

MHB 1.423

550.165

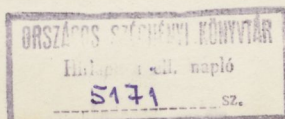
HÍRADÁS- TECHNIKA



A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

1

XIX. ÉVFOLYAM, 1. SZÁM, 1—32 OLDAL, BUDAPEST, 1968. JANUÁR HÓ



HÍRADÁS- TECHNIKA

1968. január, XIX. évfolyam, 1. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

Új év kezdetén	1
HERENDI MIKLÓS: A kontinuánsok és alkalmazásuk lánckapcsolású hálózatok gépi számítására	2
URSI: A rádiótudomány fejlődése „1963–1966”	10
Évfordulók januárban	23
A HTE február havi rendezvényei	23
Könyvismertetés	24
Tartalmi összefoglalások	24
Обобщения	24
Zusammenfassungen	24
Summaries	25
Résumés	25

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

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

Index: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA

Kiadja a Lapkiadó Vállalat Budapest, VII., Lenin körút 9–11. Telefon: 221–285. Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, 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: „KULTÚRA” P. O. B. 149 Budapest 62.

67.1761 Egyetemi Nyomda, Budapest



Tartalomjegyzék

XIX. évfolyam (1968)

Szám:	Oldal:	Szám:	Oldal:
Dr. Ambrózy András: Lineáris integrált áramkörök újabb fejlődése	9 263	Komporday Aurél: Az Intézet munkájának összefoglaló ismertetése	7 195
Dr. Balkányi György—Kerpán István: Műszaki munkakörök-műszaki oktatás	6 183	Kormány Teréz—Hanzély Eszter: Szigetelő tulajdonság alumíniumoxid-rétegek morfológiai sajátosságai	4 106
Balogh Pál: Integrált mágneses tárolók ...	11 335	Kóta Gábor: Hálózathűtőrendszerek gyökének függése az áramköri elemektől	11 330
Bóka Andrásné: Összefüggések négyzetes hiszterézis hurkú ferritek kémiai összetétele és dinamikus tulajdonságai között	10 302	Lajkó Sándor: 60/120-csatornás, szimmetrikus kábeles vívóáramú távbeszélő rendszer	8 246
Dr. Budincsevičs Andor: Thermokompressziós kötések	12 366	Madas István: A katasztrofális meghibásodás figyelembevétele a mikroelektronikus tervezésben	10 293
Csepregi H. K.—Vencel J.: Videójelet regeneráló készülékek II. rész	2 46	Mayer Géza: Integrált áramkörök számítógépekben	10 296
Csornai László: Az elektroncsövek élettartamvizsgálata	5 152	Mészáros Sándor: A TUNGSRAM elektroncsőgyártás története	5 130
Dienes Béla: 50 éves a TUNGSRAM-elektroncső	5 129	Pásztor Gyula: Új irányzatok a tranzisztor dinamikus működésének elméletében	4 97
Egri János—Kirschner Miklós: Fél-léptető-tároló integrált félvezető áramkör	7 198	Pávó Imre: Hálózathűtőrendszerek meghatározása topológiai formulával digitális számológépen	11 321
Földvári Rudolf: Frekvenciamodulátor és demodulátor adatátviteli célokra	4 118	Piller György: Meleg hajlítóvizsgálat	2 56
Gál Imre: Adalékanyagok diffúziója szilíciumba zománctípusú forrásból	11 344	Piller György: A keretrács előállításával kapcsolatos problémák	10 305
Gärtner Péter: A kabhegyi TV-adó antennarendszere	2 33	Ribényi András: Integrált logikai áramkörök	9 279
Dr. Géher Károly: Érzékenységi módszerek a hálózatelméletben	12 353	Ribényi András: Integrált áramkörök előállításánál alkalmazott teóriák	10 299
Gobbi István: Új elektroakusztikai gyártmányok	3 85	Scultéty László: Pólusérzékenység-minimalizálás elektronikus áramkörökben különös tekintettel negatív visszacsatolt erősítőkre	2 40
Dr. Gordos Géza: Középsébségű adatátviteli jelek spektruma	3 65	Simonfay László: Integrált áramkörök és a felhasználó ipar	10 289
Gosztonyi Géza: Telefonkapcsolóhálózat-mo-dellező berendezés — TELMOD	2 54	Székely Vladimír—Dr. Tarnay Kálmán: A Gunn dióda domain dinamikája	11 342
Gottwald Péter: Fotoparametrikus erősítők	3 79	Dr. Szilágyi Miklós—Tihanyi Jenő: A MOS tranzisztorok struktúra analízise	10 313
Henk Károly: Félvezetők áramfeszültség jelleggörbéjének vizsgálata nagy térerő-ségnél	8 233	Szilágyi Sándor: Az „RA” távbeszélő alközpont család	12 379
Herendi Miklós: A kontinuánsok és alkalmazásuk lánckapcsolású hálózatok gépi számítására	1 2	Dr. Tarnay Kálmán: MIS tranzisztorok alkalmazása integrált áramkörökben	9 269
Herendi Miklós: Tervezési adatok egy negyedfokú aluláteresztő szűrőhöz	6 167	Dr. Tarnay Kálmán: MOS tranzisztorok vezérlőelektróda-árama	10 312
Herman Ákos—Dr. Kovács Ferenc: Hazai nagyteljesítményű szilícium kapcsolótranzisztor konstrukciója és elektromos adatai	7 212	Dr. Tarnay Kálmán—Székely Vladimír: Az „egyenlő területek” szabálya	10 311
Dr. Katona János: A passzív elektronikai alkatrészek meghibásodása eloszlásfüggvényeinek vizsgálata	6 161	Tihanyi Jenő—Erlaky György: A MOS tranzisztorok fizikai alapjai: a fém-oxid-félvezető rendszer	7 209
Dr. Katona János: Vékonyréteg áramkörök hazai kutatási és fejlesztési eredményei	7 20	Dr. Tomascsek Zoltán: Intermetallikus szilicidok getterhatása	8 242
Kerekes Béla: EH 82 a két lineáris vezérlőráccsal rendelkező TUNGSRAM heptóda	5 148	Tordai Tamás: Sugártetradák áramelosztásának vizsgálata	8 238
Dr. Knapp Oszkár: Űvegcsálak alkalmazása a híradástechnikában	3 75	Dr. Valkó Iván Péter: Az elektroncsövek oktatása a Budapesti Műszaki Egyetemen	5 157
Kocsis Miklós: Szilícium planáris epitaxiális kapcsoló tranzisztorok	8 225	Dr. Valkó Iván Péter: A csoportos integrálás	9 258

Dr. Váradi Imre: A Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet alapításának 15. évfordulója alkalmából rendezett kiállítás megnyitása	7	193	Számológép programok áramkörök tervezésére	6	169
Vértessy Miklós—Kormány Teréz: Epitaxiális rétegek illeszkedési hibáinak megfigyelése diffúzió után	10	315	Az V. Országos Anyagmozgatási Konferencia határozatai	6	173
Waldhauser Ilona: A σ -fázis alakulása a W-Re rendszerben	7	215	Hálózattervezési szimpózium Londonban az ITT rendezésében	6	175
Dr. Winter Ernő: A Wehnelt-katódtól a báriumkatódig	5	143	Az Oktatási Bizottság közleménye	8	237
Egyéb			Nekrológ Vaszyly Györgyről	9	268
Új év kezdetén	1	1	II. Megbízhatóság az elektronikában szimpózium	9	278
URSI: A rádiótudomány fejlődése „1963—1966”	1	10	Beszámoló az IEC környezetállósági kérdésekkel foglalkozó bizottságának stockholmi üléséről	9	283
CsSzSzK Műszaki Kiállítása	2	39	Diplomaterp-pályázat	10	292
Sajtótájékoztató a TUNGSRAM-ban	2	53	A II. Országos Elektronikus Műszer- és Méréstechnikai Konferencia	10	348
50 éves a TUNGSRAM elektroncső	2	59	Makó Zoltán kitüntetése	12	365
VIRÁG—POLLÁK-DÍJASAINK	3	89	Hálózatelméleti Nyári Iskola — Prága 1968	12	370
PUSKÁS TIVADAR EMLÉKÉRMESSEINK	3	89	Párizsi Híradástechnikai Alkatrész Kiállítás	12	372
Az oktatási pályázat eredménye	3	90	Újdonságok a zürichi Rádió- és TV- Kiállításon	12	376
A diplomaterp-pályázat eredménye	3	90	Könyvismertetések		
Hálózat elméleti nyári iskola — Prága	3	90	Leo L. Beranek: Zajcsökkentés	1	24
15 év az elektronika szolgálatában	4	110	H.—J. Fischer: Tranzisztorkapcsolások ..	2	60
Rádiókiállítás, Berlin, 1967	4	112	Alexandru Spătaru: Az Információközlés elmélete	2	60
Színes és fekete-fehér televízió vevőkészülékek a Párizsban megrendezett rádió- és televízió-kiállításon	4	116	Berceli Tibor: Reflexklisztron áramkörök (angol nyelven)	4	125
Nekrológ Dr. Magyar Endréről	6	166	Dr. ing. S. Stefănescu: Filtre electrice (Elektromos szűrők)	6	186

HÍRADÁS- TECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

Új év kezdetén



18

Nehéz év áll mögöttünk — nagy, feladatokat kell 1968-ban megoldanunk. Tavaly szakembereink legjobbjait mindennapi feladataikon túlmenőleg iparszervezési és ipargazdasági kérdések is állandóan foglalkoztatták. Egyesületünk és lapunk igyekezett a társadalmi tevékenység keretei között, tudományos színvonalon elősegíteni a népgazdasági feladatok megoldását. Ezt a célt szolgálta, hogy a XVIII. évfolyamtól új színfolttal gazdagodott folyóiratunk: műszaki-gazdasági tárgyú tanulmányokat is közlünk.

Az Egyesület és a lap tevékenysége az utóbbi két évben szorosabban összefonódott. Az egyesület tagjai a tagdíj fejében illetményként kapják a lapot, ezzel egyidejűleg a példányszám igen jelentősen emelkedett.

Szerkesztőségünk az Egyesület Elnökségével és Végrehajtó-bizottságával közösen megtárgyalta azokat a módszereket és intézkedéseket, amelyekkel előmozdíthatjuk lapunk színvonalának további emelését az adott lehetőségek jobb kihasználásával.

Így a jövőben nagyobb mértékben szeretnénk a Szakosztályok segítségére támaszkodni, hogy a legaktuálisabb témákat, legmegfelelőbb feldolgozásban tudjuk közölni. Ezért létrehoztuk a Szakosztályi sajtófelelősök szervezetét, de feltétlenül számíttunk a Szakosztályok elnökeinek és titkárainak állandó segítségére is.

Szeretnénk több rövid cikket, feldolgozást és szakkérdést tárgyaló „levelet” is közölni. Úgy véljük szakembereink mindennapi munkájában sok apró ötlet, elvi megoldás, kísérleti eredmény adódik, mely publikációs szempontból és ezzel sokszor az elsőség szempontjából is elvész, mert a szerzőnek nincs ideje hogy „szabályos” cikket írjon. A maximálisan két nyomtatott oldalt kitevő szakközleményeket a jövőben rövid cikkek tekintjük, azok szerkesztőségi átfutási idejét a minimumra csökkentjük — elsőbbséget élveznek — és az Egyesület anyagi támogatásával dupla honoráriummal fizetjük.

Olvasóink jobb tájékoztatását szolgálja majd, hogy időnként egy-egy szakterület műszaki színvonaláról, eredményeiről és jövőjéről vezéreikk jellegű ismertetést kívánunk adni az érintett szakterület egy-egy kiválóságának tollából.

Sok jogos panasz volt múltban a címlap fogyatékosai miatt. Reméljük, hogy új címlapunk megnyeri olvasóink tetszését és hosszú évekre külső „karaktert” ad lapunknak.

Kívánjuk olvasóinknak és munkatársainknak, hogy 1968-ban eredményes jó munkát végezzenek.

Szerkesztőség

A kontinuánsok és alkalmazásuk lánckapcsolású hálózatok gépi számítására

ETO 621.372.54:681.3.06

A lineáris, koncentrált paraméterű hálózatok analízisének általános módszerei a csomóponti és a hurok analízis. Ezek az eljárások és a hozzájuk kapcsolódó topológiai módszerek mátrixmanipulációkra vezethetők vissza [1, 2] és így gépi számításokra is alkalmasak.

A híradástechnikában alkalmazott passzív, koncentrált paraméterű szűrők nagy többsége lánckapcsolású reaktáns vagy veszteséges reaktáns hálózat. A hálózat topológiájának megszorítása sok esetben azért célszerű, mert ezzel a hálózat állapotát leíró egyenletrendszer egyszerűbb és különleges alakú lesz, ami megoldását egyszerűsíti és gyorsabbá teszi.

A lánckapcsolású hálózatok egyenletei olyan alakra hozhatók, hogy a megoldások kontinuánsokkal fejezhetők ki.*

A kontinuánsokat először Sylvester tárgyalta, de a lánc törtekkel való kapcsolatuk miatt egyes formulák már Eulernél is előfordulnak [4]. A rendszeres elmélet a XIX. században született meg. A kontinuáns mint determináns definícióját az 1.6 pontban tárgyaljuk.

A kontinuánsok hálózatelméleti alkalmazása a 30-as években kezdődött [5, 6]. A legutóbbi években egyre sűrűbben jelennek meg olyan közlemények, amelyek egy-egy speciális esetre vonatkoznak [7, 8, 9, 10, 11].**

A következőkben a kontinuánsokra alapozott számítási módszert megkíséreljük egységes keretbe foglalni, de teljességre nem törekszünk. Reméljük azonban, hogy sikerül megmutatni a módszer hatásosságát és sokoldalúságát.

1. Az alapösszefüggések

1.1 A hálózatot jellemző egyenletrendszer

Tekintsük az 1a ábrán látható passzív, lineáris hálózatot. A bejelölt áramokkal és feszültségekkel a következő egyenletrendszer írható fel:

$$\left. \begin{aligned} I_0 &= \frac{1}{Z_1} U_1 + I_2 \\ U_1 &= Z_2 I_2 + U_3 \\ &\vdots \\ I_{n-1} &= \frac{1}{Z_n} U_n + I_{n+1} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

* Hazánkban a kontinuánsok hálózatelméleti alkalmazásával Hennyey Zoltán kandidátus foglalkozott [3]. Ösztönzésért és támogatásáért a szerző köszönetét fejezi ki.

