbbségi áramkör, de kiküszöböli annak említett hiányosságait. Viszont az áramkörnek iménti matematikai értelmezése kezünkbe ad egy olyan ötletet, amelyet felhasználva a 7. ábra kapcsolását átalakíthatjuk úgy, hogy az alkalmas legyen véletlenszerű kiválasztásra is.

Láttuk, hogy a kisebb helyértéken levő elemnek volt elsőbbsége a nagyobb helyértékűvel szemben (a legkisebb helyértéken adtuk be a +1-et). Ha most ezeket az elemeket nem eleve soroljuk fix helyértékekhez, hanem a vezérlés pillanatában véletlenszerűen tudjuk „kijelölni”, hogy a szám hol kezdődik, azaz hol a legkisebb helyértékű elem, akkor a kiválasztás ehhez képest fogja az első aktív elemet szolgáltatni. Így maga a kiválasztás véletlenszerű lesz. Ilyenkor nyilván ciklikusan rendezzük el az elemeket, vagyis úgy, hogy az utolsó elem után az első következzen. Hogy a vezérlés pillanatában az ilyen módon kialakított gyűrűnek hol lesz a kezdőpontja, azt egy előzőekben megismert forgólánc adhatja meg, mely a vezérlőjeltől függetlenül forog.



7. ábra. A 2. ábra szerinti elsőbbségi áramkör módosított formája

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| Bináris szám      | 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 |
| Inverz kód        | 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 |
| +                 | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 |
| Kettes komplement | 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 |

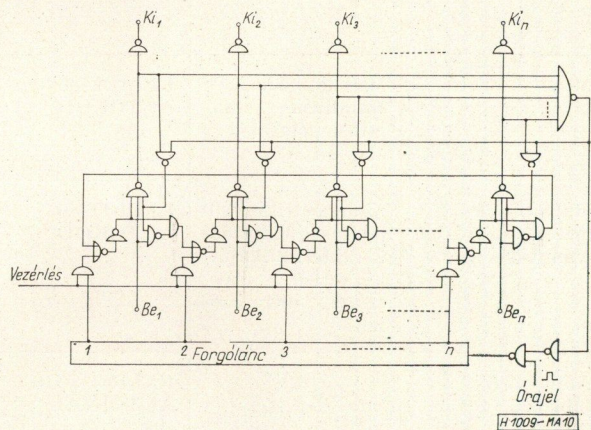
H1009-MA8

8. ábra. Bináris szám kettes komplementjének képzése

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| Bináris szám        | 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 |
| Kettes komplement   | 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 |
| Választás eredménye | 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 |

H1009-MA9

9. ábra. A jobbról számított első egyes kiválasztásának elve



10. ábra. Gyorsműködésű, statisztikusan választó áramkör

Ez a forgólánc mondja tehát meg, hogy az áramkörnek melyik helyértékénél kell képezni az inverz kódhoz adandó +1-et.

Az ilyen módon kialakított áramkört a 10. ábra mutatja. Egyesíti magában a 2. és 7. ábrán látott elsőbbségi áramkör, és a 4. ábrán látott kereső áramkör tulajdonságait: a vezérlőjel megjelenésének pillanatában véletlenszerűen, késleltetés nélkül, azonnal kiválaszt egyet a bemenetein levő aktív információforrások közül.



# Számítógép programok katalógusa 1969\*

ETO 621.39:681.3.06(085)

A mellékelt összeállítás az elektronikára vonatkozó 1969-ben elkészült számítógép programok katalógusát tartalmazza. A programok katalógus céduláit az intézmények illetékes vezetői, vagy megbízottai küldték be a BME Vezetékes Híradástechnika Tanszék felkérésére.

A korábban megjelent (Híradástechnika, XIX. évf. 6. sz. 169–173 old. és Híradástechnika, XX. évf. 8. sz. 238–251 old.) program katalógusokhoz hasonlóan a numerikus módszerekre, az elektronikus eszközökre, elektronikus áramkörökre, híradástechnikai berendezésekre és híradástechnikai rendszerekre vonatkozó programokat állítottuk össze. Az 1969-re vonatkozó katalógusból is látszik, hogy a programok három szintű dokumentációja (program

katalógus, könyvtári tájékoztató, program leírás) kezd hazánkban kialakulni. Megállapíthatjuk azt is, hogy a nyilvántartásba vett programok a bonyolultabb nagyobb programok (program csomagok, program rendszerek) felé tolódnak el. A program katalógus több konstrukciós tervezéssel kapcsolatos programot tartalmaz.

Az eddigi szokásoknak megfelelően a program katalógus a programokat a beérkezés sorrendjében közli. A „Számítógép programok katalógusa 1970” összeállításba azokat a programokat fogjuk felvenni, amelyeket 1971. február 6-ig beküldenek a BME Vezetékes Híradástechnika Tanszékre (Budapest, XI. Stoczek u. 2.).

\* Összeállította: dr. Géher Károly

BME Vezetékes Híradástechnika Tanszék

Beérkezett: 1970. IV. 20.

| Név                             | Tartalom                                                                                              | Programozási nyelv                 | Programozó        | Szakértő                                                                       | Ismertetés elkészülésének dátuma |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                 | Numerikus módszerek                                                                                   | GIER-ALGOL                         |                   | TKI Kovács Zsolt                                                               | 1969. dec.                       |
|                                 | Numerikus módszerek                                                                                   | ICT-ALGOL<br>FORTRAN<br>PLAN (ICT) |                   | KFKI Nagy Mihály                                                               | 1969. dec.                       |
|                                 | Numerikus módszerek                                                                                   | RAZDAN-ALGOL                       |                   | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán,<br>Székely Vladimír | Eljárásgyűjtemény, 1969          |
| Meredek szűrő                   | Meredek szűrők számítása csillapítási pólusok alapján                                                 | ELLIOT-803<br>AUTOKOD              | ML Eszényi Sándor | ML Turáni József                                                               |                                  |
| Hullámparaméteres szűrőszámítás | Aszimmetrikus csillapítás csillapításkarakterisztikájú, közvetlen sáv-szűrő méretezések               | ELLIOT-803<br>AUTOKOD              | ML Eszényi Sándor | ML Turáni József                                                               |                                  |
| Antenna-fi táblázat             |                                                                                                       | ELLIOT-803<br>AUTOKOD              | ML Eszényi Sándor | ML Dinnyés József                                                              |                                  |
| Cikk-cakk szűrő                 | Cikk-cakk szűrők számítása                                                                            | ELLIOT-803<br>AUTOKOD              | ML Eszényi Sándor | ML Mátyás Antal                                                                |                                  |
| Transzformált cikk-cakk         | Adott csillapítás karakterisztikájú cikk-cakk szűrő                                                   | ELLIOT-803<br>AUTOKOD              | ML Eszényi Sándor | ML Turáni József                                                               |                                  |
| Három pontos együttfutás        | Algoritmus az együttfutási helyek optimális megállapítására a minimális együttfutási hiba megadásával | ELLIOT-803<br>AUTOKOD              | ML Eszényi Sándor | ML Szűcs Gábor                                                                 | ML Műsz. Tájé. 1966. 8. sz.      |



| Név                               | Tartalom                                                                                                                                     | Programozási nyelv    | Programozó                                | Szakértő                                  | Ismertetés<br>elkészülésének dátuma          |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Három pontos együttfutás táblázat | Kiszámolt relatív együttfutási pontok és minimális hibák táblázata                                                                           | ELLIOT-803<br>AUTOKOD | ML<br>Eszényi Sándor                      | ML<br>Eszényi Sándor                      | ML<br>Műsz. Tájékozt.<br>1966. 8. sz.        |
| Negyedfokú szűrő                  | Csillapítás táblázat negyedfokú szűrőre                                                                                                      | ELLIOT-803<br>AUTOKOD | ML<br>Eszényi Sándor                      | ML<br>Gál Miklós                          |                                              |
| cm-es hullám-ellenállás           | Táblázat cm-es hullámok hullám-ellenállására                                                                                                 | ELLIOT-803<br>AUTOKOD | ML<br>Eszényi Sándor                      | ML<br>Császár Tibor                       |                                              |
| Cikk-cakk szűrő táblázat          | Relatív értékű elemekre számolt szűrő táblázat (kb. 600 szűrő)                                                                               | ELLIOT-803<br>AUTOKOD | ML<br>Eszényi Sándor                      | ML<br>Mátay Antal                         | ML<br>Műsz. Tájékozt.<br>Megjelenés<br>alatt |
| MICRO-STRIP                       | Geometriai- és anyagjellemzőkből távvezeték paramétereket és statikus potenciál eloszlást számít, ábrázol                                    | GIER-ALGOL-4          | TKI<br>Bálint Lajos                       | TKI<br>Bálint Lajos                       | Intézeti<br>tanulmány<br>1969. dec.          |
| CSATOLT MIKRO-STRIP               | Geometriai- és anyagjellemzőkből távvezeték paramétereket számít és statikus potenciáeloszlást ábrázol páros és páratlan modusra külön-külön | GIER-ALGOL-4          | TKI<br>Bálint Lajos                       | TKI<br>Bálint Lajos                       | Intézeti<br>tanulmány<br>1969. dec.          |
| PROGR-TRM-VHF                     | Nagyfrekvenciás tranzisztor modellezése admittancia paraméterek alapján                                                                      | GIER-ALGOL-4          | TKI<br>Baranyi András,<br>Radványi András | TKI<br>Baranyi András,<br>Radványi András | Intézeti<br>tanulmány<br>1969. dec.          |
| ANAL                              | Koncentrált és elosztott paraméterű elemeket tartalmazó lineáris áramkör frekvencia tartománybeli analízise                                  | GIER-ALGOL-4          | TKI<br>Abos Imre,<br>Sugár Péter          | TKI<br>Abos Imre,<br>Sugár Péter          | Intézeti<br>tanulmány<br>1969. dec.          |
| MAT 4                             | Négypólusok összekapcsolásánál és a paraméterek átszámításánál alkalmazott műveletek utasításai                                              | GIER-ALGOL-4          | TKI<br>Windisch Edit                      | TKI<br>Windisch Edit                      | Intézeti<br>tanulmány<br>1969. dec.          |
| HURWITZ-2                         | Kétváltozós polinomok kétváltozós Hurwitz jellegének vizsgálata                                                                              | GIER-ALGOL-4          | TKI<br>Csurgay Árpád,<br>Abos Imre        | TKI<br>Csurgay Árpád,<br>Abos Imre        | Intézeti<br>tanulmány<br>1969. dec.          |
| PROGR ONLAN                       | On-line tervezést biztosít a lineáris áramkör analízis program bemenő adatainak írógépről történő módosításával                              | GIER-ALGOL-4          | TKI<br>Abos Imre,<br>Radványi András      | TKI<br>Abos Imre,<br>Radványi András      | Intézeti<br>tanulmány<br>1969. dec.          |