** Az irodalmi hivatkozások csak kiragadott példák.

Kézenfekvő, hogy az 1b ábra szerint az

$$x_i = \begin{cases} I_i, & i \text{ páros,} \\ U_i, & i \text{ páratlan} \end{cases} \quad (2a)$$

változókra és a

$$W_i = \begin{cases} Z_i, & i \text{ páros,} \\ Y_i, & i \text{ páratlan} \end{cases} \quad (2b)$$

együtthatókra — ahol a W_i -k a p komplex frekvencia függvényei — áttérve az (1) egyenletrendszer az

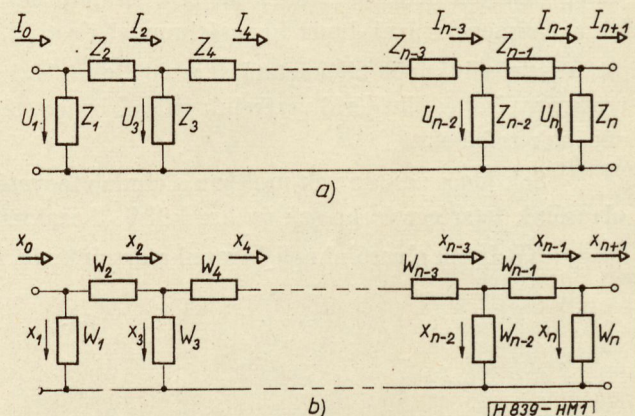
$$\left. \begin{aligned} x_0 &= W_1 x_1 + x_2 \\ x_1 &= W_2 x_2 + x_3 \\ &\vdots \\ x_{k-1} &= W_k x_k + x_{k+1} \\ x_k &= W_{k+1} x_{k+1} + x_{k+2} \\ x_{k+1} &= W_{k+2} x_{k+2} + x_{k+3} \\ &\vdots \\ x_{n-1} &= W_n x_n + x_{n+1} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

alakot veszi fel. Az x_{k-1} -re vonatkozó egyenlet változói x_k és x_{k+1} . Ezeket azonban a további egyenletekből behelyettesítjük. x_k -t behelyettesítve

$$x_{k-1} = (W_k W_{k+1} + 1) x_{k+1} + W_k x_2, \quad (4)$$

vagy ha még x_{k+1} -et is behelyettesítjük:

$$\begin{aligned} x_{k-1} &= [(W_k W_{k+1} + 1) W_{k+2} + W_k] x_{k+2} + \\ &+ (W_k W_{k+1} + 1) x_{k+3}. \end{aligned} \quad (5)$$



1. ábra

Látható, hogy bármelyik x_i kifejezhető bármelyik két egymás után következő x_l, x_{l+1} ($l > i$) függvényében. Az együttthatók a hálózat immittanciáinak függvényei: kontinuuánsok. Értelmezésükre később térünk ki, most csak abban állapodjunk meg, hogy jelölésükre a K_a^b szimbólumot használjuk, ahol a az együttthatóban előforduló legalacsonyabb, b pedig a legmagasabb immittanciaindex. A következőkben mindig ezt a jelölést használjuk, ha nincs szükség a kontinuuánsban szereplő egyes immittanciák explicit kiírására.

Ekkor (5) így írható:

$$x_{k-1} = K_k^{k+2} x_{k+2} + K_k^{k+1} x_{k+3},$$

általában pedig

$$x_{k-1} = K_k^{k+s} x_{k+s} + K_k^{k+s-1} x_{k+s+1}. \quad (6)$$

$s=0$ -t helyettesítve

$$x_{k-1} = K_k^k x_k + K_k^{k-1} x_{k+1},$$

amit (3) megfelelő egyenletével összehasonlítva

$$K_k^k = W_k \quad (7)$$

és

$$K_k^{k-1} = 1. \quad (8)$$

1.2 A felbontási tétel és a rekurziós formulák

Írjuk fel (6)-ot először a $k=1, s=m-1$, majd a $k=2, s=m-2$ helyettesítéssel. Ez a művelet a (3) egyenletrendszerből nem vezet ki, ha $k+s=m \leq n$. Így az

$$x_0 = K_1^m x_m + K_1^{m-1} x_{m+1} \quad (9a)$$

$$x_1 = K_2^m x_m + K_2^{m-1} x_{m+1} \quad (9b)$$

egyenleteket kapjuk. Ezek x_0 -t és x_1 -et x_m és x_{m+1} függvényében fejezik ki.

Most növeljük meg (9a) és (9b) minden indexét r -rel:

$$x_r = K_{r+1}^{m+r} x_{m+r} + K_{r+1}^{m+r-1} x_{m+r+1}, \quad (10a)$$

$$x_{r+1} = K_{r+2}^{m+r} x_{m+r} + K_{r+2}^{m+r-1} x_{m+r+1}. \quad (10b)$$

Ezeknek az egyenleteknek biztosan van értelmük, ha $m+r \leq n$.

Ezután (9a)-ban az $m=r$ helyettesítést elvégezve és a (10) egyenleteket betéve az

$$x_0 = (K_1^r K_{r+1}^{m+r} + K_1^{r-1} K_{r+2}^{m+r}) x_{m+r} + (K_1^{r-1} K_{r+1}^{m+r-1} + K_1^{r-1} K_{r+2}^{m+r-1}) x_{m+r+1}$$

összefüggést kapjuk, amelyet a (6)-ból könnyen kapható

$$x_0 = K_1^{m+r} x_{m+r} + K_1^{m+r-1} x_{m+p+1}$$

egyenlettel hasonlíthatunk össze. Továbbá $m+r$ helyett s -t írva az igen fontos

$$K_1^s = K_1^r K_{r+1}^s + K_1^{r-1} K_{r+2}^s \quad (11)$$

felbontási tételt kapjuk, amit a kissé általánosabb

$$K_a^b = K_a^r K_{r+1}^b + K_a^{r-1} K_{r+2}^b \quad (12)$$

alakban is írhatunk. Abban a speciális esetben, amikor (11)-ben $r=1$, illetve $r=s-1$, a

$$K_1^s = W_1 K_2^s + K_3^s, \quad (13)$$

illetve a

$$K_1^s = W_s K_1^{s-1} + K_1^{s-2} \quad (14)$$

rekurziós formulákat kapjuk. A különbség abban jelentkezik a két formula között, hogy (13)-ban az alsó, (14)-ben pedig a felső index szerint végezzük a rekurziót. (7), (8) és (13)-mal.

$$K_1^0 = 1$$

$$K_1^1 = W_1$$

$$K_1^2 = 1 + W_1 W_2$$

$$K_1^3 = W_1 + W_3 + W_1 W_2 W_3$$

és (14)-ben $s=1$ -et helyettesítve

$$K_1^{-1} = 0. \quad (15)$$

Figyeljük meg, hogy ezek a kontinuuánsok a bennük szereplő W_i mennyiségekre nézve szimmetrikusak, úgyhogy általában

$$K_a^b = K_b^a,$$

ha a szóban forgó kontinuuáns minden indexének megfelelő immittancia létezik.

1.3 Az alapformula

Vizsgáljuk a

$$K_1^k K_2^{k-1} - K_2^{k-1} K_2^k$$

kifejezést. K_1^k -t és K_2^k -t (14) szerint kifejtve

$$\begin{aligned} & K_1^k K_2^{k-1} - K_1^{k-1} K_2^k = \\ & (W_k K_1^{k-1} + K_1^{k-2}) K_2^{k-1} - K_1^{k-1} (W_k K_2^{k-1} + K_2^{k-2}) = \\ & = W_k (K_1^{k-1} K_2^{k-1} - K_1^{k-1} K_2^{k-1}) - \\ & - (K_1^{k-1} K_2^{k-2} - K_1^{k-2} K_2^{k-1}) = \\ & = - (K_1^{k-1} K_2^{k-2} - K_1^{k-2} K_2^{k-1}). \end{aligned} \quad (16)$$

Minthogy (16) jobb oldalának utolsó alakja az előjelben és a felső indexek eggyel való csökkenésében különbözik a bal oldaltól, nyilván

$$K_1^k K_2^{k-1} - K_1^{k-1} K_2^k = (-1)^r (K_1^{k-r} K_2^{k-r-1} - K_1^{k-r-1} K_2^{k-r}).$$

Ez pedig $r=k-1$ mellett (8) és (15) figyelembevételével a

$$K_1^k K_2^{k-1} - K_1^{k-1} K_2^k = (-1)^k \quad (17)$$

alakot ölti.

Levezetés nélkül közöljük a (17) képlet legáltalánosabb alakját, az ún. *alapformulát* és annak egy speciális esetét:

$$K_a^b K_r^s - K_a^s K_r^b = (-1)^{s-r+1} K_a^{r-2} K_{s+2}^b, \quad (18)$$

$$a \leq r \leq s \leq b.$$

$$K_a^b K_{a+1}^s - K_a^s K_{a+1}^b = (-1)^{s-a} K_{s+2}^b, \quad (19)$$

$$a \leq s \leq b.$$

Az egyes indexek más megválasztásával (18)-ból könnyen nyerhetünk további képleteket is.

1.4 A kontinúáns differenciálhányadosai

(12)-t a rekurziós formula egyszeri alkalmazásával a

$$K_a^b = W_r K_a^{r-1} K_{r+1}^b + K_a^{r-1} K_{r+2}^b + K_a^{r-2} K_{r+1}^b \quad (20)$$

alakba írhatjuk. Egyrészt az látható, hogy

$$K_a^b|_{W_r=0} = K_a^{r-1} K_{r+2}^b + K_a^{r-2} K_{r+1}^b, \quad (21)$$

másrészt a W_r szerinti derivált:

$$\frac{\partial K_a^b}{\partial W_r} = K_a^{r-1} K_{r+1}^b. \quad (22)$$

Továbbá

$$\begin{aligned} K_a^b|_{W_r \rightarrow W_r + \Delta W_r} &= K_a^b + \Delta W_r \cdot K_a^{r-1} K_{r+1}^b = \\ &= K_a^b + \frac{\partial K_a^b}{\partial W_r} \Delta W_r. \end{aligned} \quad (23)$$

Fentiekből jól látható, hogy a K_a^b kontinúáns minden egyes W_r immittanciának lineáris függvénye. (22)-vel a logaritmikus derivált:

$$\frac{\partial \ln K_a^b}{\partial W_r} = \frac{1}{K_a^b} \frac{\partial K_a^b}{\partial W_r} = \frac{K_a^{r-1} K_{r+1}^b}{K_a^b}. \quad (24)$$

A logaritmikus deriváltat W_s szerint ismét deriválva

$$\frac{\partial^2 \ln K_a^b}{\partial W_r \partial W_s} = (-1)^{r-s+1} \left(\frac{K_a^{r-1} K_{\beta+1}^b}{K_a^b} \right)^2, \quad (25)$$

ahol

$$\alpha = \min \{r, s\},$$

$$\beta = \max \{r, s\}.$$

Említésre méltó, hogy a K_a^b kontinúáns logaritmikus deriváltjaiban csak olyan kontinúánsok szerepelnek, amelyeknek legalább egyik indexe a vagy b . Kimutatható, hogy ez a magasabbrendű deriváltakra is jellemző.

1.5 Kapcsolat a lánc-törtekkel

Vizsgáljuk a

$$H = \frac{K_1^s}{K_2^s}$$

hányadost. A számlálóra a (13) rekurziós formulát alkalmazva

$$K_a^b = W_b \begin{vmatrix} W_a & 1 & & & \\ -1 & W_{a+1} & & & \\ & -1 & \ddots & & \\ & & \ddots & 1 & \\ & & & W_{b-2} & 1 \\ & & & -1 & W_{b-1} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} W_a & 1 & & & \\ -1 & W_{a+1} & & & \\ & -1 & \ddots & & \\ & & \ddots & 1 & \\ & & & W_{b-2} & 1 \\ & & & -1 & 1 \end{vmatrix}.$$

$$H = \frac{W_1 K_2^s + K_3^s}{K_2^s} = W_1 + \frac{K_3^s}{K_2^s} = W_1 + \frac{1}{\frac{K_2^s}{K_3^s}}.$$

Majd K_2^s , majd K_3^s stb. kifejtésével folytatva az eljárást a

$$\frac{K_1^s}{K_2^s} = W_1 + 1/\overline{W_2} + 1/\overline{W_3} + \dots + 1/\overline{W_s} \quad (26)$$

véges lánc-törtet kapjuk. Hasonlóan fejthetjük lánc-törtbe a K_1^s/K_1^{s-1} hányadost is a (14) rekurziós formula ismételt alkalmazásával. Általánosságban lánc-törtbe fejthető minden két kontinúáns hányadosa, ha egyik indexük egyező, a másik pedig eggyel különbözik [3, 4, 12].

Abban a speciális esetben, amikor a W_i immittanciák $W_i = w_i p$ alakúak, a H hányados egy Caurele kanonikus kapcsolat bemenő immittanciája. Érthető tehát, hogy Hennyey [3] a H hányadost láncfüggvénynek, a számláló és a nevező kontinúánsait láncpolinomnak nevezi.

A (26)-nak megfelelő hányados számlálója és nevezője egy mátrix-szorzat elemeiként is előállítható:

$$\begin{bmatrix} K_1^s & K_1^{s-1} \\ K_2^s & K_2^{s-1} \end{bmatrix} = \prod_{r=1}^s \begin{bmatrix} W_r & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix},$$

ez a rekurzió azonban több számítást kíván, mint a (13) és (14) formulák alkalmazása.

1.6 A kontinúáns mint determináns. Általánosítás

A K_a^b kontinúánst a

$$\begin{aligned} K_a^b &\equiv K(W_a, W_{a+1}, \dots, W_{b-1}, W_b) = \\ &= \begin{vmatrix} W_a & 1 & & & \\ -1 & W_{a+1} & & & \\ & -1 & \ddots & & \\ & & \ddots & 1 & \\ & & & W_{b-2} & 1 \\ & & & -1 & W_b \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (27)$$

determinánssal definiálhatjuk (a ki nem írt pozíciókon zérusok állnak). Ez a definíció lehetővé teszi, hogy az előbbiekben ismertetett formulákat — és továbbiakat is — a determinánsok jól kidolgozott elméletének segítségével vezessük le. Itt azonban csak a rekurziós formula előállítását mutatjuk be.

Fejtsük ki a (27) determinánst utolsó sora szerint:

A jobboldal második determinánsát az utolsó oszlop szerint kifejtve és a nyert determinánsokat (27)-tel összehasonlítva kapjuk:

$$K(W_a, \dots, W_{b-1}, W_b) = W_b K(W_a, \dots, W_{b-1}) + K(W_a, \dots, W_{b-2}), \quad (28)$$

ami nyilvánvalóan a (14) formula kissé általánosabban felírt alakja. A kifejtést az első soron kezdve a (13) képlet megfelelőjét kapjuk.

A (27) definiáló képlethez visszatérve megállapíthatjuk, hogy a K_a^b kontinuáns a $W_a, \dots, W_b$ paraméterektől függ. E paraméterek tetszőleges komplex számok lehetnek, ezért általános esetben K_a^b is komplex.

Általánosítsuk most a kontinuáns fogalmát azáltal, hogy a $W_a, \dots, W_b$ paramétereket egy p komplex változó véges fokszámú pozitív reális függvényének tekintjük. Ezzel $W_a, \dots, W_b$ realizálható immittanciáfüggvények lesznek, a K_a^b kontinuáns pedig a p változó racionális törtfüggvénye. A kontinuáns fogalmának ilyen általánosítása teszi lehetővé, hogy kontinuánsokkal fejezzünk ki olyan hálózatjellemzőket, mint pl. az átviteli mátrix elemei vagy a csoportfutási idő.

Érdekes esethez jutunk, ha a $W_a, \dots, W_b$ paraméterek a p komplex változó elsőfokú polinomjai. Ekkor, ha a puszta tag zérus, veszteségmentes, egyébként pedig veszteséges aluláteresztővel van dolgunk és az ilyen hálózat kontinuánsai p polinomjaiként is felírhatók.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az e cikk keretében ismertetett alkalmazásnál szereplő kontinuánsok mindig egy meghatározott frekvencián felvett komplex számértéknek tekintendők.

2. A hálózatjellemzők számítása

2.1 A feszültségek és áramok

Térjünk vissza az 1. ábrához. Ha a hálózat szekunder oldala szakadással van lezárva, akkor $x_{n+1}=0$. (10a)-ból az $m+r=n$ helyettesítéssel kapjuk, hogy

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= K_1^n x_n \\ x_1 &= K_2^n x_n \\ &\vdots \\ x_r &= K_{r+1}^n x_n \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

Ebből pedig

$$\frac{x_r}{x_0} = \frac{K_{r+1}^n}{K_1^n} \quad (30)$$

és

$$\frac{x_r}{x_1} = \frac{K_{r+1}^n}{K_2^n}. \quad (31)$$

Így a páros indexű ágak áramát és a páratlan indexű ágak feszültségét I_0 vagy U_1 függvényében fe-

jeztük ki. Bármely két x_r, x_s változó viszonya

$$\frac{x_r}{x_s} = \frac{K_{r+1}^n}{K_{s+1}^n} \quad (32)$$

alakú. A t. Olvasó könnyen előállíthatja a rövidre-zárt esetre vonatkozó képleteket is.

2.2 A hálózat immittanciái

Két szomszédos x_{k-1}, x_k változó egyike áramot, másika feszültséget jelent. Hányadosuk (32) szerint két kontinuánsal fejezhető ki és immittanciát jelent.

Legyen például k páros, akkor az 1. ábra hálózataánál x_{k-1} feszültséget, x_k áramot jelöl és hányadosuk

$$\frac{x_{k-1}}{x_k} = \frac{K_k^n}{K_{k+1}^n}. \quad (33)$$

A $W_k, \dots, W_n$ elemeket tartalmazó hálózatrész,

$$\frac{x_{k-1}}{x_k} = \frac{K_1^{k-2}}{K_1^{k-1}} \quad (34)$$

pedig a $W_1, \dots, W_{k-1}$ elemeket tartalmazó hálózatrész bemenő impedanciája.

Ha k páratlan, akkor ugyanezek a képletek admittanciákat szolgáltatnak.

A hálózat primer vagy szekunder oldalát rövidre-zárva a megfelelő formulákat (34)-ből az alsó index 2-re növelésével, (33)-ból a felső index $n-1$ -re csökkentésével kapjuk.

2.3 A láncmátrix elemei

Az 1. ábra szerinti négyfólusra az

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= P x_n + R x_{n+1} \\ x_0 &= G x_n + S x_{n+1} \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

lánckarakterisztika érvényes.

Az $x_{n+1}=0$ helyettesítéssel

$$P = \frac{x_1}{x_n}.$$

(34)-be $r=1$ -et, $s=n$ -t helyettesítve és (2.8)-at tekintetbe véve

$$P = K_2^n. \quad (36a)$$

A láncmátrix R elemét $x_n=0$ mellett az

$$R = \frac{x_1}{x_{n-1}} = \frac{K_2^n}{K_1^n}$$

képletből kapjuk, ugyanis $x_n=0$ miatt $x_{n+1}=0$ és a rövidzáron átfolyó áramot x_{n-1} adja. Mivel $x_n=0$ ekvivalens a $W_n=\infty$ feltétellel, az n indexet a számlálóban levő kontinuánsból határártmenettel kiküszöbölve kapjuk:

$$R = \lim_{W_n \rightarrow \infty} \frac{W_n K_2^{n-1} + K_2^{n-1}}{W_n} = K_2^{n-1}. \quad (36b)$$

Hasonló megfontolásokkal

$$G = K_1^n, \quad (36c)$$

$$S = K_1^{n-1}. \quad (36d)$$

A láncparamétereket kifejező kontinuuások felírására a következő egyszerű szabály adható:

A láncparamétereket reprezentáló kontinuuások alsó illetve felső indexei azon legkisebb illetve legnagyobb indexű immittanciák indexével egyeznek meg, amelyeket a láncmátrix szóban forgó elemének mérésekor alkalmazott extrém lezárások nem hatástalanítanak.

Az S paramétert például (35)-ből láthatóan úgy kell mérni, hogy a hálózat primer oldalát (aktív) szakadással, szekunder oldalát (mérő) rövidzárral látjuk el. Az 1. ábra hálózatánál a szekunder oldali rövidzár az Y_n admittanciát kisöntöli, tehát $S = K_1^{n-1}$, megegyezésben (36d)-vel.

Az ismertett szabály teljesen általános és nemcsak sönt admittanciával kezdődő és végződő lánckapcsolású hálózatra igaz.

Vizsgáljuk meg a lánckötés teljesülését:

$$PS - RG = K_2^n K_1^{n-1} - K_2^{n-1} K_1^n.$$

(17)-et alkalmazva és tekintetbe véve, hogy az 1. ábra szerinti hálózatnál n páratlan, kapjuk, hogy

$$K_2^n K_1^{n-1} - K_2^{n-1} K_1^n = 1, \quad (37)$$

amint annak lennie is kell.

2.4 Az átviteli és a szórás mátrix elemei

Zárjuk le az 1. ábra szerinti lánckapcsolású hálózatot R_0 és R_{n+1} ellenállásokkal. A lezárt hálózat átviteli tényezője

$$\Gamma = \frac{PR_{n+1} + R + R_0(GR_{n+1} + S)}{2\sqrt{R_0 R_{n+1}}}.$$

Az előző pontban kiszámított láncparamétereket behelyettesítve és mind a (13), mind a (14) rekurziós formulát alkalmazva

$$\Gamma = \frac{K_0^{n+1}}{2\sqrt{R_0 R_{n+1}}}.$$

Ha megállapodunk abban, hogy egy lezáró ellenállás negatív értékét a kontinuuás rövid jelölésében a megfelelő index felülvonásával jelöljük, akkor a [14] szerint definiált átviteli mátrix elemei így írhatók:

$$\left. \begin{aligned} \Gamma &= \frac{K_0^{n+1}}{2\sqrt{R_0 R_{n+1}}}, \\ \Phi &= \frac{K_0^{n+1}}{2\sqrt{R_0 R_{n+1}}}, \\ \Psi &= -\frac{K_0^{n+1}}{2\sqrt{R_0 R_{n+1}}}, \\ \Lambda &= -\frac{K_0^{n+1}}{2\sqrt{R_0 R_{n+1}}}. \end{aligned} \right\} \quad (38)$$

(23) értelmében a (38)-ban szereplő kontinuuásokat a következőképpen írhatjuk:

$$K_0^{n+1} = K_0^{n+1} - 2R_0 K_1^{n+1}, \quad (39a)$$

$$K_0^{n+1} = K_0^{n+1} - 2R_{n+1} K_0^n, \quad (39b)$$

$$K_0^{n+1} = K_0^{n+1} - 2R_0 K_1^{n+1} - 2R_{n+1} K_0^n + 4R_0 R_{n+1} K_1^n. \quad (39c)$$

Ezeket az összefüggéseket felhasználva egyszerű alakban írhatók fel a reflexiós tényezők, azaz a szórásmátrix S_{11} és S_{22} elemei:

$$r_1 = S_{11} = 2 \frac{K_2^{n+1}}{K_0^{n+1}} - 1, \quad (40a)$$

$$r_2 = S_{22} = 2 \frac{K_0^{n-1}}{K_0^{n+1}} - 1. \quad (40b)$$

3. Az érzékenységek számítása

A következőkben az ismertett formulák alkalmazására a lezárt lánckapcsolású négy pólus néhány jellemzőjének érzékenységét számítjuk ki a W_r immittanciák, illetve az R_0 és R_{n+1} lezáró ellenállások szerint.

3.1 Az átviteli tényező relatív érzékenységei

A

$$\Gamma = \frac{K_0^{n+1}}{2\sqrt{R_0 R_{n+1}}}$$

formulát a hányados differenciálási szabálya szerint (22) felhasználásával deriválva és rendezve

$$\frac{\partial \ln \Gamma}{\partial R_0} = \frac{R_0 K_1^{n+1} - \frac{1}{2} K_0^{n+1}}{R_0 K_0^{n+1}}.$$

Némi átalakítással

$$\frac{\partial \ln \Gamma}{\partial R_0} = \frac{1}{2} - \frac{K_2^{n+1}}{K_0^{n+1}} \quad (41)$$

és hasonló módon

$$\frac{\partial \ln \Gamma}{\partial R_{n+1}} = \frac{1}{2} - \frac{K_0^{n-1}}{K_0^{n+1}}. \quad (42)$$

A W_r immittanciákra vonatkozó félig relatív érzékenység egyszerűen (24) átírásával kapható:

$$\frac{\partial \ln \Gamma}{\partial W_r} = \frac{K_0^{n-1} K_{r+1}^{n+1}}{K_0^{n+1}}. \quad (43)$$

3.2 A reflexiós tényezők érzékenysége

Az r_1 (40a) által megadott képletét differenciálva, rendezve és (18)-at alkalmazva a

$$\frac{\partial r_1}{\partial W_r} = (-1)^r \cdot 2R_0 \left(\frac{K_{r+1}^{n+1}}{K_0^{n+1}} \right)^2 \quad (44)$$

formulát kapjuk, míg az R_0 szerinti deriválás a

$$\frac{\partial r_1}{\partial R_0} = -2 \frac{K_1^{n+1} K_2^{n+1}}{(K_0^{n+1})^2} \quad (45)$$

kifejezést adja.

A szekunder oldalon lezárt hálózat primer oldali bemenő impedanciája

$$Z_{i1} = \frac{K_2^{n+1}}{K_1^{n+1}},$$

amelyet W_r illetve R_{n+1} szerint differenciálva:

$$\frac{\partial Z_{i1}}{\partial W_r} = (-1)^r \left(\frac{K_{r+1}^{n+1}}{K_1^{n+1}} \right)^2, \quad (46)$$

illetve

$$\frac{\partial Z_{i1}}{\partial R_{n+1}} = \frac{1}{(K_1^{n+1})^2}. \quad (47)$$

4. A csoportfutási idő számítása

A csoportfutási idő számítását a függelékben — 7. fejezet — bemutatott módon érzékenységek számítására vezetjük vissza. A W_r szerinti érzékenységeket (24)-gyel könnyen számíthatjuk, ezért az (58) formulát kell használni.

Igy

$$\tau = \operatorname{Re} \sum_{r=1}^n \frac{K_0^{r-1} K_{r+1}^{n+1}}{K_0^{n+1}} \cdot \frac{dW_r}{dp} \Big|_{p=j\omega}. \quad (48)$$

Általános esetben gondoskodnunk kell $\frac{dW_r}{dp} \Big|_{p=j\omega}$ számításáról is (erre az 5. pontban még visszatérünk), de reaktáns aluláteresztő polinomszűrő esetén $W_r = w_r p$ és

$$\tau = \operatorname{Re} \sum_{r=1}^n \frac{K_0^{r-1} K_{r+1}^{n+1}}{K_0^{n+1}} w_r. \quad (49)$$

Ugyancsak reaktáns aluláteresztő polinomszűrőre közöljük a csoportfutási időnek a kapcsolási elemek szerinti érzékenységet is:

$$\frac{d\tau}{dw_s} = \operatorname{Re} \left[\sum_{r=1}^n (-1)^{r-s+1} W_r \left(\frac{K_0^{\alpha-1} K_{\beta+1}^{n+1}}{K_0^{n+1}} \right)^2 + \frac{K_0^{\alpha-1} K_{s+1}^{n+1}}{K_0^{n+1}} \right]_{p=j\omega},$$

ahol ismét

$$\alpha = \min \{r, s\}, \\ \beta = \max \{r, s\}.$$

5. A kontinuuánsok alkalmazása gépi számításnál

Az eddigiekből látható, hogy egy kontinuuánsokra alapozott számítógépprogramban rejlő lehetőségek akkor aknázhatók ki teljesen, ha a kontinuuánsok, valamint az ágimmittanciák és azok érzékenységeinek számítását hasonlóan hatásos módszerrel végezzük. Ezért e két kérdéssel külön kell foglalkoznunk.

5.1 A kontinuuánsok számítása

Vezessük be a következő kifejezést: nevezzük extrémnek egy kontinuuáns valamelyik indexét, ha az megegyezik a vizsgált hálózat legelső vagy legutolsó immittanciájának indexével. Egy le nem zárt lánckapcsolású hálózathoz tehát 1 és n , lezárt hálózathoz 0 és $n+1$ extrém indexek.

A 3., 4. és 5. pontban szereplő formulák figyelmes tanulmányozása azt mutatja, hogy csak elvétele találunk bennük olyan kontinuuánst, amelynek nem volna legalább egyik indexe extrém. Ha azonban tekintetbe vesszük a (18) alapformulát, akkor kimondhatjuk, hogy a lánckapcsolású hálózatra vonatkozó formulákban szereplő kontinuuánsoknak legalább egyik indexe extrém, illetve az alapformula segítségével ilyen alakúra hozható. Bizonyítás helyett álljon itt egy példa.

Számítsuk ki a (32) képletben szereplő x_r/x_s áramviszony W_t szerinti deriváltját $s < r < t < n$ esetre. Minthogy a képlet lezáratlan hálózatra vonatkozik, 1 és n az extrém indexek. A hányados differenciálási szabályával

$$\frac{\partial}{\partial W_t} \frac{K_{r+1}^n}{K_{s+1}^n} = \frac{-K_{t+1}^n (K_{r+1}^{n-1} K_{s+1}^{t-1} - K_{r+2}^{t-1} K_{s+1}^n)}{(K_{s+1}^n)^2}.$$

A számláló zárójeles kifejezésére a (18) alapformulát alkalmazva

$$\frac{\partial}{\partial W_t} \frac{K_{r+1}^n}{K_{s+1}^n} = (-1)^{t-s} \left(\frac{K_{t+1}^n}{K_{s+1}^n} \right)^2 K_{r+1}^{s-1},$$

ahol csak az utolsó tényezőnek nincs extrém indexe. Ezt a kontinuuánst az alapformulából kifejezve

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial W_t} \frac{K_{r+1}^n}{K_{s+1}^n} &= \\ &= (-1)^{t-s} \left(\frac{K_{t+1}^n}{K_{s+1}^n} \right)^2 \frac{K_1^{s-1} K_{r+1}^{n-1} + (-1)^{s-r+1} K_1^{r-1} K_{s+1}^n}{K_1^n}, \end{aligned}$$

e képletben pedig már minden kontinuuánsnak legalább egyik indexe extrém.

Ezt a sajátságot úgy használhatjuk ki, hogy lezárt hálózatot véve az adott frekvencián kiszámítjuk és tároljuk a hálózat $K_0^1, K_0^2, \dots, K_0^{n+1}$ kontinuuánsainak értékét és $K_{n+1}^1, K_{n+1}^2, \dots, K_1^{n+1}$ kontinuuánsainak értékét. Ezzel minden olyan kontinuuáns rendelkezésünkre áll, amelynek egyik indexe extrém, tehát a fentiek értelmében minden szükséges jellemző számítható.

Egy veszteséges hálózat kontinuuánsai komplex számok, de komplexek egy lezárt reaktáns hálózat kontinuuánsai is a valós lezárások miatt. Ezért az említett két kontinuuánsorozatok számításánál külön kell számítanunk a valós és a képzetes részeket, és minden kontinuuáns tárolására két memóriarekesz szükséges. A növekvő felső indexű kontinuuánsokat például a rekurziós formula alábbi alakjával számíthatjuk:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{Re} K_0^r &= \operatorname{Re} W_r \cdot \operatorname{Re} K_0^{r-1} - \operatorname{Im} W_r \cdot \operatorname{Im} K_0^{r-1} + \operatorname{Re} K_0^{r-2}, \\ \operatorname{Im} K_0^r &= \operatorname{Re} W_r \cdot \operatorname{Im} K_0^{r-1} + \operatorname{Im} W_r \cdot \operatorname{Re} K_0^{r-1} + \operatorname{Im} K_0^{r-2}, \end{aligned} \right\} \quad (50)$$

$$r = 1, 2, \dots, n+1,$$

ahol az induláshoz szükséges értékek:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{Re} K_0^{-1} &= 1, \\ \operatorname{Im} K_0^{-1} &= 0, \\ \operatorname{Re} K_0^0 &= R_0, \\ \operatorname{Im} K_0^0 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (51)$$

A csökkenő indexű kontinuánsok számítására szolgáló képletek — az (50) képletek megfelelői — csak a kontinuánsok indexeiben térnek el (50)-től és természetesen az induló értékek mások. Ezért a rekurziós formula egy lépését célszerű szubrutinként programozni. A két kontinuánssorozatot egy növekvő és egy csökkenő ciklusváltozójú ciklussal számítjuk; a ciklusmagok tartalmazzák a szubrutint hívó és a kiszámított értékeket elhelyező utasításokat. A ciklusok indítása előtt az induló értékeket be kell állítani.