| Név                                                          | Tartalom                                                                                                            | Programozási nyelv              | Programozó                                                            | Szakértő                                                                    | Ismertetés<br>elkészülésének dátuma  |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| PROGR<br>ALKREND                                             | Nyomtatott huzalo-<br>zású áramkörök<br>alkatrészeinek cél-<br>szerű elhelyezése                                    | GIER-ALGOL-4                    | TKI<br>Bálint Lajos                                                   | TKI<br>Bálint Lajos                                                         | Intézeti<br>tanulmány,<br>1969. dec. |
| NIK                                                          | Másodfokú átviteli<br>függvények reali-<br>zálása negatív im-<br>pedancia konver-<br>terrel                         | ODRA 1013<br>MOSZT autokód      | Várszegi Sándor                                                       | BME Műszer- és<br>Méréstechnika<br>Tanszék<br>Gazsi Lajos                   | TDK dolgozat,<br>1969                |
| Approximáció                                                 | Pólus-zérus elren-<br>dezés meghatáro-<br>zása előírt ampli-<br>túdó- és fáziska-<br>rakteristikához                | ODRA 1013<br>MOSZT autokód      | BME Műszer- és<br>Méréstechnika<br>Tanszék<br>Gazsi Lajos             | BME Műszer- és<br>Méréstechnika<br>Tanszék<br>Gazsi Lajos                   |                                      |
| OPTIWIRE                                                     | Logikai kártyák<br>optimális elren-<br>dezési és huzalozási<br>utasításainak ké-<br>szítése                         | ODRA 1013<br>gépikód            | BME Műszer- és<br>Méréstechnika<br>Tanszék<br>Selényi Endre           | BME Műszer- és<br>Méréstechnika<br>Tanszék<br>Selényi Endre,<br>Hanák Péter |                                      |
| ERNA                                                         | Ellenőrző és raj-<br>zoló program<br>nyomtatott áram-<br>köri kártyák ké-<br>szítéséhez                             | ELLIOT-803<br>gépikód           | INFELOR<br>Álló Géza                                                  | VILATI<br>Schüller Frigyesné                                                | VILATI 1969<br>saját használatra     |
| NYÁR                                                         | Nyomtatott áram-<br>kört rajzoló prog-<br>ram                                                                       | EMG 830<br>SIMPLE               | INFELOR<br>Álló Géza, Juhász<br>Bálint, Sikolya<br>Zsolt, Varga Lajos | EMG<br>Árvai János                                                          | EMG 1969<br>saját használatra        |
| UNIGRAF                                                      | Általános célú raj-<br>zológépes prog-<br>ramnyelv műszaki<br>rajzok készítésére                                    | EMG 830<br>SIMPLE               | INFELOR<br>Álló Géza,<br>Juhász Bálint,<br>Varga Lajos                | EMG                                                                         | EMG 1969<br>saját használatra        |
| TRAN                                                         | Tranzisztorok pa-<br>ramétereinek meg-<br>határozása mérési<br>eredmények alap-<br>ján                              | Extended<br>Mercury<br>Autocode | E.I.V.R.T.<br>Maczkó István                                           | E.I.V.R.T.<br>Méhén Márton                                                  |                                      |
| EXGA                                                         | TRAN program-<br>mal nyert eloszlás<br>exponenciális és<br>Gauss közlítése                                          | Extended<br>Mercury<br>Autocode | E.I.V.R.T.<br>Méhén Márton                                            | E.I.V.R.T.<br>Méhén Márton                                                  |                                      |
| EREX                                                         | TRAN program-<br>mal nyert eloszlás<br>erfc és exponen-<br>ciális függvényrel<br>történő közelítése                 | FORTTRAN IV                     | E.I.V.R.T.<br>Zsák József                                             | E.I.V.R.T.<br>Zsák József                                                   |                                      |
| EXPITER                                                      | Integrált TTL<br>rendszerű expan-<br>der-kapu karakte-<br>risztikáinak szá-<br>mítása                               | ELLIOT-803<br>autokód           | HIKI<br>Koblinger László,<br>Fejes László,<br>Beke István             | HIKI<br>Koblinger László,<br>Fejes László,<br>Beke István                   |                                      |
| Hordozósűrűsé-<br>gek számítása in-<br>homogén bázis-<br>ban | Hordozósűrűség<br>számítása tet-<br>szőleges injekciós<br>szintre, kettősen<br>exponenciális kö-<br>zelítés mellett | ALGOL                           | MTA-MFKI<br>Bródy Ferenc                                              | HIKI<br>Kovács Ferenc                                                       |                                      |



| Név                    | Tartalom                                                                                                                             | Programozási nyelv | Programozó                                                             | Szakértő                                                                        | Ismertetés<br>elkészülésének dátuma                      |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| RNP-UNIPÁT             | Reaktáns négypólus univerzális paramétereit, átviteli tényezőjét számítja ki az elemekből                                            | ELLIOT<br>ALGOL    | TRT<br>Tarlacz László                                                  | TRT<br>Tarlacz László,<br>Radvány Jenő                                          |                                                          |
| RNP-ATAU               | Reaktáns négypólus csillapítását és futási idejét számítja ki tetszés szerinti frekvenciákon                                         | ELLIOT<br>ALGOL    | TRT<br>Tarlacz László                                                  | TRT<br>Tarlacz László,<br>Radvány Jenő                                          |                                                          |
| RNP-REFIMM             | Reaktáns négypólus bemenő impeanciáját és admitanciáját, valamint reflexiós csillapítását számítja ki tetszés szerinti frekvenciákon | ELLIOT<br>ALGOL    | TRT<br>Tarlacz László                                                  | TRT<br>Tarlacz László,<br>Radvány Jenő                                          |                                                          |
| Filtcomp.<br>Ladder    | Aluláteresztő és sávszűrők egyenletes veszteségű tervezése                                                                           | ELLIOT<br>ALGOL    | TRT<br>Radvány Jenő                                                    | TRT<br>Radvány Jenő                                                             | Híradástechnika<br>XXI. évf. 3. sz.<br>93—95 old. (1970) |
| Gamma trans.           | Adott reaktáns létrahálózat átviteli függvényének kiszámítása bilineárisan transzformált frekvencia függvényében                     | ELLIOT<br>ALGOL    | TRT<br>Radvány Jenő                                                    | TRT<br>Radvány Jenő                                                             |                                                          |
| Num. Cascade           | Reaktáns létrahálózat láncparamétereinek kiszámítása adott frekvenciákon                                                             | ELLIOT<br>ALGOL    | TRT<br>Radvány Jenő                                                    | TRT<br>Radvány Jenő                                                             |                                                          |
| Even loss<br>iteration | Adott páros f.sz. sávszűrő tervezett egyenletes veszteségi tényezőjének kiszámítása a kapcsolási paramétereiből                      | ELLIOT<br>ALGOL    | TRT<br>Radvány Jenő                                                    | TRT<br>Radvány Jenő                                                             |                                                          |
| EAT program            | Lineáris működésű tranzisztort és diódát tartalmazó áramkörök egyenáramú analízise                                                   | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Roska Tamás,<br>Bencsik Györgyi                                | MIKI<br>Roska Tamás,<br>Bencsik Györgyi<br>Skultéty László                      | Tanulmány<br>KGM ISzSzi számára, 1969                    |
| TOL-1<br>programcsomag | Lineáris működésű tranzisztort és diódát tartalmazó áramkörök közvetett és közvetlen toleranciáinak számítása                        | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Bánfalvi Károly,<br>Bencsik Györgyi,<br>SZÜV<br>Baranyai Jolán | MIKI<br>Skultéty László,<br>Roska Tamás,<br>Bánfalvi Károly,<br>Bencsik Györgyi | Tanulmány<br>KGM ISzSzi számára, 1969                    |
| IHA-2                  | Több bemenetű és kimenetű lineáris aktív áramkör-analízise (max 300 csomópont)                                                       | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Kalotay Balázs,<br>Kiss Zoltán,<br>Soós Tibor                  | MIKI<br>Kalotay Balázs,<br>Soós Tibor                                           | Tanulmány<br>KGM ISzSzi számára, 1969                    |