5.2 Az ágimmittanciák számítása

A kontinuánsok alkalmazása által nyújtott előnyök kihasználása érdekében hasonlóan hatásos módszerrel kell a W_r ágimmittanciák számítását is végeznünk. Ha például az ágimmittanciák is egy-egy lánc kapcsolású hálózatot képeznének, amelynek minden ága (veszteséges) önindukció vagy kapacitás, akkor W_r és érzékenységei ismét kontinuánsokkal volnának számíthatók. Sajnos a gyakorlatban használt szűrők ágai nem lánc kapcsolásúak és az átszámítás nem jöhet szóba. A kontinuánsok alkalmazásáról azonban nem kell lemondanunk. Csupán az ágimmittanciák számára kell olyan kapcsolást találnunk, amely képes a gyakorlatban előforduló ágimmittanciák modellezésére, és immittanciája kontinuánsokkal egyszerűen leírható.

Válasszuk a soros ágak modelljéül a 2a ábrán, a sönt ágak modelljéül a 2b ábrán látható kapcsolást. Itt az admittanciákat vonalkázás jelöli és v_i a veszteségi tényezőt jelenti. A két kapcsolás egymás duálja, a 2a ábra kétpólusának impedanciája és a 2b ábra kétpólusának admittanciája egyaránt a

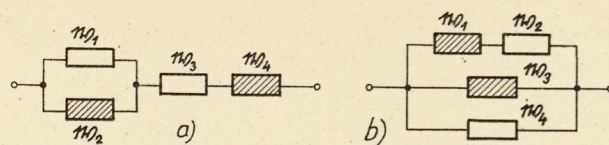
$$W = \frac{J_1^4}{J_4^4 J_2^2} \quad (52)$$

képlettel adható meg, amelyben a kontinuánsokra K helyett megkülönböztetésül J jelet használtunk.

A gyakorlatban lánc kapcsolású szűrőknél nagyon ritkán fordul elő olyan ágimmittancia, amely a 2. ábra szerint nem modellezhető, ha tekintetbe vesszük, hogy a 2a ábra szerinti kétpólusok sorbakapcsolása is megoldható egy közbeiktatott zérus kapacitást tartalmazó sönt ággal és a 2b ábra szerinti admittanciák parallel kapcsolhatók egy közbeiktatott zérus önindukciójú soros ággal. Általában nincs is szükség minden elemre, ilyenkor időt takaríthatunk meg. Az 1. táblázatban foglaltuk össze az $S=1, 2, 3$ és 4 elemet tartalmazó ágak immittanciáinak és azok érzékenységeinek képleteit.

A τ számításakor szükséges p szerinti differenciálhányadost — (48) képlet — a következőképpen képezhetjük:

$$\frac{dW_r}{dp} = \sum_{i=1}^{S_r} \frac{\partial W_r}{\partial w_i} \frac{dw_i}{dp}, \quad (53)$$



$$w_i = \begin{cases} L_i(v_i + j\omega), & i \text{ páratlan} \\ C_i(v_i + j\omega), & i \text{ páros} \end{cases}$$

$$w_i = \begin{cases} C_i(v_i + j\omega), & i \text{ páratlan} \\ L_i(v_i + j\omega), & i \text{ páros} \end{cases}$$

H839-HM2

2. ábra

de a 2. ábra szerint — az elemértékeket egységesen w és az immittanciaértékeket W_i -vel jelölve —

$$\frac{dw_i}{dp} = w_i,$$

úgyhogy

$$\frac{dW_r}{dp} = \sum_{i=1}^{S_r} \frac{\partial W_r}{\partial w_i} w_i = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^{S_r} \frac{\partial W_r}{\partial \ln w_i}. \quad (54)$$

1. táblázat

S	1	2	3	4
W	J_1^4	$\frac{J_1^4}{J_2^2}$	$\frac{J_1^4}{J_2^2}$	$\frac{J_1^4}{J_4^2 J_2^2}$
$\frac{\partial W}{\partial w_1}$	1	$\frac{1}{(J_2^2)^2}$	$\frac{1}{(J_2^2)^2}$	$\frac{1}{(J_2^2)^2}$
$\frac{\partial W}{\partial w_2}$	—	$-\left(\frac{J_1^4}{J_2^2}\right)^2$	$-\left(\frac{J_1^4}{J_2^2}\right)^2$	$-\left(\frac{J_1^4}{J_2^2}\right)^2$
$\frac{\partial W}{\partial w_3}$	—	—	1	1
$\frac{\partial W}{\partial w_4}$	—	—	—	$-\frac{1}{(J_4^2)^2}$

6. A megvalósított számítógépprogram

A fentebb leírt elveken alapuló számítógépprogram elsősorban mindkét oldalon véges ellenállásokkal lezárt lánc kapcsolású veszteséges szűrők csillapításának és a csillapításnak az összes kapcsolási elem szerint vett félig relatív érzékenységeinek számítására készült. Minthogy a csillapítás a Γ átviteli tényező logaritmusának valós része, a program tulajdonképpen az átviteli tényező relatív érzékenységeinek komplex értékeit számítja az adatszalonon megadott, vagy a program által generált frekvenciákon. E relatív érzékenységek cN/% vagy mN/%o dimenziójú mennyiségekként értékelhetők. Minthogy a kontinuánsok segítségével a differenciálhányadosokat közelítés nélkül számítjuk, a kimenő adatok pontosságát csak a számítógép véges szóhosszúsága korlátozza. Lényegesen pontosabb tehát a differenciálhányadost számító programoknál, a számítási időszükséglet pedig közelítőleg negyedannyi.

A program ELLIOTT autokódban íródott, de azokat a programrészeket, amelyek a számítási időt

lényegesen befolyásolják, gépi kódban írt blokkok tartalmazzák. ELLIOTT 803B számítógépen a tiszta számítási idő az érzékenységek számításakor kapcsolási elemként és frekvenciaként kb 700 ms.

Reaktáns szűrő esetén a csoportfutási idő is számítható elenyésző többletráfordítással, minthogy a függelékben közölt formula szerint ehhez csak az átviteli tényező relatív érzékenységeinek amúgy is adódó képzetes részeit kell összegezni és egy osztást végezni.

A program az érzékenységek számításához a 5.1 pontban tárgyalt két kontinuuánsorozatot előállítja és tárolja, ezért más jellemzők és érzékenységek számítására könnyen kiterjeszthető.

7. Függelék

Tekintsünk egy mindkét oldalon véges ellenállásokkal lezárt lineáris, koncentrált paraméterű, passzív és reciprokt hálózatot. Számozzuk meg az immittanciákat tetszés szerinti módon 1-től n -ig és paraméterezzük az induktivitásokat impedanciának, a kapacitásokat admittanciának. Jelöljük az r -edik immittanciát W_r -rel, a kapcsolási elem értékét w_r -rel és a veszteségi tényezőt v_r -rel. Ekkor érvényes [14], hogy

$$W_r = w_r(v_r + p), \quad (55)$$

$$\frac{dW_r}{dp} = w_r. \quad (56)$$

[15] szerint

$$\tau - j \frac{da}{d\omega} = \frac{d \ln \Gamma(p)}{dp} \bigg|_{p=j\omega}, \quad (57)$$

ahol $\tau = \frac{db}{d\omega}$ a csoportfutási idő és a a csillapítás.

Minthogy $\Gamma(p)$ közvetlenül csak a W_r immittanciák függvénye és csak azokon keresztül függ p -től, a közvetett függvény differenciálási szabályával

$$\frac{d \ln \Gamma(p)}{dp} = \sum_{r=1}^n \frac{\partial \ln \Gamma(p)}{\partial W_r} \cdot \frac{dW_r}{dp}. \quad (58)$$

(55)-öt és (56)-ot (58)-ba behelyettesítve és az eredményt (57)-be téve:

$$\begin{aligned} \tau - j \frac{da}{d\omega} &= \sum_{r=1}^n \frac{w_r}{v_r + j\omega} \cdot \frac{\partial \ln \Gamma(j\omega)}{\partial w_r} = \\ &= \sum_{r=1}^n \frac{1}{v_r + j\omega} \cdot \frac{\partial \ln \Gamma(j\omega)}{\partial \ln w_r}. \end{aligned} \quad (59)$$

Ha a hálózat reaktáns,

$$\tau = \frac{1}{\omega} \operatorname{Im} \sum_{r=1}^n \frac{\partial \ln \Gamma(j\omega)}{\partial \ln w_r} \quad (60)$$

és

$$\frac{da}{d\omega} = \frac{1}{\omega} \operatorname{Re} \sum_{r=1}^n \frac{\partial \ln \Gamma(j\omega)}{\partial \ln w_r}. \quad (61)$$

Abban a kissé általánosabb esetben, amikor a hálózatot az átviteli tényező helyett a $T(j\omega)$ kimenet/bemenet típusú transzfer függvénnyel jellemezzük (pl. azért, mert a lezárások valamelyike extrém és Γ nincs értelmezve), akkor

$$\tau = -\operatorname{Re} \sum_{r=1}^n \frac{1}{v_r + j\omega} \cdot \frac{\partial \ln T(j\omega)}{\partial \ln w_r} \quad (62)$$

és

$$\frac{d \ln |T(j\omega)|}{d\omega} = -\operatorname{Im} \sum_{r=1}^n \frac{1}{v_r + j\omega} \cdot \frac{\partial \ln T(j\omega)}{\partial \ln w_r}. \quad (63)$$

IRODALOM

1. V. P. Szigorszkij: Áramköranalízis. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.
2. L. Weinberg: Network Analysis and Synthesis. McGraw-Hill, New York, 1962.
3. Hennyey Z.: Lineáris áramkörök elmélete. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1958.
4. O. Perron: Die Lehre von den Kettenbrüchen. B. G. Teubner, Stuttgart, 1954.
5. A. C. Bartlett: The Theory of Electrical Artificial Lines and Filters. Wiley, New York, 1931.
6. E. A. Guillemin: Communication Networks, vol. II. Wiley, New York, 1935.
7. S. C. Dutta Roy: Terminal impedances and transfer functions of ladder networks. Proc. IEE; vol. 111., Oct. 1964, pp. 1653–1658.
8. L. Storch: Continuants — A Superior Tool in the Analysis of Ladder Networks and Ladders of Recurrent Networks. IEEE Trans. on Circuit Theory, vol. CT-12, Sept. 1965, pp. 444–446.
9. S. R. Parker, E. Peskin, P. M. Chirlian: Continuants, Signal Flow Graphs, and Ladder Networks. Proc IEEE, March 1966, pp. 422–423.
10. S. R. Parker, P. M. Chirlian, E. Peskin: Continuants and the Synthesis of Low-Pass Resistively Terminated LC Ladder Networks. IEEE Trans. on Circuit Theory, vol. CT-13, June 1966, pp. 209–212.
11. J. Valand: Some Formulas for Ladder Networks. Proc. IEEE, Nov. 1966, pp. 1602–1604.
12. W. Klein: Grundlagen der Theorie elektrischer Schaltungen. Akademie-Verlag, Berlin, 1961.
13. Dr. Fenyő István, Dr. Frey Tamás: Matematika villamosmérnököknek, I. kötet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
14. Herendi M.: Az átviteli mátrix és alkalmazása lánckapcsolású hálózatok gépi számítására. Híradástechnika, XVI. évf. 4. szám, 1965 április.
15. Géher K.: Lineáris hálózatok, II. rész. Egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.

„Műszaki Nagyjaink”

A Gépipari Tudományos Egyesület kiadásában megjelent a „MŰSZAKI NAGYJAINK” életrajgyűjtemény első három kötete.

Az I. kötet 544 oldalon Segner János András, Bánki Donát, Csonka János, Jendrassik György, Pattantyús Á. Géza, Zámor Ferenc, Láng László és fia Láng Gusztáv, Erney Móric, Epperlein Oszkár, Böszörményi Jenő, Bohácz Ottokár, Vidéky Emil, Szeniczai Lajos, Kühne Ede, Haggenmacher Károly, Hankóczy Jenő életét és munkásságát ismerteti.

A II. kötet 536 oldalon Hell József, Ganz Ábrahám, Mechwart András, Kandó Kálmán, Korbuly József, Korbuly

Károly, Tóth László, Zipernowsky Károly, Déri Miksa, Bláthy Ottó Titusz, Borbély Lajos, Bermann Miksa, Barlai Béla, Mercader Jenő életét és munkásságát tartalmazza.

A III. kötet 384 oldalon Hatvani István, Jedlik Ányos, Eötvös Lőránd, Hunyady Jenő, König Gyula, Kürschák József, Rados Gusztáv, König Dénes, Bauer Mihály, Egervári Jenő életét és munkásságát tartalmazza.

A gazdagon illusztrált kötetek könyvkereskedői forgalomba nem kerültek, kizárólag a Gépipari Tudományos Egyesülettől rendelhetők meg. Az I. kötet ára 90,— Ft, a II. köteté 96,— Ft, a III. köteté 72,— Ft.

E kötetek a Műszaki Könyvkiadó gondozásában, a Zrínyi Nyomda magasnyomásával jelentek meg és azokat Szőke Béla gépészmérnök c. egyetemi docens szerkesztette.

A rádiótudomány fejlődése „1963–1966”

ETO: 621.396.001.6 „1963/1966”

Az URSI (Union Radio Scientifique Internationale, Nemzetközi Rádió Tudományos Unió) háromévenként összefoglalja a rádióelektronika tudományos fejlődésében elért eredményeket. Az 1966 szeptemberében Münchenben tartott XV. közgyűlés beszámolója „Progress in Radio Science 1963–1966” címmel, 2392 oldal terjedelemben 1967-ben jelentek meg. Ennek alapján jó áttekintést kaphatunk az alap- és alkalmazott kutatás főbb irányairól és ezért az URSI Magyar Nemzeti Bizottság a szakemberek tájékoztatása érdekében ismerteti a beszámolók főbb megállapításait.

Az URSI tudományos értékelései az alábbi csoportosításban készültek:

- I. Rádióelektronikai mérések és etalonok,
- II. Rádió és nem ionizált közeg,
- III. Ionoszférikus hullámterjedés,
- IV. Magnetoszférikus hullámterjedés,
- V. Rádiócsillagászat,
- VI. Elektromágneses rendszerek, terek, hálózatok,
- VII. Rádióelektronika.

A szerteágazó anyag hazai referálására természetesen csak egy nagyobb kollektíva vállalkozhatott: a részterületek szerzőit mindegyik fejezetnél megadjuk.*

Reméljük, hogy az alábbiakkal sikerül az URSI tevékenységéről és a rádióelektronikai alap- és alkalmazott kutatásról hasznos szemlét bemutatnunk.

I. Rádióelektronikai mérések és etalonok

Dr. Almásy György, Távközlési Kutató Intézet

Az URSI I. Bizottságának a feladata a „Rádióelektronikai mérések és etalonok” kérdésének tudományos koordinálása, a célkitűzéseknek más nemzetközi szervekkel történő egyeztetése. 1963 és 66 között az egyik legnagyobb eredmény az volt ezen a területen, hogy a maser frekvenciaetalonok felhasználásával a *frekvenciameghatározás* pontosságát lényegesen fokozni lehetett. Az 1964-ben tartott „General Conference of Weights and Measures” (Súly és Mérésügyi Közgyűlés) konferenciáján a caesium hiperfinom átmenetéhez a 9 192 631 770 Hz frekvenciát rendelték. A maser-ek frekvenciapontossága is jobb mint 10^{-11} . Az ammónia, a tallium és a hidrogén maser-ek továbbfejlesztése változatlan lendülettel folyik. A legnagyobb pontosságot a hidrogén maser-től várják, de még nincs minden vele kapcsolatos műszaki kérdés megoldva. maser frekvencia etalonok összehasonlításakor $2 \cdot 10^{-11}/24$ óra pontosságot értek el. Jelenleg tehát a mértékrendszer két legfontosabb alapegysége a hosszúság és az idő (frekvencia)

atomai állandókra van visszavezetve. A két alapegység között fennálló kapcsolatot a

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

összefüggés fejezi ki, ahol λ a vákuumban mért hullámhossz, c az elektromágneses hullámok vákuumban mért sebessége, f a frekvencia.

Az URSI régóta foglalkozik az *elektromágneses hullámok — a fény — terjedési sebességének* rádiófrekvenciás mérésekre visszavezetett meghatározásával. Jelenleg 10^{-7} pontossággal ismert az elektromágneses hullámok terjedési sebessége. Remélik, hogy a közeljövőben eléri a néhányszor 10^{-8} pontosságot. Közeljövőben erre a célra valószínűleg laser sugarat is fel fognak használni. Egy gallium-arsenid dióda látszik alkalmas sugárzás forrásnak erre a célra. Újabban megismétlik nagyobb pontossággal azokat a kísérleteket, amelyek a vákuum jellemző paramétereinek ϵ_0 -nak a dielektromos állandónak és μ_0 a vákuum mágneses permeabilitásának a meghatározását eredményezik.

Ezek ismeretében ugyanis a

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

képletből a fény terjedési sebessége ugyancsak kiszámítható anélkül, hogy hullámterjedési kérdésekkel kellene foglalkozni. A fénysebesség mérésével kapcsolatban számos új tudományos kérdés merül fel: pl. a mozgó töltés mágneses terének közvetlen igazolása. A Mössbauer-hatás segítségével megvizsgálták a különböző gravitációs térben elhelyezett adó és vevő között fellépő jelenséget.

A Bureau International des Poids et Mesures (a továbbiakban BIPM) és az URSI megszervezték a legfontosabb *etalonok nemzetközi összehasonlítását*. Az URSI a jövőben is feladatának tartja az ilyen jellegű tevékenység elősegítését. A BIPM képviselőit a jövőben az URSI I. Bizottsága (Radio Measurement and Standards) minden ülésre meghívja. Az URSI sokkal kötetlenebb formák között dolgozik mint a BIPM, tehát akár egyes országok közötti összehasonlításokat is képes megszervezni.

URSI részéről szervezett összehasonlításoknál a hangsúly az új tudományos módszereken van, a BIPM részéről szervezett munka célja a minél pontosabb, numerikusan azonos eredmények elérése, természetesen a legkorszerűbb módszerekkel.

A frekvencia — a pontos idő — összehasonlítást műholdba beépített „repülő órával” végezték és 14 hónapos intervallumon belül néhányszor tíz mikroszecundumos időegyezést értek el igen nagy területen. Jövőben a maser-re szinkronizált igen kis frekvencia

* Az URSI kiadvány értékelését dr. Géher Károly kandidátus, az URSI Magyar Nemzeti Bizottságának titkára szerkesztette.

ciás (20 KHz, VLF) adást tovább fejlesztik az időmérés megjavítására.

Jelenleg 10 GHz-en a következő etalonok nemzetközi összehasonlítása van folyamatban

- a) teljesítmény (csótápvonalban)
- b) teljesítmény (koaxiális vonalban)
- c) dielektromos állandó

Magyarország a TZA-302 típusú teljesítménymérővel (dr. Ács Ernő találmánya) vesz részt ebben a nemzetközi összehasonlításban a Szovjetunió, Japán és Amerikai Egyesült Államok laboratóriumaival együttműködve.

A nemzetközi összehasonlítást nagymértékben elősegíti, ha a csatlakozók, különösen a *precíziós koaxiális csatlakozók*, azonos szabvány szerint készülnek. Az URSI az IEC-vel együttműködve ezért igen nagy gondot fordított a precíziós koaxiális csatlakozó típus szabványnak kidolgoztatására és mielőbbi bevezetésére. A szabványosító munkában résztvevő amerikai és nyugatnémet cégek a szabványt érintő méreteket, megoldásokat illetően szabadalmi jogaikról lemondtak a nemzetközi szabványosítás érdekében.

„Nem” nélküli (mindkét csatlakozófél azonos) 7 mm-es és 14 mm-es típus nemzetközi szabványosítása van előkészületben. Mindkét csatlakozó 50 Ω -os és az a típus, melynek külső vezetője 14 mm-es 9 GHz-ig, a 7 mm-es típus pedig 18 GHz-ig használható.

A precíziós koaxiális csatlakozó ellenőrzésre új mérési módszereket kellett kidolgozni (Tischer, Sanders, Weinschel kis állóhullámarány módszerei.)

Az URSI a 10 GHz feletti mérési technikát is nagy figyelemmel kíséri.

Termoelektromos hűtéssel működő teljesítménymérővel 40 GHz-ig, fém bolométerrel 35 GHz-ig, a mágneses ellenállásváltozás elvének felhasználásával 34 GHz-ig terjedő sávban végeztek összehasonlító méréseket. 50 GHz-ig terjedő frekvenciasávban működnek automatikus Smith diagram rajzoló eszközök. Érzékeny detektor rendszereket dolgoztak ki a 140 GHz-ig terjedő frekvenciasávra.

Nemzetközi összehasonlítás keretében meghatározták az alumíniumoxid kerámia, az 1723 típusú üveg és az ömlesztett kvarc komplex-dielektromos állandójának a valós részét. Az adatok 0,1-nél lényegesen kevésbé térnek el.

A milliméteres és szubmilliméteres hullámok legkedvezőbb átvitelére alkalmas *optikai és kvázioptikai tápvonalak* mérés technikáját is figyelemmel kíséri az URSI.

A laserek mérés technikája terén kialakultak a teljesítménymérés, a frekvencia stabilizálás módszerei. A laser hullámhosszát a Kr 86 5p10–5d5 átmenetéhez tartozó 6056 Å hullámhosszúságú hullámmal történő összehasonlítással végzik.

A jövőben esetleg laser fényforrást lesz célszerű alkalmazni a *hosszúság etalonjának* létrehozására. A He-Ne laser sugárzás elméleti koherenshossza pl. 10^3 km. A laserek stabilitását befolyásoló néhány technikai probléma azonban nincs kielégítő módon megoldva.

Az URSI a jövőben is igen nagy gondot kíván fordítani a nemzetközi összehasonlításokra a SI (Nemzetközi mértérendszer) alapján.

II. Rádió és nem ionizált közeg

Dr. Flórián Endre, Országos Meteorológiai Intézet

A fenti témával foglalkozó II. Bizottság az ülés folyamán változtatta meg a téma címét, mely eredeti kitűzés szerint „Troposzférikus hullámterjedés” volt.

Az elnöklő J. VOGÉ megnyitó szavai után J. A. LANE ismertette az utóbbi három évben a troposzférában eszközölt *refraktív-index méréseket*, melyeket repülőgépen, ballonokon és tornyokon végeztek. A mérések a légkör nedvességtartalmára, a hőmérséklet függőleges gradiensére vonatkoztak különböző szélesség mellett. A levegő abszolút nedvességtartalmát $\pm 0,02$ g/m³ pontossággal határozták meg. Elérhető volt az N törésmutató 0,1-es pontosságú mérése, ha a szél nem haladta meg a 13 m/sec sebességet. Ennél nagyobb sebességnél a tévedés 0,8–1,5 N között változik. Érdekes volt a tenger és a szárazföld feletti mérések összehasonlítása, amelyeket 62–96 km-es távolságokra végeztek 1,8 cm-es és 1,9 m-es hullámhosszú radarok segítségével. A kísérletek rámutattak a talajközeli ductok és az emelt inverziós rétegek hatására. Több, mint száz, szárazföld feletti mérés kimutatta, hogy az inverziók kb. 10%-a vékonyabb 8 m-nél, így meteorológiai műszerekkel szinte észre sem vehetők.

A refraktív index jelentős változását észlelték két egymástól 2 m távolságra elhelyezett refraktométerrel. Kitűnt, hogy a 860 m magasságban, a szél irányában elhelyezett refraktométerek 0,1 s alatt 10 N mértékű változást is jeleztek.

Az előadó hangsúlyozta, hogy nagyon fontos lenne a troposzféra legalacsonyabb rétegeinek kutatása a refraktív index meghatározása érdekében, a változókat mind az időben, mind a térben mérni kellene, különösen tekintettel a gyors változások arányaira és okaira.

Élénk érdeklődést kelthetett D. ATLAS és K. R. HARDY előadása a radarernyőkön megjelenő *angyal-echókról*, melyeknek fő típusai a következők: 1. a térben egymástól függetlenül meghatározható céltárgyakról visszatükröződő pontszerű echók, 2. a PPI radarokon sávok vagy cellák alakjában, az RHI radarokon pedig rétegek alakjában megjelenő, leginkább horizontális kiterjedésű echók.

A kísérletekből kitűnt, hogy a pontszerű echók legnagyobb része madarakról és rovarokról történő visszaverődésből ered. Az 1–10 cm-es hullámhosszú radaroknál az azonosítás nem volt nehéz, miután a céltárgy mérete esetleg egyenlő a hullámhosszal. HAJOVSKY és mások mérései szerint az 0,5–2 cm hosszú és az 0,1–0,6 cm átmérőjű rovarok 3,2 cm hullámhosszú radar esetében 10^{-2} -től 9,6 cm²-ig tartó visszaverődési keresztmetszetet adtak. A legnagyobb méretű rovar, a sáska többször adott akkora visszaverődési keresztmetszetet, mint egy kisebb madár, különösen, ha a radar hullámhossza közel volt az előbbi céltárgy méreteihez.

Atlas saját kísérletei azonban azt is kimutatták, hogy a felmelegedés következtében a földfelszín felett kialakuló és onnan felszálló légbuborékok is mutatnak sok esetben pontszerű echókat.

A legtöbb centi- és deciméteres radar ernyőin keskeny, alig összefüggő sávokban, rétegekben is jelent-

kezik angyal-echó, mely összefüggésbe hozható a refraktív index függőleges irányban hasonlóképpen keskeny rétegekben kiemelkedő és erősen változó értékeivel.

A keletkező, emelkedő, nedves, meleg légtömeg, amelyből a magasban a pára majd kicsapódik és felhővé válik, szintén sok esetben ad foltszerű angyal-echót. Ilyen echók vizsgálatát végezte Hardy több intézmény közreműködésével, helikopterek segítségével, melyeken a légállapotot mérő műszerek voltak elhelyezve.

Kaptak még angyal-echókat a tenger felett szétporlódott vízecseppekről és a 8–11 km magasan úszó cirrusfelhők jégtüiről is, valamint szintén a magasabban előforduló, szemmel nem látható turbulenciákról.

Ismertetésre került az 1965 júniusában Moszkvában lezajlott nemzetközi kollokvium, amely a légkör finom szerkezetének és e szerkezet hullámterjedési vonatkozásainak jegyében folyt le. Itt főképpen a légköri turbulencia, a termikus konvekció és a konvektív keveredés került, elsősorban elméleti jellegű tárgyalás alá.

A méteres, deciméteres és centiméteres hullámoknak az optikai horizonton túli terjedéséről több egymásnak ellentmondó elmélet született. FEHLHA-BER és GROSSKOPF kísérleti úton igyekezett több, az elméletekből fakadó kérdést tisztázni. Előadásukban ismertették, hogy a meteorológiai eredetű légtömeg cellának (amely a rádióhullámokat szétszórja) a talajhoz viszonyított sebessége összefüggésben van a dielektromos állandó térbeli változásaival, de a dielektromos állandó függőleges irányban történő változása általában jelentéktelen. Készítettek kísérleti terjedési görbéket 200 és 550 km távolságú terjedésre a GHz-es hullámok számára.

A berlini Heinrich Hertz intézetben mikrohullámú refraktométerek segítségével végeztek kísérleteket egy 56 m magas torony tetején a légköri refraktív index tanulmányozására.

A továbbiakban a rádióhullámok terjedésének és visszaverődésének a talaj egyenetlenségei által okozott befolyásolásáról volt szó. Kísérletileg megállapították, hogy a radarhullámok visszaverődése alacsony szögek esetén nagyobb mértékű volt függőleges, mint horizontális polarizáció esetén viszonylag csendes tengerfelületről, és előnyösebb volt a néhány deciméteres hullámhosszak használata, mint a centimétereseké. A visszaverődés erősségének a beesési szögtől és a hullámhossztól való függését, különböző visszaverő felületek (ide bevették a Hold felületét is) esetére jó ábrán mutatták be. Ezen ábrázolták a depolarizáció mértékének a (30–1000 MHz) frekvenciától való függését is, valamint a Hold-echó kísérletek eredményeit, amelyeket 3,6 és 68 cm-es hullámok segítségével nyertek.

Hosszabb elméleti fejtegetésben foglalkozott M. HIRAI japán kutató a gigahertzes hullámok optikai horizonton túli terjedésével.

A troposzférikus terjedés távolságára, a gigahertzes hullámok beesési szögére és Doppler-effektusára vonatkozó amerikai kísérletekről számolt be M. C. THOMPSON. A távolsági kísérleteket 25 km-re fekvő álló-

másokon végezték és 10 napos periódusokban mérték az áthidalandó távolság 5 helyén, több magasságban (3000 m-ig) a talajközeli refraktív indexet. Ugyanakkor figyelték a különböző típusú antennák hatását a fluktuáció fázisára, különös tekintettel a hideg légtömegekre. Észleltek fluktuációt félnapos ciklustól kezdve a 10 c/s-ig. A méréseket 100–9400 GHz-es frekvenciákon végezték.

A beesési szögek változásait különböző célpontokról érkező 9,4–18,8 és 35 GHz-es jelek segítségével mérték, kb. 15 km-es, majdnem teljesen sík és vízszintes útvonalon. A szögek mérése két rádióantennával és több, fényhullámot használó műszer segítségével történt. A tapasztalat szerint a növekvő frekvenciával csökkent a beesési iránysszög fluktuálása.

A Doppler hatásból eredő frekvenciaeltolódás vizsgálatánál sok nehézséget okozott a megnövekedett zaj.

Az értekezletet követő vitában kifogások merültek fel a beesési szög mérésével kapcsolatban, mert az ellenőrzésre a törésre szintén hajlamos fényhullámokat használtak fel.

A német F. MÖLLER az infravörös sugárzásról, ennek méréséről és a légkör fizikájában történő felhasználásáról tartott előadást. Infravörös hullámok detektorául bolométereket, foto- és félvezetőket és részben pneumatikus cellákat használnak. A direkt napsugárzás mérésekor a légkörben több abszorpcióvonalat lehet találni (elsősorban a vízgőz és a széndioxid nyeli el az infravörös sugarakat, de sok más gáz is és ezek izotópjai). A talajból visszasugárzó infravörös sugarak erőssége főleg a földben koncentrált gázok minőségétől és mennyiségétől függ. Az infravörös sugárzásra jelentékeny hatással van a magas légkör ózonrétege is.