| Név                                 | Tartalom                                                                               | Programozási nyelv | Programozó                                                             | Szakértő                                                                               | Ismertetés elkészülésének dátuma             |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1H1<br>PAHASZIM                     | Több bemenetű és kimenetű lineáris passzív áramkör analízise (max 300 csomópont)       | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Kalotay Balázs                                                 | MIKI<br>Kalotay Balázs                                                                 | Tanulmány<br>KGM ISzSzi<br>számára, 1969     |
| 2N1                                 | Mérési eredmények közelítése racionális tört-függvényekkel                             | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Kadinger Béla                                                  | MIKI<br>Kadinger Béla                                                                  | Tanulmány<br>KGM ISzSzi<br>számára, 1968     |
| 1K1                                 | Mérési eredmények autokorrelációja                                                     | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Kadinger Béla                                                  | MIKI<br>Kadinger Béla                                                                  | Tanulmány<br>KGM ISzSzi<br>számára, 1968     |
| TRAP-3<br>tranzien analízis program | Aluláteresztő polinomszűrők átmeneti függvényének számítása                            | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Herendi Miklós                                                 | MIKI<br>Herendi Miklós                                                                 |                                              |
| LIN PLOT                            | Időtartománybeli vagy frekvenciartománybeli felelet ábrázolása lineáris léptékben      | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Bencsik Györgyi                                                | MIKI<br>Bencsik Györgyi                                                                | Tanulmány<br>KGM ISzSzi<br>számára, 1969     |
| LOG PLOT                            | Frekvenciartománybeli felelet ábrázolása logaritmikus léptékben                        | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Bánfalvi Károly                                                | MIKI<br>Bánfalvi Károly                                                                | Tanulmány<br>KGM ISzSzi<br>számára, 1969     |
| MIKAP-1G                            | Lineáris működésű elektronikus áramkörök teljes analízise                              | GIER-ALGOL-4       | MIKI<br>Bánfalvi Károly,<br>Bencsik Györgyi,<br>SZÜV<br>Baranyai Jolán | MIKI<br>Roska Tamás,<br>Bánfalvi Károly,<br>Bencsik Györgyi,<br>SZÜV<br>Zsombok Zoltán | Használati utasítás KGM ISzSzi számára, 1969 |
| DIREKT-1<br>programcsomag           | Átviteli függvény realizálása feszültségvezérelt áramgenerátort tartalmazó hálózattal  | GIER-ALGOL-4       | SZÜV<br>Szabó Endre,<br>Baranyai Jolán                                 | MIKI<br>Roska Tamás                                                                    | Tanulmány<br>KGM ISzSzi<br>számára, 1969     |
| DIODA                               | Eljárás dioda réteghőmérsékletének és kisjelű paramétereinek meghatározására           | ALGOL              | MKKL<br>Tarnay Kálmán                                                  | MKKL<br>Tarnay Kálmán                                                                  | V008.01 MKKL tanulmány, 1969                 |
| PNP                                 | Eljárás pnp tranzisztor réteghőmérsékletének és kisjelű paramétereinek meghatározására | ALGOL              | MKKL<br>Tarnay Kálmán                                                  | MKL<br>Tarnay Kálmán,                                                                  | V008.012 MKKL tanulmány, 1969                |
| 14-HARM                             | Pontjaival adott függvény harmonikus analízise                                         | RAZDAN-ALGOL       | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán,             | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán<br>Székely Vladimir          | Eljárás-gyűjtemény, 1969                     |
| 22-PLOT                             | Függvény ábrázolása szélesnyomattal                                                    | RAZDAN-ALGOL       | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Székely Vladimir           | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán,<br>Székely Vladimir         | Eljárás-gyűjtemény, 1969                     |



| Név        | Tartalom                                                                                                                                                 | Programozási nyelv         | Programozó                                                        | Szakértő                                                                       | Ismertetés<br>elkészülésének dátuma                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 31-RACT    | Racionális tört-függvény amplitúdó és fáziskarakterisztikája                                                                                             | RAZDAN-<br>ALGOL           | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán         | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Székely Vladimir,<br>Tarnay Kálmán |                                                                |
| POIS       | Poisson eloszlású álvéletlen számok generálása                                                                                                           | RAZDAN-<br>ALGOL           | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Székely Vladimir      | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Székely Vladimir<br>Tarnay Kálmán, |                                                                |
| BODE       | Bode diagram meghatározása és ábrázolása                                                                                                                 | RAZDAN-<br>ALGOL           | Baráth István,<br>Joó Zsuzsa,<br>Oroszlány Lajos,<br>Takács Gábor | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Székely Vladimir                   |                                                                |
| GT         | Gunn dióda triggerelési idejének meghatározása                                                                                                           | RAZDAN-<br>ALGOL           | Koblinger László                                                  | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Székely Vladimir                   | Electronics<br>Letters Vol.5.<br>No. 24. pp.<br>609—610 (1969) |
| KOMB       | NAND-NOR kapukat és INVERTER-t tartalmazó kombinációs áramkör analízise                                                                                  | RAZDAN-<br>ALGOL           | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán         | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán                      |                                                                |
| SEQU       | NAND- és NOR kapukat, INVERTER-t, RS-, JK-, és T tárolókat, valamint A/D átalakítót tartalmazó szinkron szekvenciális áramkör időtartománybeli analízise | RAZDAN-<br>ALGOL           | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán         | BME Elektroncsövek és Félvezetők Tanszék<br>Tarnay Kálmán                      |                                                                |
| Keret      | Áramköri lapok keretkábelen történő optimális elrendezése                                                                                                | MINSZK-22<br>MITRA autokod | MTA-AKI<br>Kovács György                                          | MTA-AKI<br>Kovács György                                                       |                                                                |
| PPU 2      | Post processor az MTA-AKI-ban készített, ADMAP nevű nyomtatott áramköri lapokat gyártó berendezés vezérlő szalagjának előállítására                      | CII 10010<br>FORTRAN 16k   | MTA-AKI<br>Kovács György                                          | MTA-AKI<br>Kovács György                                                       |                                                                |
| TWW 021001 | Síkbeli koordinátákkal adott pontok között minimális fák generálása az egy pontból kiinduló ágak számának korlátozásával                                 | CII 10010<br>FORTRAN 16k   | MTA-AKI<br>Máté Levente                                           | MTA-AKI<br>Máté Levente                                                        |                                                                |
| EM 0219    | Logikai kapcsolás realizációja minimális számú integrált áramköri modulban                                                                               | MITRA-2<br>autokod         | MTA-AKI<br>Máté Levente                                           | MTA-AKI<br>Máté Levente                                                        |                                                                |



| Név                                      | Tartalom                                                                                                                                        | Programozási nyelv   | Programozó                       | Szakértő                                                                                                              | Ismertetés<br>elkészülésének dátuma                               |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| CONEX                                    | Optimális hátlap<br>vezetkezés és do-<br>kumentáció készítés                                                                                    | GIER-ALGOL<br>Help 3 | SUV, UTK<br>Pozsony<br>Jan Sture | MTA-AKI<br>Kovács György                                                                                              |                                                                   |
|                                          | Ellenállások meg-<br>bízhatósági vizs-<br>gálatának statisztikai értékelése                                                                     | MINSZK 22            | Csókás István                    | BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék<br>Kiss Dénes<br>HIKI<br>Kiss Kálmán                                      | Diplomaterv<br>BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék 1969   |
| PROG-<br>CONV-MC                         | Többszörös kon-<br>volúció integrál<br>számítása Monte-<br>Carlo módszerrel                                                                     | GIER-ALGOL-4         | SZÜV<br>Dévai Géza               | BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék<br>Géher Károly<br>TKI<br>Gulyás Ottó                                     | Program leírás<br>1969                                            |
| TOPAN                                    | Univerz polinom<br>együtthatóinak<br>meghatározása<br>RLC áramkörökre                                                                           | GIER-ALGOL-4         | Radványi András                  | TKI<br>Hennyey Zoltán                                                                                                 | Diplomaterv,<br>BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék, 1969 |
| DECOMP                                   | Kétkapu felbontás<br>univerz polinom-<br>jai                                                                                                    | GIER-ALGOL-4         | Radványi András                  | TKI<br>Hennyey Zoltán                                                                                                 | Diplomaterv,<br>BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék, 1969 |
|                                          | Szubrutinok nem-<br>lineáris áramkörök<br>analiziséhez                                                                                          | RAZDAN-<br>ALGOL     | Semjén András                    | BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék<br>Kiss Dénes VEIKI<br>Csébfalvi Károly                                   | Diplomaterv,<br>BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék, 1969 |
| SYNT-1                                   | Direkt csatolt<br>tranzistoros<br>áramkörök egyen-<br>áramú munka-<br>pontjának beállí-<br>tása                                                 | GIER-ALGOL-4         | Cser József                      | BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék<br>Kiss Dénes                                                             | Program leírás<br>1969                                            |
| SYNT-2                                   | Direkt csatolt<br>tranzistoros<br>áramkörök egyen-<br>áramú munka-<br>pontjának beállí-<br>tása                                                 | GIER-ALGOL-4         | Cser József                      | BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék<br>Kiss Dénes                                                             | Program leírás<br>1969                                            |
| TELEFON-<br>GYÁR-1                       | Amplitúdó korrek-<br>tor méretezése li-<br>néáris programo-<br>zással                                                                           | GIER-ALGOL-4         | SZÜV<br>Baranyai Jolán           | BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék<br>Géher Károly,<br>Halász Edit,<br>TRT<br>Radvány Jenő,<br>Tarlac László | Tanulmány a<br>Telefongyár<br>számára, 1969                       |
| TELEFON-<br>GYÁR-2                       | Áthidalt T felépí-<br>tésű, kasz-<br>kádba kapcsolt<br>négyfázisból<br>álló amplitúdó<br>korrektor mérete-<br>zése lineáris prog-<br>ramozással | GIER-ALGOL-4         | SZÜV<br>Baranyai Jolán           | BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék<br>Géher Károly,<br>Halász Edit,<br>TRT<br>Radvány Jenő,<br>Tarlac László | Tanulmány a<br>Telefongyár<br>számára, 1969                       |
| Null-átmenet<br>demodulátor<br>számítása | Azonos szélességű<br>impulzusokat ge-<br>nerál és ezek át-<br>lagát számítja                                                                    | RAZDAN-<br>ALGOL     | Bágyi István                     | BME Vezetékes<br>Híradástechnika<br>Tanszék<br>Gordos Géza                                                            | Program-leírás<br>1969                                            |



## Antennákkal kapcsolatos fontosabb fogalmak

ETO 621.396.67.09

Ez a cikk egy sorozat többi cikkéhez hasonlóan az antennákkal kapcsolatos ismereteink egy csoportjának összefoglalását tűzte ki célul, s mint a sorozat első tagja a témakör alapfogalmait tárgyalja. Az itt következő definíciók, jelölések és elnevezések nagy része az elmúlt évtizedek folyamán a hazai szakirodalomban egységesen kialakult. Más részük, főleg a speciális területek ritkábban használt fogalmai (pl. térszög, a sugárzás intenzitása stb.) még nem tudtak gyökeret ereszteni. Ezeket, itt közölt alakjukban a szerző javaslatnak tekinti.

### Antenna, tápvonal, elektromágneses tér

#### Antenna

Az antenna elektromágneses energia kisugárzására vagy vételére szolgáló eszköz, s mint ilyen a tápvonal és a szabad tér közötti transzformátornak tekinthető.

A tápvonal elektromágneses energia mesterséges vezetésére szolgál. Villamos állapotát feszültséggel és árammal vagy haladó és reflektált teljesítményekkel, mint kapocspári paraméterekkel írhatjuk le. A megfelelő kapocspári paraméterek hányadosát (impedancia, admittancia, reflexiós tényező) impedanciaparamétereknek nevezzük.

Az elektromágneses tér a szabad térben (a rádiócsatornában) az elektromágneses energia hordozója. A rádiócsatornára az jellemző, hogy benne elektromágneses hullámok mesterséges vezetés nélkül terjednek. Az elektromágneses teret a térerősséggel és teljesítménysűrűséggel írjuk le.

A sugárzó távolyterében a forrás pontszerűnek tekinthető. Ilyenkor akadályoktól mentes térben a villamos térerősség, a mágneses térerősség és a teljesítménysűrűség között kölcsönös és egyértelmű kapcsolat áll fenn és térerősség alatt mindig a villamos térerősséget értjük.

$$S = \frac{1}{2} EH = \frac{1}{2} \frac{E^2}{\eta_0} = \frac{1}{2} H^2 \eta_0 \quad (1)$$

ahol  $E$  a villamos térerősség amplitúdója V/m-ben,  $H$  a mágneses térerősség amplitúdója A/m-ben,  $S$  a teljesítménysűrűség W/m<sup>2</sup>-ben és  $\eta_0$  a szabad tér specifikus impedanciája.

Pontszerű forrás esetén a teljesítménysűrűség helyett a tér leírására a sugárzás intenzitása is használható.

A sugárzás intenzitása az egységnyi térszögbe kisugárzott teljesítmény  $\left[ \frac{\text{W}}{\text{radián}^2} \right]$ :

$$\Phi = S r^2 \quad (2)$$

A forrás közelterében vagy reflektáló akadályok közelében a térerősségek és a teljesítménysűrűség közötti összefüggést nem az (1) képlet adja. A térerősségeket ilyenkor mindig megkülönböztetve vilamos térerősségnek és mágneses térerősségnek nevezzük.

#### Polarizáció

Az elektromágneses tér polarizációját a villamos térerősség vektorának térbeli helyzete alapján állapítjuk meg. Egy antenna polarizációja alatt az általa előállított tér polarizációját értjük. A reciprocitás tételének gondolatmenetét alkalmazva ez a vevő-antenna polarizációjának definíciója is.

Egy pontszerűnek tekinthető forrás által előállított teret a távolyterben három derékszögű komponensével jellemezhetjük. Mivel a forrástól nagy távolságra a hullám síkhullámnak tekinthető, melynek csak a terjedésre merőleges térerősség-komponensei vannak, a koordináta-rendszer harmadik,  $z$  tengelyét a terjedés irányában felvéve egy pontszerű forrás legáltalánosabb tere is leírható két síkbeli komponensével. A térerősség vektorainak ezt a síkját a polarizáció síkjának nevezzük.

A villamos térerősség derékszögű komponensei a polarizáció síkjában

$$E_x = E_1 \sin(\omega t - \beta z) \quad (3)$$

$$E_y = E_2 \sin(\omega t - \beta z + \delta) \quad (4)$$

A (3) és (4) egyenlet a teret két lineárisan polarizált komponens összegeként adja meg.

A teljes hullám polarizációját az eredő vektor végpontjának egy jelperiódus alatt megtett útjával jellemezzük. A (3) és (4) egyenlettel megadott görbe általában ellipszis, ezért a polarizáció legáltalánosabb esetben elliptikus.

Ha a fenti egyenletekben  $E_1 = 0$ , akkor a hullám  $y$  irányban lineárisan polarizált, ha  $E_2 = 0$ , akkor  $x$  irányban lineárisan polarizált. Ha  $\delta = 0$  a hullám, szintén lineárisan polarizált, és az  $E$  vektor iránya a  $\tan \tau = E_1/E_2$  összefüggésből számítható. A gyakorlatban leginkább elterjedt vízszintes és függőleges polarizáció elnevezésnek csak az antennával kapcsolatban van értelme és ezek az antenna által vízszintes irányban kibocsátott hullám villamos térerősségvektorának helyzetére utalnak.

Fontos speciális eset adódik, ha  $E_1 = E_2$  és  $\delta = +90^\circ$ . Az eredő hullám ekkor körösen polarizált.

Elliptikus és körös polarizációnál a hullám fontos jellemzője a polarizáció (tehát az  $E$  vektor) forgásiránya. Ha körös polarizációnál  $\delta = \pm 90^\circ$ , akkor a megfigyelőtől távolodó hullám  $E$  vektora az óramutató járásával ellenkező irányba forog, ezt balforgású polarizációnak nevezzük. Ha  $\delta = -90^\circ$ , akkor a pola-



rizáció jobbforgású. Néhány helyen, így a fizikában is, az érkező hullám  $E$  vektorával definiálják a polarizáció forgásirányát, megfelelő értékeihez ekkor értelemszerűen ellenkező forgásirányok adódnak. Az általunk leírt definíció megegyezik az IEEE 1964-ben elfogadott definíciójával, és a választást az indokolja, így módon egy helix antenna által előállított tér polarizációjának forgásiránya megegyezik a helix menetirányával.

A polarizáció az antenna fontos jellemzője. A polarizációillesztés egy rádióösszeköttetésnél legalább olyan fontos, mint az impedanciaillesztés.

### Az antennajellemzők csoportosítása

A legfontosabb antennajellemzők három fő csoportra oszthatók.

A sugárzási jellemzők az antenna és a szabad tér közötti illesztés leírására szolgálnak. Ide sorolható a sugárzási karakterisztika, a nyereség, az irányhatás és a polarizációs karakterisztika.

Az impedanciajellemzők a tápvonal és az antenna közötti kapcsolat leírására szolgálnak. Legfontosabb közülük az antenna bemeneti impedanciája és lineáris antennáknál a sugárzási ellenállás.

A harmadik paramétercsoportot kissé önkényesen transzfer-paramétereknek nevezhetjük, mert a csatlakozó tápvonal kapocspári paraméterei és az elektromágneses térjellemzők között teremtenek kapcsolatot. Közülük a hatásos hossz- és a hatásos felület a legfontosabb.

### Sugárzási jellemzők

#### Sugárzási karakterisztika

A sugárzási karakterisztika az adóantenna által előállított tér relatív intenzitását adja meg egy térbeli poláris koordináta-rendszerben (1a ábra). A sugárzás erősségére az origóból a karakterisztikát megadó felületig húzott rádiuszvektor jellemző. A legtöbb antennát a térbeli karakterisztika két fősíkban készült metszete jól jellemzi. Az 1b ábra a metszet poláris ábrázolása, az 1c ábra ennek derékszögű változata.

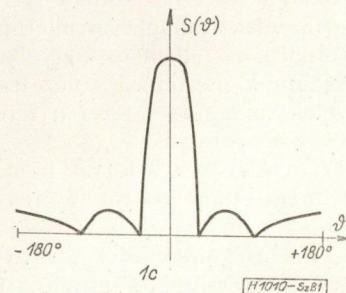
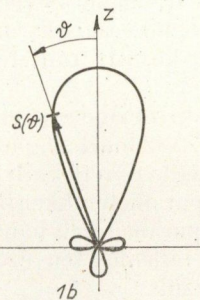
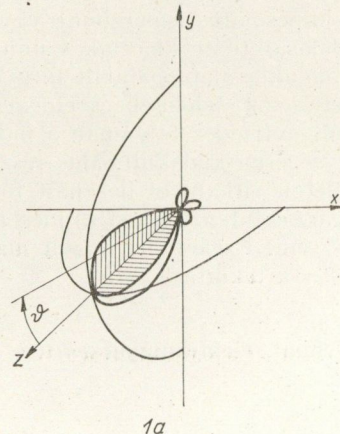
Ha a sugárzási karakterisztika az antenna által előállított relatív villamos térerősséget  $E_r(\theta; \varphi)$ -t tünteti fel, akkor feszültség-karakterisztikának, ha a relatív teljesítménysűrűséget  $S_r(\theta; \varphi)$ -t, akkor teljesítmény-karakterisztikának nevezzük.

$$E_r(\theta; \varphi) = \frac{E(\theta; \varphi)}{E_{\max}} \quad (5)$$

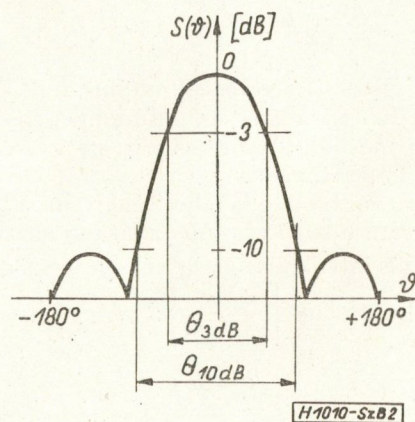
$$S_r(\theta; \varphi) = \frac{S(\theta; \varphi)}{S_{\max}} \quad (6)$$

A sugárzási karakterisztika térbeli kiterjedését irányellességi szögek írják le (2. ábra). Ezek a  $-3$  dB-es  $\Theta_{3\text{dB}}$  és a  $-10$  dB-es pontok közötti  $\Theta_{10\text{dB}}$  szöget adják meg. A 10 dB-es irányellességi szöget főleg nagynyereségű, mikrohullámú antennáknál használják.