A francia A. ROBERT összefoglalta a természetes milliméteres hullámok eredetéről szóló szakirodalmat. A Napról, a különböző rétegek hőmérséklete következtében 1–3–3,2–4,3 és 8,7 mm-es hullámok érkeznek a Földre. A különböző bolygók is bocsátanak ki milliméteres hullámokat. A légkörben az oxigén molekulák elnyelik a 2,53- és az 5 mm-es, a vízgőz abszorbeálja az 1,64 mm-es és az 1,35 cm-es hullámokat, az abszorpció szelektív. Ismertette a milliméteres hullámok visszaverődési körülményeit horizontális és vertikális polarizáció esetén, különböző időjárási körülmények között és többféle talajminőségről történő visszaverődés alkalmával.

PONSONBY és THOMSON beszámolt a Szovjetunió és Anglia közös kísérletéről, amely a Vénus bolygó radarmegfigyeléséből állott. Az adóállomás a Krimben működött (Szovjetunió), 700–800 MHz-es sávban, a vétel a Jodrell Bank-i teleszkóp antennával történt. Hosszabb előzetes kísérletezés után találtak maximális erővel visszatérő frekvenciákat és hozzájárultak a csillagászati egység (a Nap–Föld távolság) pontosabb megállapításához.

A továbbiakban az egyes bolygók rádiósugárzásáról volt szó. Először röviden ismertették a Jupiter dekaméteres (19,7 MHz-es) emissziója és a napszél közötti összefüggéseket, feltételezve, hogy a Föld közelében száguldó napszél befolyásolja a Jupiterrel

érkező jeleket. Majd sor került több évi kutatás eredményeinek összegezésére, röviden: a Merkúr bolygó 3,6 és 11 cm-es, a Vénusz 10–12,5 és egyes pontjairól 20 cm-es hullámokat, a Mars 3 mm és 20 cm közötti hullámsávot sugároz. Mindezek a hullámok hőeredetűek. A Jupiter és a Szaturnusz valószínűleg hőeredetű és talán szinkrotron sugárzásból keletkező hullámokat szór széljével a dekaméteres hullámoktól kezdve a milliméteresekig. Az Uránusz és a Neptunusz bolygókról csak a legutóbbi időkben észleltek 1,9 és 11 cm-es hullámokat, a Plutóról fogott 1,9 cm-es hullámok vétele még nem bizonyított.

Nagy érdeklődésre tarthatott számot a föld alatti hullámterjedésről elmondott beszámoló. Megkülönböztetik azt az esetet, amelyben az adóantenna van a föld alatt (ekkor földalatti-légköri), és amelyben mind az adó-, mind a vevő-antenna a föld alatt van (ekkor föld alatti-föld alatti a terjedés). Igaz ugyan, hogy a beszámoló inkább a talajkutatás jegyében folyt le, mégis érzékelteti a különböző frekvenciák (inkább a 10 Hz – 500 kHz-es tartomány) terjedését a föld alatt, szól a felhasznált antennákról is, röviden ismerteti a föld alatti iránygörbéit, valamint a föld alatt számításba veendő zajokat. Erről a témáról összeállított, 215 cikkről szóló bibliográfia valószínűleg minden érdeklődőt kielégít.

III. Ionoszférikus hullámterjedés

Bálint János, Honvédelmi Minisztérium

A témával foglalkozó III. bizottság ülésén J. A. RATCLIFFE elnökölt.

Az első előadást B. LANDMARK tartotta a D réteg szerkezetéről és keletkezéséről. A lefolytatott rakétakísérletek során a Faraday rotációs hatást alkalmazták. A röppálya mentén regisztrált térerősség amplitúdó változásból határozták meg az elektron koncentrációnak és az ütközési számnak a magasságtól való függését.

A földi módszerek közül a legfontosabbak a hosszú és igen hosszú hullámok fázis és abszorpciós vizsgálata, a D rétegen áthaladó és az E vagy F rétegről visszaverődő nagyfrekvenciás hullámok csillapodásának meghatározása, az ionoszférikus keresztmodulációs eljárások és a D rétegen történő részleges visszaverődésen alapuló mérések. A zavart D réteg vizsgálatainak a kozmikus eredetű rádiófrekvenciás zajok riométerrel történő mérését alkalmazzák. Az F réteg kritikus frekvenciájánál nagyobb rezgésszámú zajkomponensek (általában 15 és 40 MHz között) egyidejű vizsgálatával meghatározható az abszorpció magassága. Így az ütközési szám magasság szerinti eloszlása alapján az elektron koncentráció meghatározható.

Az ütközési szám változik az évszakok függvényében, de lényegében független a napfolttevékenység ciklusától. Ez nincs összhangban BELROSE és HEWITT méréseivel, akik a részleges visszaverődés módszerével korrelációt találtak a 10 cm hullámhosszú soláris fluxus és az ütközési szám között. Az évszakoktól függő változás jól összhangban áll a nyomás változásával. 90 km magasságban és a 60. északi szélesség mentén a nyári érték 60%-kal több a télinél. Az elektronsűrűsége vonatkozó egyes mé-

rési módszerekkel kapott eredmények szerint a rakétás mérés mutatott egyedül az elektron koncentrációban 84 km magasságban — kb. 200/cm³ koncentráció értékkel — éles, határozott minimumot.

A normális, nem zavart D rétegnél nem mutatkozik hosszúsági hatás. Ezalól kivételt képezett SMITH mérése a déli szélesség 30°-án fekvő Armidale-on, amely szerint 72 km magasságban az elektronkoncentrációban maximum lép fel, szemben az északi félgömbön kapott eredményekkel. A napi változásokat az előadó diagramban mutatja be DECKS mérési adatai alapján. Magas szélességi körökön a napi változás kevésbé kifejezett HANG trowsói mérései szerint.

Az alacsony ionoszféra fizikai folyamatai szempontjából fontos az elektronsűrűség alakulásának meghatározása alkonyatkor és hajnalban. Ehhez igen érzékeny módszerek szükségesek, ez idáig kielégítő eredményeket még nem értek el.

A kísérleti rész utolsó pontjában a sarki zónában fellépő jelenségekről ad tájékoztatást a riométeres módszerrel kapott kísérleti eredmények alapján.

Az előadás második része a D réteg fizikai folyamataival foglalkozik. Ezen belül tárgyalja az elsődleges ionizációs mechanizmust. Olyan következtetésre jut, hogy a nap 10 Å-nél rövidebb röntgensugárzása (85 km magasságban napfolt minimumnál, 75 km magasságban napfolt maximumnál) a nap Lyman α sugárzása a nitrogénoxid ionizációjában (70 és 90 km között) és a kozmikus sugárzás (70 km alatt) a legfontosabb ionizációs forrás.

W. PIGOTT előadásában a D rétegben az ütközési számmal, valamint sztratoszférikus-mezoszférikus kapcsolatokkal foglalkozik. Az előadó összevetette a laboratóriumi kísérletek során meghatározott hatáskeresztmetszet mért értékét az ionoszférában rakéta és földi technikával nyert adatokkal. Megállapította, hogy az értékelés nehézségei alapvetően az O₂ hatáskeresztmetszetének hiányos ismeretére vezethetők vissza az ionoszférában uralkodó hőmérsékletek mellett, valamint az atmoszféra napi változásaira. A rakétakísérletek során mért összetartozó gáznyomás és ütközési szám méréseknél a magassági hiba nem lépheti túl a 300 m-t. Ez a feltétel azért lényeges, mert a monoenergetikus elektronok ütközési száma összemérhető a rádióhullám frekvenciájának és a gyromágneses frekvencia összegével.

A mérési és kísérleti adatok értékelése és az elméleti megfontolások alapján 100 km alatt az ütközési szám: $v_M = (7,5 \pm 1,0) \cdot 10^7 \cdot p \text{ s}^{-1}$, ahol p a nyomás millibarban. Az E rétegben a megfelelő összefüggés: $v_M = 7,5 \cdot 10^7 \cdot p \cdot T_e / T_g \text{ s}^{-1}$, ahol T_e az elektron hőmérséklete, T_g a gázhőmérséklet. A T_e / T_g viszony nem ismeretes, de közelítően 2-nek vehető.

Az előadás második része MURGATROYD (1965) nyomán a sztratoszféra három fő cirkuláció típusát ismerteti és gnomometrikus térképeken be is mutatja. Az ionoszférában két alapvető jelenség szorul magyarázatra: a D és E réteg közepes paraméterei lényegesen különböznek a naptevékenységtől és a nyári értéknek megfelelő zenit szögből számított értékektől, valamint ezek a paraméterek a téli hónapokban abnormálisan nagyok, gyakran meghaladják

az évszak szerinti változásokat. Ezek oka állandó nyomás mellett az elektronsűrűség változásában rejlik, amely az atmoszférában lejátszódó áramlásokkal hozható kapcsolatba.

C. HINES az ionoszféra dinamikájáról tartott előadást különös tekintettel az E réteg jelenségeire. Az alsó és felső atmoszférában rendszeres cirkulációs folyamatok játszódnak le: meghatározott erősségű vízszintes irányú szelek és kisebb értékű, de nagyobb jelentőségű függőleges áramlások. Nagyobb magasságban 110–120 km felett egyre inkább jelentkezik az elektrodinamikus erők módosító hatása, amelynek maximuma 150–200 km közé tehető. Így a semleges gázáramlásra ár-apály jellegű mozgás szuperponálódik. A valóságos ár-apály jelenségek elvileg a troposzférában és az ozonoszférában keletkeznek, azonban hatásuk áttevődik az E rétegbe is. Itt hidromagnetikus oszcillációs jellegű áramlások jönnek létre 110 km felett. Az ionsűrűség napi változása ionoszféra szelet hozhat létre. Rövidebb periódusú, belső eredetű gravitációs hullámok is behatolhatnak az E rétegbe, ezek amplitúdója összemérhető az ár-apály hatásával. A két jelenség együttes hatására az ionoszféra szél kaotikus komponenssel is rendelkezik, amely azonban viszonylag gyorsan csillapodik a reflexiók és a disszipáció következtében. A hidrodinamikus turbulencia hatását 40 km felett nem észlelték. A sporadikus E réteg keletkezésében különös jelentőségűek a semleges gáz áramlások, az ár-apály jelenségek és a belső gravitációs hullámok. Az alsó légkör hatása eljut 700 km magasságig is, tehát befolyásolhatja az F réteg viselkedését is, de lényegesen gyengébben mint az E rétegben.

H. KOHL az ionoszféra dinamikájáról, az F réteg jelenségeiről tartott előadást. Az egyenlítői anomáliával foglalkozva ismerte teti az ionizáció diffúziós egyensúlyi elméletet. Az elektron koncentrációt Chapman-eloszlásnak feltételezve jó egyezést kaptak a mérési adatokkal, megfelelő profil jellemzők választásával. A teljesebb magyarázathoz figyelembe kell venni a gravitációnak és az elektronok hőfokának magasságtól való függését, kisebb mértékben a semleges levegő mozgását is. Rámutat a foto-elektron ionizáció szerepére, mint az egyenlítői anomália egyik feltételezhető okára.

Az évszaktól függő F réteg anomáliával, amely szerint napfolt maximumnál a $f_0 F_2$ télen nagyobb, mint nyáron, több elmélet foglalkozik. ROTHWALL és SMELOVSKY szerint az erővonal csövekben áramló termikus protonok a jelenség okai. KING szerint az F réteg nyári csillapítási tényezője nagyobb, mint a téli. Mások abból indulnak ki, hogy az atmoszféra nyáron kiterjedtebb, mint télen, így a nyári félgömből szél fúj a téli félgömb irányába. JIDDINGTON a magnetoszféra szivattyúzó hatásának tulajdonítja az anomáliát, amelyet a napszél kelt.

Az éjszakai F réteget legegyszerűbben a veszteségekkel és a diffúzióval lehet leírni. Feltételezhető, hogy az exoszférikus fluxus, az elektromágneses szél és a diffúzió kombinált hatása okozza az F réteg bonyolult tulajdonságait.

Az előadás befejező része a semleges levegő szélrendszerével foglalkozik. Az E rétegben gázkísérle-

tekkel 100 m/s-os szeleket mértek. Az F rétegben létező szélről ma még nincsenek egyértelmű kísérleti bizonyítékok, habár elméletileg feltételezik létezését. A szputnyik röppályákból arra következtetnek, hogy 200 km magasságban az egész földre kiterjedő nyugat–kelet irányú szélrendszer létezik, fúj.

W. GORDON előadásában az F réteget és a magnetoszférát tárgyalta az inkohérens lokátorteknika visszavert jeleinek analízise alapján. A visszavert impulzusok spektrumát vizsgálják, amely az adófrekvenciához képest szétterül az elektronok és az ionok termikus mozgása következtében. A mérési eredmények szerint az ionok keltette komponensek mértékadóak az F rétegben. Az ionok termikus mozgása határozza meg a spektrum szélességét, a spektrum súlypontja nagyrészt az ionok és elektronok hőmérsékletének viszonyától függ. Így a spektrumból meg lehet állapítani a magasság függvényében az elektronok, az ionok hőfokát és az ionok arányát. Jicamurca 70° Ny és 0° mágneses koordinátájú állomás mérései szerint az elektronsűrűség 10 000 km magasságban $0,5 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-3}$, 1000 km magasságban $(1-5) \cdot 10^4 \text{ cm}^{-3}$ nappal. A tapasztalatok szerint az F2 maximális elektronsűrűségének magassága hirtelen változik napfelkeltekor. Az ionok hőfoka nappal ezer és néhány ezer fok között változik 800 km magasságban, és izotermikus 1500 km-ig. Éjjel a fenti értékek 50%-ra csökkennek. Az elektronok hőmérséklete a maximális koncentrációjú rétegben kb. háromszorosa nappal és kb. egyenlő éjjel az ionok hőfokával. Az F réteg domináns ionja O^+ és H^+ 1000 km-ig nappal és 700 km-ig éjjel.

P. WILLMORE az F tartomány felső részével és a magnetoszférával foglalkozott. Mivel e tartományt nemcsak a nap vezérli és így számos anomáliát mutat, szükséges, hogy a jelenségek leírására számbajöhető elméletekből kizárásos módszerrel kiszűrjék azokat, amelyek a további munka szempontjából érdekeltek. Végeredményben arra a következtetésre jut, hogy a magnetoszféra, ionoszféra csatoló mechanizmusában közepes és alacsony szélességek mellett ki lehet zárni a semleges atmoszféra hőfok és sűrűség és a magnetoszféra elektronhőmérsékletének, illetve termikus vezetőképességének változását, a befogott elektronok ionizációs hatását, valamint a diffúziós egyensúlytól való eltérést a felső tartományban. Az alapvető okok közé sorolhatók viszont az ionok, talán a semleges atmoszféra összetételének változása, a semleges atmoszféra szélrendszere és a magnetoszférából eredő elektromos erőter transzverzális komponense, amely $10^{-3} - 10^{-4} \text{ V/m}$ -re tehető.

S. BOWTILL rövid összefoglalást adott a Belgrádban tartott elektron hőmérséklettel foglalkozó ülésről.

A III. Bizottság előadásaihoz több mint 400 irodalmi hivatkozást adtak a szerzők.

IV. Magnetoszférikus hullámterjedés

Dr. Szemerédy Pál, ELTE Geofizikai Tanszék

Az atmoszférikus rádióhaj több összetevőből épül fel. Az atmoszférikus villámkisülések keltik; a földfelszín és az ionoszféra között terjednek. Az at-

moszferikus füttyök (whistlerek) az ionoszférán át-lépő atmoszferikuszekből keletkeznek. A nagyon alacsony frekvenciájú (V L F) emissziók és a mikropulzációk a magnetoszférából származnak. Következésképpen a magnetoszféra vizsgálata nem különíthető el az atmoszferikus rádió zaj tanulmányozásától, amelynek uralkodó összetevője az atmoszferikus.

Az atmoszferikuszekkel, azok jellegzetességeivel, forrásával és terjedésével E. T. PIERCE előadása foglalkozott. A beszámoló 119 irodalmi hivatkozást tartalmaz. Az atmoszferikuszeket a villámkiülés kelti. A mérések szerint a Föld felszínén másodpercenként 120 villámkiülés zajlik le. A villám bonyolult időbeli és térbeli struktúrája miatt a kisugárzott elektromágneses hullám is igen összetett. A frekvenciaspektrum felöleli az igen alacsony frekvenciáktól (ELF) az UHF-ig terjedő frekvenciatartományt. A villámlás környezetében mintegy 200 km-ig a talajhullámok, ennél nagyobb távolságban a Föld és az ionoszféra által alkotott hullámvezetőben terjedő hullámok játszóak a lényegesebb szerepet. A felhő és Föld közötti kiülésből származó atmoszferikus és forrás közelében a VLF tartományban csak néhány, a HF tartományban 10^4 rendű diszkrét impulzusból áll. 10 kHz fölött az elektromos térerősségamplitúdó fordítva arányos a frekvenciával.

A whistlerekről R. RIVAULT adott áttekintést. A kritikus frekvenciánál kisebb frekvenciájú elektromágneses hullámok az ionoszférán nem tudnak keresztülmenni. Kivételt képez ezalól az az eset, amikor a rádióhullám elektromos térerősségvektora a földi mágneses tér erővonalával közel párhuzamosan rezeg. Az atmoszferikuszeknél gyakran teljesül ez a feltétel; az elektromágneses impulzus spektrumának hangfrekvenciás tartományba eső része is áthatol az ionoszférán és a földi mágneses erővonal mentén terjed, követve annak patkó alakú pályáját. Az erővonal menti terjedés folyamán a hullámcsoport a pálya delelőpontján uralkodó elektronsűrűsége jellemző diszperziót szenved; az atmoszferikus keletkezési helyével átellenes féltekén elhelyezett vevőben csökkenő magasságú füttyként jelentkezik.

A közepes és nagy földrajzi szélességű helyeken vehető atmoszferikus füttyök a magnetoszféra elektronsűrűségének eloszlásáról szolgáltatnak adatokat. Szatellitokon és rakétákon elhelyezett vevőkkel más típusú whistlereket is észleltek (pl. proton whistler). Az összefoglalásban 60 irodalmi hivatkozás található.

A magnetoszférából eredő VLF zajról R. A. HELLIWELL referált. A VLF emisszióknak — amelyeknek frekvenciatartománya 100 Hz-től 20 kHz-ig terjed — két fő típusa van: a diszkrét és a diffúz emisszió. A diszkrét emisszió frekvenciaspektruma kicsiny frekvenciatartományt fog át és az idő függvényében változik. Elemi formái a néhány sec-ig tartó, csökkenő vagy növekedő magasságú hang. Ha ezek egyidejűleg vagy átlapolódva jelentkeznek — hanggá alakítva — a hajnali madárcsicsergéshez hasonló benyomást keltenek. Ezért a „hajnali kórus” elnevezést nyerték. A diffúz emisszió (hiss) hasonló egy sáváteresztő átvitt termikus zajhoz. A VLF emissziót sok esetben whistlerek vagy alacsony frekvencián működő táviró adók is elindíthatják.

A szerző 45 irodalmi hivatkozást tesz.

Az ELF és a mikropulzációk c. témával R. GENDRIN foglalkozott. A 0,01–30 Hz közé eső elektromágneses jelenségeket három kategóriába oszthatjuk: a Föld-ionoszféra üregrezonancia (5–30 Hz), szabályos pulzációk és szabálytalan pulzációk. Az üregrezonancia csúcsai 8, 14, 20 és 26 Hz közelében vannak. A rezonanciák helyét erősen befolyásolják az ionoszféra zavarai. A mikropulzációkat a magnetoszférában fellépő magnetohidrodinamikuss hullámok keltik.

Az atmoszferikus rádió zaj szerepét a hírközlésben F. HORNER tárgyalta. Az atmoszferikus zaj nagyságát és időbeli változását a világon sok helyen — így 27 kHz-en Magyarországon is — tanulmányozzák. A világhálózat elsődleges feladata geofizikai jellegű. A zaj napi és évszakos menetét a napfolttevékenység is befolyásolja. A zaj statisztikus jellemzőinek vizsgálata, amelyet a rádió-hírközlés igényel, folyamatban van. A zaj természetének megismerése lehetővé teszi, hogy a hírközlésben kiterjedtebben felhasználják a VLF tartományt. A beszámoló 33 irodalmi utalást tartalmaz.

A. M. PETERSON „A nukleáris robbantások hatása a rádióhullámok terjedésére” c. előadásában 101 tudományos cikk adatait foglalta össze. A légköri nukleáris robbanás többletionizációt hoz létre az ionoszférában és megváltoztatja az elektromos töltések eloszlását, így a rádióhullámok terjedését megzavarja. Különösen nagy zavarokat idéz elő a néhány száz kilométer magasságban bekövetkezett robbanás. A nukleáris robbanás által előidézett rádióhullámoknak két típusa van. A nagy amplitúdójú atmoszferikus robbanás időpontjában lép fel. A kis amplitúdójú, hosszú időtartamú szinkrotron zajt a földi mágneses erővonalak köré befogott elektronok keltik.

V. Rádiócsillagászat

Ferenc Csaba, BME Elméleti Villamosság-tanszék

Összefüggő apertúrájú rádióteleszkópok

Az érdeklődés a nagyméretű antennák tervezése felé irányul. Általánosan igazolták, hogy az optikai rendszerekkel szemben nagy előnyük az, hogy nagy távolságra levő rádióteleszkópok is koherens jeleket szolgáltathatnak. A modern rádióteleszkópokat már a következő kiforrott szempontok alapján tervezik: 1. Apertúraszintézis a komplex korrelációs tényező alapján, 2. a minimális értékelhető információt a híradástechnika jel/zaj elmélete szerint határozzák meg, 3. a vizsgálni kívánt információ természetéhez illeszkedő optimális megfigyelési elrendezést és adatértékelő rendszert terveznek (így el lehet nyomni más források nagy zavaró jeleit). Továbbra is nagy problémát jelent, hogy a megfigyeléseket igen széles sávban kell végezni ($\lambda \approx 1-50$ cm). Igen nagy technikai nehézségekkel jár a kívánt felületi finomság biztosítása a növekvő apertúra-méret mellett. Ma elérhető $\varnothing 80$ m-es paraboloidnál 1–2 cm felületi hiba. A mozgatót általában számítógép vezérelte szervórendszer biztosítja, ahol a számítógép az esetleg szükséges koordinátatranszformációt is elvégzi. Nem oldották meg véglegesen az antennatáplálás kérdé-

sét, mivel az igen kis zajú Cassegrain-táplálás nagy hullámhosszaknál nem felel meg, ezért kísérleteznek Gregorian-táplálással. Természetesen a klasszikus (dipol stb.) táplálást is használják.

Ma kétféle teleszkópot építenek: tűnyalábos létrehozót és szintézisben alkalmazhatót. Kialakultak a teleszkóp tervezés mérnöki szempontjai: 1. szerkezeti kialakítás (reflektor alak, fókuszpontmeghatározás, felületi hiba stb.), 2. rádiótechnikai jellemzők beállítása (primer táplálás, irányélesség, antennahőmérséklet, polarizáció stb.), 3. mechanikai méretezés (szélnyomás, időjárás, mozgatus stb.). A jövőben megoldandó a mai mérések és tapasztalatok alapján a számítógépes optimalizálás, vibrációmentes mozgatus stb. Jelenleg 100 m átmérőjű paraboloidokat terveznek, de a számítások szerint acélanyagot figyelembe véve 600 m-ig lehet növelni az átmérőt, anélkül, hogy a gravitáció miatti alaktorzulás zavaró lenne.

Mivel a paraboloidok építése költséges, komolyan foglalkoznak a nem kör-apertúrájú nagy teleszkópok építésével, ahol jelenleg a hengerparaboloid, az elemenként mozgatható hengerparabola (ún. Pulkovo-teleszkóp) és az álló apertúrájú (ún. Kraus-teleszkóp) jön számításba, ahol az utóbbinál a veendő jeleket mozgó síkreflektor veri az apertúrába. Komolyan számításba jönnek újabban az igen nagy fix gömbreflektorok, ahol a sugármozgatus a táplálásmozgatusal történik. Ily módon már 300 m átmérőjű teleszkópot is építettek (Nancy, Paris).

Nem összefüggő apertúrájú rádióteleszkópok

Mivel a paraboloidok nem növelhetők tetszés szerint, új módszert dolgoztak ki a jel/zaj viszony javítása érdekében: az antenászintézist. A vizsgálandó változások lassúak, tehát a nagy reflektor helyett időben helyét változtató kis reflektor használható, ahol az értékelésnél a részmegfigyelések jeleit szintetizálják. Mivel a részmegfigyelések jelei inkoherezsek, a gyakorlatban a szintézis csak akkor valósítható meg, ha két megfigyelő antennát használnak egyszerre. Kidolgozták a Föld forgását kihasználó, helyhez kötött teleszkópokat használó szintézist is. Vizsgálták és részben megoldották az optimális térbeli antennaelhelyezés problémáját is. Kidolgozták az antenna megvilágítási függvényének felhasználásával az egy forrásból a teleszkópokba jutó jelek korrelációján alapuló ún. korrelátor antenna elméletét. Az antennarendszer elemeinek elhelyezése kör kerületén, T vagy Y alakban történhet. A koherencia vizsgálatával is foglalkoznak, amely a tenzor-apertúra szintézishez vezet.

Rádiócsillagászati technika

A megfigyelési technika igen nagy mértékben fejlődik. Fontos kérdés a stabil fázis megvalósítási technikája, az ionoszféra zavaró hatásának kiküszöbölése. Részletesen elemzik az elektromos berendezések (előerősítő, kábel, helyi oszcillátorok stb.) stabilitását, mivel az antennaként szükséges egységek száma az egy rendszerben dolgozó antennák számával és a megfigyelések finomításával együtt rohamosan növekszik. Külön vizsgálják a szélsőséges viszonyok között dolgozó, antennára erősített egységek és a

különleges feladatokat is ellátó, a megfigyelőházban állandó hőmérsékleten stb. elhelyezett berendezések stabilitását.

Kidolgozták a rádióteleszkóphoz közvetlenül csatlakozó számítógépek alkalmazási módját, feladatkörét és az ily módon történő megfigyelések menetét. A számítógépeket egyre szélesebb körben alkalmazzák, mivel csökkentik a költségeket, növelik a berendezések hatékonyságát és a megfigyelések komplexitását.

Előtérbe került a világűr rádióforrásainak polarizáció-mérése, amelyet ma két alapvető módon végeznek: 1. tükrök segítségével (forgódipollal, keresztdipollal stb.), 2. interferométerekkel (kereszt polarizációval, csatolt dipollokkal stb.). Új módszerként vetődött fel két nem mozgatusott, lineáris, egymásra merőleges polarizációjú antenna alkalmazása, ahol az értékelést a speciális összekapcsolás segíti elő.

A nemzetközi programokban résztvevő teleszkópokat a vett jel intenzitására abszolút módon is kalibrálni kell, hogy az adatok összevethetők legyenek. Jelenleg alakulnak ki a megfelelő módszerek. Nehéz kérdés a kalibrációs etalon problémája. Mindenesetre a jövőben kutatásoknál elengedhetetlennek tartják a 2–3% pontos összehitelesítést. Sem a galaktikák, sem a Nap vizsgálata nélkül nem végezhető, mivel jól értékelhető eredményeket csak több állomás összehangolt munkája szolgáltathat. A kalibrálás jelentőségét növelte, hogy a Nap rádiókitörései stb. a geotudományokat és az űrkutatást is igen nagy mértékben érintik.

Az apertúra szintézis módszerét a Hold radaros vizsgálataira kiterjesztették.

Nap rádióspektroszkópia

Gyorsan fejlődnek a rádióspektrográfok, különösen a Nap vizsgálatára. Durva $\left(\text{széles sávú} - \text{pl. } \frac{\Delta f}{f} = 0,0055; f = 2000 \text{ MHz} \right)$ és finom felbontású $(f = 150 - 300 \text{ MHz}; \Delta f \cong 50 \text{ Hz})$ spektrográfokat alkalmaznak. A sok csatorna miatt nagyszámú egységet igényel és drága. Ezért jelentős az igen szellemes, laser alkalmazó ún. elektronoptikai spektrográf, melynek elrendezését bemutatták.

A bolygóközi vizsgálatok előtérbe kerültek, ahol méri a napszél és egyéb áramlások tulajdonságait, az elektronsűrűség irregularitásokat stb., valamint mesterséges bolygók jeleit felhasználva a Föld – műbolygó út integrált jellemzőit. Értékesek a műbolygók közvetlen mérési adatai is.

Galaktikus és extragalaktikus rádiócsillagászat

Az északi féltekén félévenként-évenként a Hold takarja a Galaktika közepét. Igen fontosnak tartják ezen rövid időtartamnak erős kooperáción alapuló, pontos antennákat alkalmazó kihasználását.

Részletesen vizsgálják a csillagközi teret, a csillagközi gáz eloszlását, a Galaktika rádiósugárzását.

Vizsgálják az extragalaxisokat rádiócsillagászati módszerekkel. Az objektumokat csoportosították: normál galaxisok; erős, diszkrét rádióforrások (rádiógalaxisok, quasi-stellar rádióforrások-kvázárok),

és ezek kapcsolata. Ez utóbbi kérdés teljesen tisztázatlan; kozmikus háttérsugárzás (szintén teljesen új terület).

Több frekvenciatartományban (rádió, infravörös, látható fény, röntgen) nagy intenzitással vizsgálják a változó rádióforrások tulajdonságait.

A rádiócsillagászat és az űrkutatás közös, újabban intenzíven vizsgált területe a világűrbeli érkező magányos rádiófrekvenciák — például a hidrogén 1420,405 MHz-es sugárzása — felderítése, rendszerezése, eredetének kutatása.

VI. Elektromágneses rendszerek, terek, hálózatok

Kozmikus hírközlés

Dr. Korodi Albert, Távközlési Kutató Intézet

Az 1963–66. években jelentős volt az előrehaladás mind az űrhajókról és űrhajókra történő hírközlés, mind pedig a műholdak útján létesített földi összeköttetések terén. Az eredmények közül kiemelkedik a Hold és a Mars felszínéről készült felvételek átvitele, továbbá sokcsatornás távbeszélő összeköttetések létesítése az USA-ban és a Szovjetunióban felbocsátott műholdakkal és színes televízió műsor átvitele a Molnija műhoddal.

A naprendszeren belüli 10^8 km nagyságrendű távolságokra alkalmas távközlési eszközökről COOLAY és CUTRONA előadása adott áttekintést. A jelenlegi technikával az 1...10 GHz tartomány a legalkalmasabb erre a célra; szélessávú rendszerben $10^6 \dots 10^8$ bit/s információsebességet lehet megvalósítani (említésre méltó azonban, hogy a Hold- és a Mars-képeket keskenysávú rendszerben egészen kis sebességgel vitték át). Javasolják optikai kódoló és dekódoló eljárás alkalmazását, amellyel hosszú kód-szavaknak egyszerre több ezer keresztkorrelációját lehet képezni.