Vevőantenna irányfüggő jellemzőit vizsgálva a reciprocitási tétellel kimutatható, hogy egy adott beeső síkhullámot feltételezve a vevőantenna sarkain megjelenő üresjárási feszültség relatív értéke a forgatás függvényében  $E_r(\theta; \varphi)$ -vel, a vevőantennából kivethető maximális hatásos teljesítmény relatív értéke  $S_r(\theta; \varphi)$ -vel megegyezik. Ilyen értelemben beszélhetünk az antenna sugárzási karakterisztikájáról az adás vagy vétel feltüntetése nélkül.



1. ábra



2. ábra



### Polarizációs karakterisztika

Egy antenna a tér különböző irányába általában különböző polarizációjú hullámot sugároz. A polarizáció átfogó leírása tehát a sugárzási karakterisztikához hasonlóan egy térbeli polarizációs karakterisztikával lehetséges. Egy polarizációs karakterisztika bonyolultabb felépítésű, mint a sugárzási karakterisztika, ezért ha lehet, nem használják. Egy antenna polarizációja alatt a fő sugárzási irányban előállított tér polarizációját értik.

### Izotróp antenna

Az izotróp antenna a tér minden irányába azonos intenzitással sugároz. A valóságban nem állítható elő, elméleti referencia-antennaként azonban igen hasznos. Az izotróp sugárzó által  $r$  távolságban előállított teljesítménysűrűség  $\frac{W}{m^2}$ -ben:

$$S_0 = \frac{P_s}{4\pi r^2} \quad (7)$$

ahol  $P_s$  a kisugárzott teljesítmény.

Az izotróp antenna által előállított sugárzás intenzitása  $\frac{W}{\text{radián}^2}$ -ben:

$$\Phi_0 = \frac{P_s}{4\pi} \quad (8)$$

Az előállított térerősség  $\frac{V}{m}$ -ben

$$E_0 = \frac{\sqrt{30P_s}}{r} \quad (9)$$

### Irányhatás és nyereség

A  $P_s$  teljesítményt kisugárzó antenna távoli térerősségét célszerű az alábbi alakban felírni

$$E(\vartheta; \varphi) = E_0 \cdot f(\vartheta; \varphi) \quad (10)$$

Az előállított teljesítménysűrűség

$$S(\vartheta; \varphi) = S_0 \cdot g(\vartheta; \varphi) \quad (11)$$

A sugárzás intenzitása (2) alapján

$$\Phi(\vartheta; \varphi) = \Phi_0 \cdot g(\vartheta; \varphi) \quad (12)$$

ahol  $g(\vartheta; \varphi) = |f(\vartheta; \varphi)|^2$  az antenna iránydiagramja. A normalizált iránydiagram

$$g_n(\vartheta; \varphi) = \frac{g(\vartheta; \varphi)}{g_{\max}} \quad (13)$$

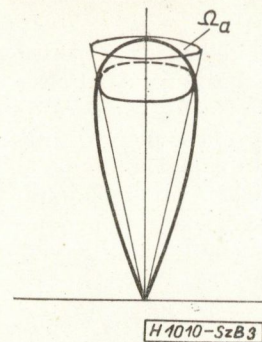
Kimutatható, hogy

$$g_n(\vartheta; \varphi) = S_r(\vartheta; \varphi) \quad (14)$$

Az antenna sugárzási karakterisztikája helyettesíthető egy idealizált antennanyalábbal (3. ábra).

$$\Omega_a = \int_{4\pi} g_n(\vartheta; \varphi) d\Omega \quad (15)$$

ahol  $d\Omega = \sin \vartheta \cdot d\vartheta \cdot d\varphi$  elemi térszög,  $\Omega_a$  ekvivalens antennanyaláb térszöge.



3. ábra

Az ekvivalens antennanyaláb térszöge különösen vevőantennák zajjellemzőinek számításánál használható jól. A Poynting vektornak az antennát körülvevő gömb felületére vett integrálásával kimutatható, hogy

$$\int_{4\pi} \int g(\vartheta; \varphi) d\Omega = 4\pi \quad (16)$$

Az irányhatás definíciószerűen

$$D(\vartheta; \varphi) = \frac{S(\vartheta; \varphi)}{S_0} = \frac{\Phi(\vartheta; \varphi)}{\Phi_0} \quad (17)$$

$$D(\vartheta; \varphi) = 4\pi \frac{S(\vartheta; \varphi)}{\int_{4\pi} S(\vartheta; \varphi) d\Omega} = 4\pi \frac{\Phi(\vartheta; \varphi)}{\int_{4\pi} \Phi(\vartheta; \varphi) d\Omega} \quad (18)$$

Veszteséges antennák esetén a kisugárzott és a betáplált teljesítmény nem azonos

$$P_{be} = P_s + P_v \quad (19)$$

Az antenna hatásfoka

$$\eta = \frac{P_s}{P_{be}} \quad (20)$$

A nyereség definíciószerűen

$$G(\vartheta; \varphi) = 4\pi \frac{\Phi(\vartheta; \varphi)}{P_{be}} \quad (21)$$

$$G(\vartheta; \varphi) = \eta g(\vartheta; \varphi) \quad (22)$$

A nyereség maximális értékét ( $G$ ) az antenna nyereségének nevezzük.

A legtöbb antenna esetén, különösen a mikrohullámú antennáknál, az antenna ohmos veszteségei elhanyagolhatók. Ilyenkor a nyereség és az irányhatás megegyezik.

A (18) és (21) képletből látható, hogy az irányhatást legkönnyebben a mért sugárzási karakterisztikából lehet meghatározni, a nyereség viszont leg egyszerűbben összehasonlító méréssel állapítható meg.

Mérésnél referenciaként kisebb frekvencián félhullámú dipólust alkalmaznak. Egy antenna félhullámú dipólushoz viszonyított nyereségét viszonylagos nyereségnek nevezzük.

$$G_v = \frac{G}{G_d} \quad (23)$$



## Impedanciajellemzők

Az impedanciajellemzők fontossága frekvenciasávonként és antenntípusonként eltérő. Mikrohullámú antennáknál, ahol a tápvonal és az antenna határfelülete nehezen adható meg, az impedanciának nincs jelentősége. A tápvonal antenna felőli lezárására a tápvonalban mérhető állóhullámarány a jellemző.

Az antenna bemeneti impedanciája a bemeneti feszültség és bemeneti áram hányadosa

$$Z_{be} = \frac{U_{be}}{I_{be}} \quad (24)$$

A sugárzási ellenállást lineáris antennák esetén definiálják.

$$R_s = \frac{P_s}{|I|^2} \quad (25)$$

ahol  $I$  valamely referenciahelyen mért áramerősség leggyakrabban a bemeneti áram  $I_{be}$  vagy az áramhasban mért áram  $I_m$ .

Veszteségmentes antennánál a bemenetre vonatkoztatott sugárzási ellenállás a bemeneti impedancia valós részét adja.

## Transzfer jellemzők

Felfogásunk szerint az antenna transzformátor, melynek kapcsolata a tápvonal és a szabad tér csatlakozik. A transzfer jellemzők, a vevőantenna hatásos hossza és hatásos felülete, a fenti két kapocspár paraméterei között teremtenek kapcsolatot. Egy vevőantenna a tápvonal felől aktív kétpólusnak tekinthető (4. ábra), amelynél a generátor üresjárású feszültségét a hatásos hossz segítségével, a generátorból kivethető maximális hatásos teljesítményt a hatásos felület segítségével határozhatjuk meg.

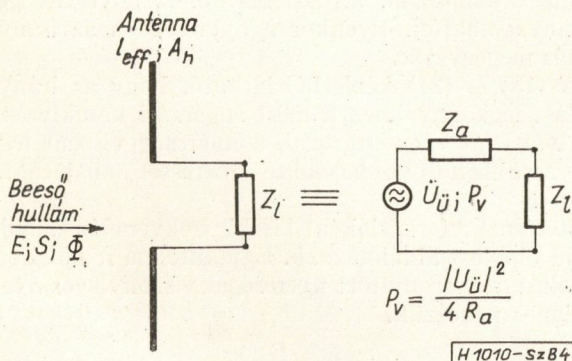
A vevőantenna hatásos hossza definíciószerűen m-ben

$$l_{eff} = \frac{U_{\bar{u}}}{E} \quad (26)$$

ahol  $U_{\bar{u}}$  az antenna sarkain megjelenő üresjárású feszültség,  $E$  a beeső hullám térerősségének antennával párhuzamos komponense.

A vevőantenna hatásos felülete m<sup>2</sup>-ben

$$A_h = \frac{P_v}{S} \quad (27)$$



4. ábra

ahol  $P_v$  a vevőantennából kivethető maximális hatásos teljesítmény,  $S$  a beeső hullám teljesítménysűrűsége.

Adott esetben a hatásos hosszat és a hatásos felületet a reciprocitás felhasználásával az antenna adási jellemzőiből lehet kiszámítani.

Amint az a (26) és (27) képletből látható, egy vevőantenna hatásos hossza és hatásos felülete csak átszámítási faktorok és általában nincsenek közvetlenül összefüggésben az antenna fizikai méreteivel. Ilyen közvetlen összefüggés csak lineáris antenna és apertúrasugárzó esetén van.

Egy lineáris antenna hatásos hossza az árameloszlásból számítható

$$l_{eff} = \frac{1}{I(0)} \int_0^l I(z) dz \quad (28)$$

ahol  $I(0)$  az antenna bemeneti árama,  $l$  az antenna fizikai hossza,  $I(z)$  az árameloszlás.

Egy apertúrasugárzó hatásos felülete a térerősségnek az apertúra mentén való eloszlásából számítható.

$$A_h = \frac{\left| \iint E(x; y) dA \right|^2}{\iint |E(x; y)|^2 dA} \quad (29)$$

A (26) képlet felírható az antenna irányhatásával is

$$A_h = D \frac{\lambda^2}{4\pi} \quad (30)$$

Az apertúra hatásos felületének és nyílásfelületének hányadosát apertúrahátásfoknak nevezik.

$$\eta_a = \frac{A_h}{A} \quad (31)$$

Az apertúrahátásfok szokásos értéke 0,5 és 0,8 között van.

## Összefoglalás

A fentiekben felsoroltuk a legfontosabb antenna-jellemzőket. A felsorolás nagyjából kialakult fogalmakat gyűjt össze, melyek jelölésmódja és elnevezése hazánkban meghonosodott. Az újabb fogalmakat a szerző egyúttal javaslatnak is tekinti.

## IRODALOM

1. Kraus, J. D.: Antennas. Mc. Gr. Hill 1950.
2. Jordan, E. C.: Electromagnetic Waves and Radiating Systems. Prentice Hall 1950.
3. Jasik, H.: Antenna Engineering Handbook. Mc. Gr. Hill 1961.
4. Walter, C. H.: Traveling Wave Antennas. Mc. Gr. Hill 1965.
5. Kraus, J. D.: Radio Astronomy. Mc. Gr. Hill 1966.
6. Collin, R. E. – Zucker, F. J.: Antenna Theory. Mc. Gr. Hill 1969.
7. IEEE Test Procedure for Antennas. IEEE No. 149. 1965



(Folytatás a 168. oldalról)

Csehszlovákia 1969-ben 94 500 db tv és 199 700 db rádiókészüléket importált. A legnagyobb tv szállító Magyarország volt, akit sorrendben a Szovjetunió és az NDK követtek. A rádiókészülékeket elsősorban Jugoszláviából importálták, míg a további szállító országok Szovjetunió, Magyarország, Japán, Bulgária, az NDK és Románia voltak. Japánból az elmúlt évben 5000 db magnetofont importáltak. 1970-re hasonló nagyságrendű importot terveznek. (*Blick durch die Wirtschaft, 1970. jan.*)

\*

A szovjet ipari termelésre vonatkozóan nemrégiben közölt hivatalos statisztikai adatok szerint a Szovjetunióban 1969 folyamán 7 260 000 db rádió- és 6 590 000 tv-készüléket állítottak elő, mely utóbbi mennyiségből 90 000 db színes vevő volt. (*Nachrichten für Aussenhandel, 1970. jan.*)

\*

Az amerikai Motorola cég felmérése szerint 1969-ben a szórakoztató elektronikai készülékekbe a tőkés cégek 12 millió dollár értékben 9 millió darab integrált áramkört építettek be, amely mennyiség 1970-ben 15 millió darabra, 1974-ben pedig 100 millió darabra emelkedik. Ezek 45%-át az USA-ban, 55%-át Nyugat-Európában és Japánban használják fel. Az integrált áramkörök tehát a szórakoztató elektronikában is egyre inkább tért hódítanak.

Az integrált áramkörök jelenleg azonban döntő részben a professzionális elektronikában — mindenekelőtt a katonai célú berendezésekben és a számítógépekben, valamint az ipari elektronikában — kerülnek felhasználásra. Ilyen vonatkozásban jellemző, hogy az USA 1970. évi integrált áramkör forgalma 650 millió dollár, míg félvezető forgalma 680 millió dollár lesz.

Az 1970. évi amerikai integrált áramkör forgalom az alábbi főbb típusokból tevődik össze:

|                                                     |    |               |
|-----------------------------------------------------|----|---------------|
| 12 kapu kapcsolásnál kevesebb monolitikus digitális | IC | 331 millió \$ |
| 12—100 kapu kapcsolású MSI                          | IC | 113 millió \$ |
| 12 kapu kapcsolás alatti monolitikus lineáris       | IC | 94 millió \$  |
| vastagréteg hybrid                                  | IC | 50 millió \$  |
| monolitikus MOS                                     | IC | 36 millió \$  |
| vékonyréteg hybrid                                  | IC | 32 millió \$  |
| LSI                                                 | IC | 7,6 millió \$ |

(Radioschau, 1969. 12. sz.)

\*

Míg néhány évvel ezelőtt a tranzistorok, addig most az az integrált áramkörök hihetetlen gyors előretörése az elektronikai alkatrész piac egyik legjellemzőbb eseménye lett. A sokat ígérő, új területre érhetően az alkatrész gyártó cégek többsége jelentős erőforrásokat koncentrált, s versenyképességének javítása céljából nem egy esetben olyan mérvű árcsökkentésekhez folyamodik, ami hovatovább a vállalat rentabilitását veszélyezteti. Erre jó példa a Texas Instrument, amely egyébként a Ferranti előtt az angol integrált áramkör piac 50—60%-án uralkodik, amikor is 74-féle TTL áramkör árát 30%-kal csökkentette. Amikor a Texas Instrument 1968-ban elkezdte a TTL áramkörök gyártását, a legegyszerűbb típus is 15 sh-be került, 1969 májusában ezt az árat a Texas Instrument 13 sh 3 d-re mérsékelte. Az árcsökkentésre reagálva a Mullard és a National Semiconductor a TTL integrált áramkörök árát 11 sh 6 d-re mérsékelte, s ennek retorziójaként a Texas 1969 decemberében kereken 10 sh-es árat jelentett be.

Nyilvánvaló azonban, hogy ilyenmértvű árcsökkentés még az 1970-re prognosztizált 100—150%-os TTL forgalom növekedése mellett sem lehetséges, annál is inkább, mivel az önköltségszökkentés forrásait már csaknem teljes egészében kimerítették. (*Economist, 1969. dec.*)

\*

Az amerikai National Cable Television Association szakértőinek véleménye szerint 1970 végére 30 millió háztartás

részére 7500 kábeles televízió-rendszer (CATV) fogja biztosítani a tv műsorszolgáltatást. (*Electronics World, 1969. dec.*)

\*

Az amerikai Bell System a hetvenes évek végéig 1 millió tv-telefont kíván felszerelni, jóllehet 1970 végén előreláthatóan csak 500—1000 készülék lesz használatban. A Bell konszern a tv telefont 1964-ben mutatta be a nagyközönség számára, s azóta több kísérletsorozatot végeztek a rendszer tökéletesítésére vonatkozóan. Az utolsó kísérlet 1969-ben zajlott le, amikor a Westinghouse new-yorki és pittsburghi irodái között létesítettek összeköttetést. A tv-telefon rendszer lehetővé tette, hogy a Westinghouse managerei az illetékesekkel szemtől szemben beszélhessenek, továbbá, hogy részükre fontos táblázatokat és grafikonokat bemutathassanak. A próba eredményével a Bell és a Westinghouse egyaránt elégedett volt.

(Handelsblatt, 1970. jan.)

\*

Statisztikai adatok szerint 1969 első kilenc hónapjában az NSZK rádió-tv termelése — az előző év azonos időszakához viszonyítva — a következők szerint alakult:

| Megnevezés                | 1968 első 9 hó |              | 1969 első 9 hó |                 |
|---------------------------|----------------|--------------|----------------|-----------------|
|                           | Mennyiség db   | Érték millió | Mennyiség db   | Érték Mill. DM. |
| Asztali rádió-készülékek  | 660 704        | 139,1        | 804 726        | 182,2           |
| Hordozható- és autórádiók | 2 403 027      | 319,2        | 2 880 910      | 366,8           |
| Zeneszerekények           | 171 747        | 75,4         | 190 520        | 83,—            |
| TV készülékek*            | 1 788 956      | 928,8        | 2 036 949      | 1106,—          |

\* Ami az 1969 évi össztermelést illeti, hozzávetőlegesen 2,5 millió db fekete-fehér és 490 000 db színes tv-készüléket állítottak elő. (*Funkschau, 1970. 1. sz.*)

\*

Megalapozott becslések szerint 1969 első félévében az USA 40 gyártó cége 1,3 milliárd félvezető alkatrészt állított elő, mely mennyiségből 450 millió szilícium planár tranzistor, 750 millió dióda és 100 millió db integrált áramkör volt. Más forrásból származó információ szerint 1969-ben az amerikai ipar 1000 millió db szilícium anyagú félvezetőt állított elő. (*Radio Mentor Electronic, 1970. jan.*)

\*

A viszonylag kedvező árak és a kiváló műszaki paraméterekkel rendelkező színes tv-készülékajánlat következtében Japánban a piaci kereslet és ezzel párhuzamosan az ipar teljesítőképessége az utóbbi hónapokban jelentősen megnövekedett. A készülék gyártás kapacitásának bővítése természetesen mindenekelőtt a tv-képes ellátottság függvénye. A vezető japán színes tv gyártó cégek: a Toshiba, Matsushita, Hitachi és a Sony azt a célt tűzték maguk elé, hogy a japán színes tv gyártó ipar összkapacitását 1970 tavaszára havonta kereken 600 000 db-ra emelik. Új kapacitások üzembehelyezése, eredményeként 1971-re már havi 800 000 db-os termeléssel számolnak, ehhez azonban már jelentős exportot is teljesíteni kell, mivel ezt a mennyiséget a belső piac egyedül nem tudja felvenni. (*Handelsblatt, 1970. jan.*)

\*

A Toshiba Inc. szóvivője szerint a cég hamarosan színes video-magnókkal jelenik meg a piacon, melynek ára nagyon kedvező lesz. Jelenleg ugyanis az USA-ban a legolcsóbb videofelvételi készülék 800 dollárba kerül. Az Ampex véleménye szerint nagyobb forgalomra csak az esetben lehet számítani, ha a készülék ára 500 \$ alatt lesz. (*Blick durch die Wirtschaft, 1970. jan.*)





# MAGYAR KÁBEL MŰVEK

VEZÉRIGAZGATÓSÁGA

Budapest, XI., Budafoki út 60 • Telefon: 453-590

## GYÁRTMÁNYOK:

Jelző-, mérő-, működtetőkábelek

Erősáramú szigetelt vezetékek

Erősáramú kábelek 1–35 kV-ig

Alumínium és acél-alumínium  
szabadvezetékek

Tekercselőhuzalok

Switch-kábelek

Gumitömlő vezetékek

Híradástechnikai vezetékek

Távkábelek

Hírközlő kábelek

Hajókábelek

Zománchuzalok

Zárt-acélkötelek

## Tartalmi összefoglalások

ETO 538.566:621.371

Ferencz Cs.:

**Hullámterjedés tetszőleges tulajdonságú lineáris közegben**

HÍRADÁSTECHNIKA XXI. (1970) 6. sz.

A szerző inhomogén, anizotróp, időben változó és áramló közegekben való hullámterjedést vizsgál. Az áramlást nem relativisztikus egyenlettel jellemzi. Eredményeinek alkalmazhatóságát is bemutatja.

ETO 621.382.334.024

Fejes L.—Beke I.—Koblinger L.:

**Többemitteres integrált áramköri tranzisztorok egyenáramú tulajdonságai**

HÍRADÁSTECHNIKA XXI. (1970) 6. sz.

A cikk többemitteres tranzisztorok egyenáramú tulajdonságait tárgyalja az adott eszközre kiterjesztett nemlineáris tranzisztor-modell segítségével. Részletesen analizálja a többemitteres tranzisztor integrált áramköri felépítéséből következő parazita tranzisztorok hatását a TTL kapu bemenő áramára és a vezérlő fokozatok terhelhetőségére, valamint a többemitteres tranzisztor telítési feszültségét. Végül egy megvalósított TTL áramkör többemitteres tranzisztorán mért áramerősítési tényezőket ismerteti.

ETO 621.315.61:621.382.334

Sztankovics L.:

**Integrált áramkörök hordozóiként alkalmazott szigetelőanyagok**

HÍRADÁSTECHNIKA XXI. (1970) 6. sz.

A cikk a szigetelő alapú vékony réteg és vastag réteg integrált áramkörök hordozóival szemben támasztott fontosabb követelményeket tárgyalja. Foglalkozik az ismertebb oxidkerámiák, üvegek, üvegkerámiák elektromos, hőtechnikai, kémiai paramétereivel, továbbá kitér a felhasználási követelményekre és a gazdaságossági irányelvekre is.

Irodalmi adatok alapján összeállított táblázatok és grafikonok felhasználásával több fizikai-kémiai összefüggés kiértékelésére nyílik mód. Így pl. megállapítható, hogy mind műszaki, mind gazdaságossági szempontból az alumíniumoxid hordozók kerülnek általánosan előtérbe. Az üveg alapú hordozók területén az alacsony alkálitartalmúak a kedvezőbbek.

ETO 621.395.345:621.395.722

Makay A.:

**Elsőbbségi és statisztikusan választó áramkörök elektronikus telefonközpontokban**

HÍRADÁSTECHNIKA XXI. (1970) 6. sz.

A szerző felállítja a jelfogós és elektronikus elsőbbségi áramkör analógiáját. Rámutat arra, hogy a véletlenszerű, statisztikus kiválasztás megvalósítása elektronikus áramkörökkel aránylag egyszerűen teljesíthető. Ismerteti a forgóláncok működésének elvét és a megoldás előnyeit. Matematikailag jellemzi az elsőbbségi áramköröket. Végül leírja a gyorsműködésű, statisztikusan választó áramkör megvalósítását.

ETO 621.39:681.3.06(085)

Dr. Géher K.:

**Számítógép programok katalógusa, 1969**

HÍRADÁSTECHNIKA XXI. (1970) 6. sz.

Az összeállítás közli a Budapesti Műszaki Egyetem Vezetékes Híradástechnika Tanszéke által nyilvántartott híradástechnikai vonatkozású számítógép programnyilvántartás 1969. évi szaporulatát.

ETO 621.396.67.09

Szekeres B.:

**Antennákkal kapcsolatos fontosabb fogalmak**

HÍRADÁSTECHNIKA XXI. (1970) 6. sz.

A cikk áttekintést ad a legfontosabb antennajellemzőkről. Ezeket az antenna feladatának megfelelően két csoportra osztja. Az impedanciajellemzők az antenna bemeneti kapocspárját írják le és az adó és antenna, valamint az antenna és vevő közötti teljesítményátadás számításához használhatók. A sugárzási jellemzők az antenna szabadtéri oldalát írják le és lehetővé teszik, hogy az antennát a rádiócsatorna mindkét végén a különböző hullámterjedési feltételekhez illesszük.



## Обобщения

ДК 538.566:621.371

Ференц Ч.:

**Распространение радиоволн в линейной среде с любыми параметрами**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 6

Рассматривается распространение радиоволн в неоднородной, анизотропической, переменной во времени и текущей среде. Течение характеризуется нерелятивистическим уравнением. Показывается применимость полученных результатов.

АК 621.382.334.024

Фейеш Л.—Беке И.—Коблингер Л.:

**Свойства постоянного тока транзисторов с многократными эмиттерами интегральных схем**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 6

Статья излагает свойства постоянного тока многоэмиттерных транзисторов с помощью модели нелинейного транзистора расширенного на этот прибор. Подробно анализируются влияние паразитных транзисторов возникающее из конструкции в форме интегральной схемы многоэмиттерного транзистора на входной ток вентиля TTL и допустимую нагрузку возбуждающих каскадов, а также напряжение насыщения многоэмиттерного транзистора. Наконец даны коэффициенты усиления по току измеряемые на многоэмиттерном транзисторе осуществленной схемы TTL.

АК 621.315.61:621.382.334

Станкович Л.:

**Изолирующие материалы примененные в качестве подложек интегральных схем**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 6

Статья излагает важнейшие требования по подложкам интегральных схем на тонких и толстых пленках с изоляционными основами. Описываются электрические, термические и химические параметры известных оксидно-керамических, стеклянных и стеклянно-керамических материалов, дальше требования применения и точки зрения экономии. Использованием таблиц и графиков составленных по литературным данным дана возможность оценки некоторых физико-химических соотношений. Таким образом можно, например, установить преимущества подложек из окиси алюминия с технической и экономической точки зрения. В области стеклянных подложек материалы с малым содержанием щелка более выгодны.

АК 621.395.345:621.395.722

Макаи А.:

**Преимущественные и статистические искающие цепи в электронных АТС**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 6

Автор излагает аналогию релейных и электронных преимущественных цепей. Показывается, что случайное, статистическое искаение относительно просто осуществляется электронными цепями. Описываются принципы работы и преимущества решения вращающихся цепей. Анализируются математически преимущественные цепи. Наконец описывается осуществление быстродействующей, статистически искающей цепи.

ДК 621.39:681.3.06(085)

Д-р К. Гехер:

**Каталог программ вычислительных машин, 1969**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 6

Составление дает прирост в г. 1969 ведомости программ вычислительных машин касающихся техники связи, изготовленной кафедрой проводной связи Будапештского Технического Университета.

ДК 621.396.67.09

Секереш Б.:

**Важнейшие основные понятия по антеннам**

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XXI. (1970) № 6

Дано обозрение о важнейших параметрах антенн. Эти разделены в две группы по задачам антенн. Параметры импедансов описывают входные зажимы антенны и используются для расчета передаточной мощности между передатчиком и антенной или же антенной и приемником. Параметры излучения описывают сторону антенны в направлении свободного пространства и дают возможность согласования антенны на своих концах радиоканала и различным условиям распространения радиоволн.

## Zusammenfassungen

ДК 538.566:621.371

Cs. Ferencz:

**Wellenausbreitung in linearen Medien von beliebigen Eigenschaften**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) № 6.

In dem Artikel wird die Wellenverbreitung in inhomogenen, anisotropen, zeitvariablen und strömenden Medien geprüft. Die Strömung wird mit nicht relativistischen Gleichungen charakterisiert. Die Anwendbarkeit der Ergebnisse wird auch erklärt.

ДК 621.382.334.024

L. Fejes—I. Beke—L. Koblinger:

**Gleichstromeigenschaften von Mehrmitter-Transistoren für integrierte Schaltungen**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) № 6.

Die Gleichstromeigenschaften der Mehrmitter-Transistoren werden mit Hilfe von nichtlinearen Transistor-Modellen ausbreitet auf die gegebenen Mittel diskutiert. Der Effekt der Parasiten-Transistoren, die infolge des integrierten Schaltungsaufbaus der Mehrmittertransistoren entstehen, wird auf den Eingangsstrom des TTL-Tors und auf die Belastbarkeit der Steuerungsebenen, sowie die Sättigungsspannung des Mehrmittertransistors eingehend analysiert.

ДК 621.315.61:621.382.334

L. Sztankovics:

**Isolationsmaterialien für Träger von integrierten Schaltungen**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) № 6.

In dem Artikel werden die wichtigeren Forderungen der Träger der Dümschicht und Dickschicht integrierten Schaltungen mit Isolationsmaterialbasis diskutiert. Es wird mit den elektrischen, thermischen und chemischen Parametern der bekannten Oxyd-Keramiken, ferner mit den Forderungen der Anwendung und mit der Richtlinien der Wirtschaftlichkeit beschäftigt. Mit der Anwendung der Tabellen und Diagramme die auf Grund literarischer Angaben zusammengesetzt wurden, besteht die Möglichkeit zur Auswertung mehrerer physikalisch-chemischen Zusammenhänge. So kann z.B. festgestellt werden, dass die Aluminiumoxydträger sowohl vom technischen als auch vom ökonomischen Gesichtspunkt gewöhnlich in den Vordergrund kommen. Auf dem Gebiet der Träger mit Glasbasis sind jene mit niedrigeren Alkaligehalt sind günstiger.

ДК 621.395.345:622.395.722

A. Makay:

**Prioritäts- und statistisch wählende Stromkreise in elektronischen Fernsprehzentralen**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) № 6.

Die Analogie des mit Relais und elektronisch aufgebauten Prioritätsstromkreises wird aufgestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Ausführung der zufälligen statistischen Wahl mit elektronischen Stromkreisen verhältnismässig leicht ausgeführt werden kann. Das Prinzip der Funktion der Drehketten und die Vorteile der Lösung werden erörtert. Die Prioritätsstromkreise werden mathematisch charakterisiert. Zuletzt wird die Ausführung des schnell funktionierenden statistisch wählenden Stromkreises beschrieben.

ДК 621.39:681.3.06(085)

Dr. K. Géher:

**Digitalrechnerprogramm-Katalog, 1969**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XX. (1970) № 6.

In der Zusammensetzung wird die Vermehrung des Digitalrechnerprogrammregisters bezüglich der Fernmeldetechnik im Jahre 1969 erörtert. Dieser Digitalrechnerprogrammregister wird durch den Lehrstuhl der Drahtgebundenen Nachrichtentechnik der Technischen Universität Budapest in Evidenz gehalten.

ДК 621.396.67.09

B. Szekeres:

**Antennenparameter**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) № 6.

In dem Artikel wird eine Übersicht über den wichtigsten Antennenparametern gegeben. Diese Parameter werden auf zwei Gruppen geteilt, den Aufgaben den Antennen entsprechend. Die Impedanzparameter beschreiben die Eingangsklemmenpaare der Antennen und können zu der Berechnung der Leistungsübergabe zwischen dem Sender und Antenne, bzw. der Antenne und Empfänger angewendet werden. Die Strahlungsparameter beschreiben das Verhalten der Antennen auf der Seite des freien Raumes und ermöglichen, dass die Antenne auf allen beiden Seiten der Radiokanäle zu den verschiedenen Verhältnissen der Wellenverbreitung angepasst werden können.



## Summaries

## Résumés

UDC 538.566:621.371

Cs. Ferencz:

**Wave Propagation in Linear Medium with Arbitrary Properties**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

Wave propagation is examined in inhomogeneous, anisotropic, time variable and streaming medium. The streaming is not characterized by relativistic equation. The applicability of the received results is also presented.

UDC 621.382.334.024

L. Fejes—I. Beke—L. Koblinger:

**Direct Current Properties of Multi-Emitter Integrated Circuit Transistors**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

Direct current properties of multi-emitter transistors are described by the aid of nonlinear transistor model extended to the given device. The effect of the parasitic transistors, due to the integrated circuit construction of the multi-emitter transistors, on the input current of the TTL gate and on the load capacity of the driving stages and the saturation voltage of the multi-emitter transistor is analysed in detail. Finally current amplification factors measured on a multi-emitter transistor of a realised TTL circuit is presented.

UDC 621.315.61:621.382.334

L. Stankovics:

**Insulating Materials Applied as Substrates of Integrated Circuits**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

Main requirements concerning the substrates of the thin-film and thick-film integrated circuits with insulating basis are discussed. The electrical, thermal and chemical parameters of the well-known oxide-ceramics, glasses and glass-ceramics, further requirements concerning the use and economic trends are dealt with. By the use of tables and diagrams based on literary data provision is made to the evaluation of several physico-chemical relations. E.g. it may be stated, that both from the technical and economical point of view of the aluminium oxide substrates become generally employed. In the field of substrates of glass basis, those having less alkali contents are more advantageous.

UDC 621.395.345:621.395.722

A. Makay:

**Priority and Random Selection Circuits in Electronic Telephone Exchanges**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

The analogy of the relay and electronic preferential circuit is presented. It is shown, that the realisation of the stochastic random selection is relatively simple by means of electronic circuits. The principle and the advantages of the solution of the rotating chain is presented. The preferential circuits are mathematically characterized. Finally, the realisation of the high-speed random selecting circuit is described.

UDC 621.39:681.3.06 (085)

Dr. K. Géher:

**1969 Computer Programme Catalogue**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

The Catalogue presents the increase of the register of the computer programmes regarding telecommunication engineering recorded by the Chair of Wire-bound Telecommunication of the Polytechnical University, Budapest.

UDC 621.396.67.09

B. Szekeres:

**Antenna Parameters**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

The tutorial article reviews the important antenna parameters, which according to the function of the antenna, are divided into two main categories. The impedance parameters describe the input port of the antenna and can be used for transmitter to antenna or antenna to receiver power-transfer calculations. The radiation parameters describe the antenna behaviour at the free space side and enable the antenna to be matched to the various propagation conditions at both sides of the radio channel.

CDU 538.566:621.371

Ferencz, Cs.:

**Propagation des ondes dans milieux linéaires ayant paramètres arbitraires**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

L'auteur examine la propagation des ondes dans milieux inhomogènes, anisotropiques, changeants dans le temps. L'écoulement est caractérisé par un équation nonrelativistique. L'applicabilité des résultats est aussi présentée.

UDC 621.382.334.024

Fejes, L.—Beke, I.—Koblinger, L.:

**Propriétés pour courant continu des transistors à émetteurs multiples pour circuits intégrés**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

L'article examine les propriétés pour courant continu des transistors à émetteurs multiples à l'aide d'un modèle de transistor non-linéaire appliqué à ce dispositif. Une analyse détaillée est donnée en ce qui concerne l'effet des transistors parasites par conséquence de la construction à émetteurs multiples du transistor sur le courant d'entrée de la porte TTL et sur la charge admissible des étages de commande, ainsi que sur la tension de saturation du transistor à émetteurs multiples. Enfin les facteurs d'amplification de courant d'un transistor à émetteurs multiples pour un circuit TTL réalisé sont donnés.

CDU 621.315.61:621.382.334

Sztankovics, L.:

**Matières isolantes appliquées pour porteurs des circuits intégrés**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

L'article donne les exigences plus importantes pour les porteurs des circuits intégrés à couche mince et à couche épaisse de base isolante. Les paramètres électriques, thermiques et chimiques des oxyde-céramiques, verres, verre-céramiques bien connues et ensuite les exigences de l'application et les points de vue économiques sont aussi examinés. Utilisant des tableaux et graphiques compilés des données littéraires on peut évaluer plusieurs relations physico-chimiques. On peut établir, par exemple, de cette manière, les avantages des porteurs à oxyde d'aluminium du point de vue technique et économique. Parmi les porteurs à base de verre ceux avec le contenu bas d'alcali sont plus avantageux.

CDU 621.395.345:621.395.722

Makay, A.:

**Circuits électroniques de préférence et de sélection statistique dans bureaux centraux téléphoniques**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

L'auteur examine l'analogie des circuits de préférence à relais et électroniques. Il démontre la réalisation relativement simple de la sélection stochastique, statistique par des circuits électroniques. Le principe de fonction et les avantages de la solution des chaînes tournantes sont décrits. Une analyse mathématique des circuits de préférence est donnée. Enfin la réalisation du circuit de sélection statistique à fonction vite est présentée.

CDU 621.39:681.3.06 (085)

Dr. K. Géher:

**Catalogue des programmes pour ordinateurs, 1969**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6.

La composition donne l'augmentation en 1969 du registre des programmes pour ordinateurs, concernant la technique de la télécommunication, compilé par la télécommunication à l'Université Technique de Budapest.

CDU 621.396.67.09

Szekeres, B.:

**Concepts importants des antennes**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XXI. (1970) N° 6

L'article donne un résumé des paramètres les plus importants des antennes. Ces sont divisés en deux groupes correspondants aux tâches de l'antenne. Les caractéristiques d'impédance décrivent les bornes d'entrée de l'antenne et peuvent être utilisées pour le calcul du transfert de puissance entre l'émetteur et antenne ou bien antenne et récepteur. Les caractéristiques de rayonnement décrivent le côté de l'antenne vers l'espace et donnent la possibilité de l'adaptation de l'antenne aux deux extrémités du canal radio correspondant aux conditions de la propagation des ondes.





# Irodaházak, üzemek tervezői! Beruházók!



Felajánljuk Önöknek G—03-as típusú

## **ELKISTON tranzisztoros**

### ***Diszpécser-berendezést,***

amely ipari üzemek termelési folyamatainak ellenőrzésére és irányítására, kereskedelmi szervek, bankok, államigazgatási hivatalok, kórházak jellegzetes hírközlési igényeinek kielégítésére szolgál.

A berendezés hangosüzemű, Duplex összeköttetésre is alkalmas, egyidejűleg két konferencia létrehozásának lehetőségével.

A központ több változatban készülhet, s így 6, 12, 24, 36, 48, illetve 96 állomás fogadására.



***A gyártó cég speciális igények  
kielégítését is vállalja.***

**Felvilágosítás:**

### ***Elektrotechnika I. Sz.***

Budapest, XIII., Sallai Imre-u. 8.,

Kereskedelmi osztály,

Telefon: 315-136.

Termelési osztály,

Telefon: 122-418.

Műszaki osztály,

Telefon: 310-776.



# ÜZEMEK!

# TERVEZŐK!

1970 JUL 3

# TERMELŐSZÖVETKEZETEK!

***Felhívjuk szíves figyelmüket szövetkezetünk biztonságtechnikai szolgáltatásaira:***

Vegye igénybe szakembereinket az alábbiak elvégzésére:

1. MSZ 172/1—67 szabvány által előírt  
ÉRINTÉSVÉDELMI MÉRÉSEK.
2. MSZ 274—62 szabvány által előírt  
VILLÁMHÁRÍTÓ-VIZSGÁLATOK.
3. 1/1963 BM számú rendeletben előírt és az MSZ 1600—67 szabvány  
szerint végzett  
VILLAMOS TŰZVÉDELMI VIZSGÁLATOK.
4. Fentiekkel kapcsolatos javítások elvégzése.  
Idegen kivitelező által végzett villanyszerelési munkák műszaki  
átvétele.

***Gyors, pontos, szakszerű munkavégzés, szaktanácsadás***

T. ügyfeleink érdeklődését az alábbi címeken várjuk:

### ***Elektrotechnikai I. Sz.***

Budapest, XIII., Sallai Imre u. 4. Telefon: 122-418.

**KIRENDELTSÉGEK:** Budapest, XIII., Victor Hugo u. 9.

Biztonságtechnikai részleg

Telefon: 294-183.

Szeged, Farkas u. 16. Pf. 503.