Az első, kísérleti távközlési műholdakkal (Echo I és II, Telstar, Relay, Syncom) szerzett tapasztalatok HAGEN és KELLIHER szerint már megmutatták, hogy ilyen berendezésekkel lehetséges a gazdaságos, üzemszerű hírközlés.

Kutatási célokra 3 típusú ATS-műhold felbocsátását irányozták elő az USA-ban a szinkron műholdak különféle stabilizációs problémáinak és alkalmazási lehetőségeinek a vizsgálatára. A távbeszélőcsatornák és TV-műsorok átvitelén kívül perspektivikus alkalmazás még a hajók és repülőgépek kiszolgálása a navigáció-céljára, továbbá a közvetlen műsorszórás. Ez utóbbi több kW adóteljesítményt kívánna.

Mivel a műholdas hírközlésre kiutalt 4 és 9 GHz körüli sáv már a magisztrális rádiórelévonalak számára foglalt, interferenciaproblémák adódnak, amelyekre az URSI segítségével találtak — de még tovább keresnek — megoldásokat.

A már üzemszerűen működő INTELSTAT műhold-rendszerről VOGÉ előadása adott áttekintést.

Az 1965-ben, illetve 1966-ban felbocsátott INTELSTAT I és II szinkron műholdak mindegyike 240 távbeszélőcsatorna vagy egy TV-műsor átvitelére képes. 1968-ban 1200, 1972-re pedig 10 000 távbeszélőcsatorna átvitelére alkalmas műholdat terveznek felbocsátani, az utóbbit közvetlen műsorszórásra is berendezik.

Információelmélet

Dr. Csibi Sándor, Távközlési Kutató Intézet és Katona Gyula, MTA Matematikai Kutató Intézet

Az információelmélet fejlődéséről és néhány időszerű kérdéséről a közgyűlés két előadása alapján számolunk be.

Az egyikben V. I. SZIFOROV és B. S. CÜBAKOV (Szovjet Tudományos Akadémia Információközlési Problémák Intézete) az 1963 és 1966 között elért eredményekről ad áttekintést, a másikban A. V. BALAKRISHNAN (Kalifornia Egyetem, Los Angeles) a jelfeldolgozás, a moduláció és a kódolás néhány nyitott kérdésére mutat rá.

Mindkét előadás az információelméletről, elsősorban az URSI tagságát érdeklő kérdések — lényegében a híradás — és szabályozástechnika, valamint az ezzel rokon szakterületek — szemszögéből ad számot.

Sziforov és Cübakov mintegy ezerre becsüli az 1963 és 1966 között megjelent, információelmélettel kapcsolatos közlemények számát. Ezek közül az előadók kb. negyvenet választanak ki a fejlődés fő irányainak a jellemzése céljából.

Az információelmélet megalapozásával kapcsolatban új irányzat első lépéseit jelentik KOLOMOGOROV elgondolásai az információelmélet algoritmikus problémáiról.

Ismeretes, hogy ha M számból $p_1, p_2, \dots, p_M$ valószínűséggel egymás után N -szer sorsolunk — és N elég nagy — a sorsolás eredményeként nyert számsorozat jellemzésére minimálisan mintegy NH bináris számjegy szükséges. Itt $H = - \sum_{i=1}^M p_i \log_2 p_i$ az eloszlás entrópiája.

Hasonlóképp, az ilyenfajta információelméleti kérdések széles körére eredményes választ adhatunk valószínűségszámítási fogalmakból kiindulva.

Információelméleti kérdések azonban más módon is felmerülnek. Ez az eset, ha például azt kérdezzük, hogy valamilyen konkrétan megfigyelt $Y = \{0, 0, 1, \dots, 0, 1, 1\}$ bináris számsorozat mennyi információt nyújt egy másik — leadott — $X = \{0, 0, 1, \dots, 0, 0, 1\}$ bináris számsorozatra vonatkozóan.

X -nek az Y -ra vonatkozó bonyolultsága célszerűen jellemezhető annak a legrövidebb algoritmusnak a $K(X|Y)$ hosszával, mely segítségével X az Y -ból előállítható. Kolmogorov az Y -nak az X -re vonatkozó információját $I(Y:X) = K(X|1) - K(X|Y)$ számmal definiálja.

Végeredményben Kolmogorov az információ matematikai fogalmát ebben az esetben a rekurzív függvények segítségével határozza meg.

A beszámolóhoz hozzátesszük, hogy hasonló algoritmikus módszer segítségével Kolmogorov és Martin-Löf még több más kérdést is tisztáz számsorozatok elemzésével, így annak az algoritmikus eldöntésével kapcsolatban, mikor tekinthető egy véges számsorozat előírt pontosságon belül véletlennek. Ezek a tanulmányok több, empirikus adatok elemzése és értékelése szempontjából fontos kérdést válaszolnak meg azok közül, amelyeket — a valószínűségszámítás alapfogalmaival kapcsolatos vitáknál — annak idején Mises vetett fel.

A mérnöki szemlélet szempontjából alapvető jelentőségű volt Shannonnak az a felismerése — még a negyvenes évek végén — hogy az információközlés megbízhatóságát nem kizárólag a jel-zaj viszony szabja meg. Pontosabban Shannon jól ismert kapacitástelele azt mondja ki, hogy ha az információsebesség a csatorna kapacitásánál kisebb, megfelelő kódolási eljárás alkalmazása esetén az információ tetszőlegesen kis hibavalószínűséggel közölhető.

Természetesen, ezzel kapcsolatban lényeges annak a becslése, hogy a hiba valószínűsége — például blokkonkénti kódolás esetén — a blokkok hosszúságával milyen gyorsan csökken. Fano erre vonatkozóan — diszkrét és memóriamentes csatorna esetére — már korábban exponenciális alsó és felső korlátokat adott meg. Ezek azonban a csatornkapacitásnál sokkal kisebb információsebesség esetén aszimptotikusan is különböző kitevőket tartalmaznak, és ezért túl lazák. Most Callager — kis információsebességekre vonatkozóan — a felső korlát kitevőjére az eddigénél lényegesen pontosabb kifejezést ad. Ő, valamint Ratner a diszkrét csatornára kapott eredményeket a folytonos csatorna esetére is kiterjeszti.

Természetesen, ugyancsak a kapacitástelel kapcsolatban fontos a különféle, gyakorlatban előforduló csatornák kapacitásának az ismerete és újabb csatorna-típusok kapacitásának a meghatározása.

Ezzel kapcsolatban Sziforov megadja a csatornkapacitást egymástól távolodó adó és vevő és additív Gauss-zaj esetén. Például, Ovszejevics többszörös — más szóval diversity — vétel esetére számítja ki a csatorna-kapacitást. Különféle feltételek mellett határozzák meg Gauss-csatornák kapacitását Prelov, Gallager, Cübakov, Costas és mások.

Shannon, Kolmogorov és Dobrusin korábbi vizsgálatai tisztázták az információelmélet alapfogalmait arra az esetre, ha elég az üzenetek egy bizonyos tűrésen — hűségi kritériumon — belüli megfigyelése, illetve reprodukálása.

Dobrusin korábban már tisztázta az információelmélet alapjait általános hűségi kritérium esetén. Ekkor az üzeneteket egy (adóoldali) ξ állapotjelző valószínűségeloszlása, valamint az adó ξ és a vevő η állapotjelzőinek együttes valószínűségeloszlására vonatkozó valamilyen megszorítás — hűségi kritérium — jellemzi. (Az η valószínűségi változót akkor fogadjuk el a ξ reprodukciójaként, ha ξ és η együttes eloszlása elegendő tesz ennek a feltételnek. Amennyiben a tűrés egyetlen ε küszöbszámmal jellemezhető — például az a hűségi kritérium, hogy a $(\xi - \eta)^2$ várható értéke legyen ε -nál kisebb — ε -entrópiáról beszélünk.)

Most Pinszker tisztázza üzenetsorozatokat generáló üzenetforrások általános jellemzését és alapvető tulajdonságait. Ugyancsak ő tisztázza Gauss források ε -entrópiájával és más információelméleti tulajdonságaival kapcsolatos alapvető összefüggéseket is.

Ez az általánosabb információelméleti kalkulus lényeges eredmény, hiszen most már a digitális csatornák mellett analóg csatornák szabatos és sokoldalú információelméleti vizsgálatát is lehetővé teszi.

Természetesen lényeges kérdés, hogy Shannon kapacitás-tételével kapcsolatos lehetőségeket valójában milyen bonyolult eljárással lehet megvalósítani. Nyil-

vánvaló, hogy ha hosszú blokkokat kódolunk, a dekódolás — teljes kódszó-szótár alapján — egyre kilátástalanabb műszaki feladattá válik.

Szerencsére már korábban Fano és Wozencraft rámutatott arra, hogy a dekódolás, megfelelő szekvenciális eljárás útján, lényegesen egyszerűsíthető.

A szekvenciális dekódolás műveletszükségletére már korábban adtak felső korlátot, de ez a gépi utazások tapasztalatai szerint — túlságosan durva becslést jelent.

Pinszker — az eljárás továbbfejlesztése és a csatornkapacitásnál kisebb információsebesség esetén — a szükséges műveletek számára a hibavalószínűségtől független, állandó korlátot ad. Ziv egy másik sztochasztikus eljárásra kimutatta, hogy — a csatornkapacitásnál kisebb információsebesség esetén — aszimptotikusan elérhető az N blokkhosszúsággal $\exp - \sqrt{N}$ nagyságrendben csökkenő hibavalószínűség N -nel arányosan növekvő számítási bonyolultság mellett.

A dekódolás bonyolultságának átfogó vizsgálata — nevezetesen a szükséges műveletszám és tároló kapacitás együttes tekintetbe vétele — azonban még további vizsgálatra vár.

Shannon kapacitás-tételének megvalósítási lehetőségei lényegesen egyszerűsödnek, ha az információközlés során a visszairányban kis zajú csatorna is rendelkezésre áll. Ebben a vonatkozásban a beszámolóhoz még hozzátesszük Schalkwijknek és Kailathnak azt az eredményét, hogy zajmentes visszacsatolás esetén igen egyszerű algoritmus lehetővé teszi az információ közlését bármilyen kis hibavalószínűség mellett, a csatorna kapacitáshoz tetszőleges közelálló — de annál kisebb — sebességgel.

A zajmentes visszacsatolás esetéhez közel állnak az űrhajó–Föld összeköttetések, ahol, természetesen, a földi állomáson az űrhajó adójának a teljesítményénél lényegesen nagyobb adóteljesítmény alkalmazható. Érdekes azonban tisztázni az ilyenfajta eljárások lehetőségeit földi hírközlési feladatok, így a szimmetrikus kétirányú hírközlés esetén is.

Az elmúlt hároméves időszakban még az információközlés műszaki problémái szempontjából lényeges eredményeket értek el az n -hosszúságú hibát biztosan és csaknem biztosan javító legrovidebb kódok, egyszerűen dekódolható hibajavító kódok, szinkronizációs hibákat is javító eljárások, valamint más hasonló kérdések területén.

Balakrishnan a kódolás, moduláció és jelfeldolgozás néhány időszerű kérdését egy klasszikus és egy meglehetősen újkeletű problémán illusztrálja.

Az első probléma az optimális jeltervezés kérdése additív Gauss-csatorna és fáziskohereus, digitális hírközlés esetén.

A szerző rámutat arra, hogy a megoldás korlátlan blokkhossz és speciálisan $N=2$ vagy $N=M-2$ esetén ismert. (Itt N a blokkhossz és M a digitális alternatívák száma.) Nem ismeretesek azonban az optimális jel-alternatívák explicit kifejezései tetszőleges, de rögzített blokkhosszúság esetén.

Balakrishnan másik témája néhány adaptív eljárás vizsgálata. (Az adaptív szó itt arra utal, hogy az

eljárás önműködően módosul a körülmények változásának megfelelően.)

Ezúttal a szerző — különféle egyéb problémákon kívül — egyfajta adatkompressziós algoritmust ismertet. Ebben az esetben mintavételezést alkalmazunk, de a mintavételi időpontok sűrűségét az eljárás önműködően — a vizsgált folyamat előrejelzése és az előrejelzett és tényleges értékek eltérése alapján — szabályozza.

A vizsgált eljárás elve magától Balakrishnantól származik, a problémát — Gauss-folyamat esetén — részletesen Davisson elemzi.

Davisson numerikus eredményei jó áttekintést nyújtanak arról, hogy ha például a jel sáv szélessége a csatorna sáv szélességének egy tizede, 5:1 arányú mintavételi megtakarítás — adatkompresszió — milyen becslési időtartam, előrejelzési memória stb. mellett érhető el. Ezek a vizsgálatok egyúttal az olvasót a még tisztázásra váró elvi kérdések sokféleségére is rávezetik.

Balakrishnan előadása esetén tizenkét hivatkozás áll a téma iránt érdeklődők rendelkezésére.

Elektromágneses terek

Veszely Gyula, BME Elméleti Villamosságtan Tanszék

Az űrhírközlés, rádióasztronómia, rádiólokáció, repülőtéri forgalomirányítás, rakétaelhárítás, sokcsatornás hírközlés és optikai frekvenciájú hírközlés igényeinek megfelelően az érdeklődés elsősorban a *nagyméretű antennák* felé fordult. Vizsgálták gömb reflektorokra a fókuszálást és vonalforrás táplálást, Cassegrain és Gregor típusok esetén a reflektor és szubreflektor rendszereket, a hullámvezetőhöz csatlakozó síkszimmetrikus tölcserő, az alkalmas megvilágító függvényt és annak lépcsős tükrökkel való realizálását körapertúrára, síkapertúrájú antennák szintézisét. Formálisan megoldották az optimális irányhatású, nagynyereségű antennák megvilágító forrás problémáját. Statisztikai számításokat végeztek a méretbeli és deformációs irregularitások hatására. Nyalábmozgatásra sokféle mechanikai, optikai és elektronikus rendszert alkalmaznak. Elektronikus nyalábmozgatásnál fázistolásra digitális fázistolót vagy dielektrikummal töltött csőtápvonalat használnak. Alkalmazható a varaktoros résantenna, a hengeres és elliptikus keresztmetszetű diffraktor is. Tanulmányozták a mintavételes iránymeghatározást, az iránykarakterisztika elektronikus forgatását és résantennák polarizációjának ferrites vezérlését.

Vizsgálatok folytak néhány korábban ismert antenntípus továbbfejlesztésén, ill. módosításán. Tanulmányozták a log-periodikus antennák, a kettős kúp táplálású tengelyszimmetrikus dipólusok, az ellipszis keresztmetszetű kúp antennák és a sík felületi antennák műsorszórási alkalmazását. Vizsgálták a kettős helixet és az axiális módusú háromszögű helixet.

Megoldottak egy klasszikus problémát: megtalálták az izolált és csatolt hengeres antennák pontos áram és térelosztását. Módszereket adtak meg a távolság közeltérből és az árameloszlás távolságából való meghatározására.

Tanulmányozták a dielektromos rúdantennát, az alagútdíódával terhelt dipólt, a statisztikusan elhelyezett antennákat és a csatolt résantennákat.

Jelentős a haladás a *vezetett módusok* osztályozásának nomenklatúrájában. Diszkutálták a komplex, valódi (proper) és hamis (improper) módusokat nyitott hullámvezetőkre. A vezetett hullámok hullám-típusai: valódi, hamis pozitív csoportsebességű (forward), negatív csoportsebességű (backward) és elcsurgó (leaky) hullámok. Sokan foglalkoztak a nyitott hullámvezetők és rezonátorok kvázioptikai tervezésével. Tetszőleges alakú közegekre megoldották a kerületiérték problémát egy új numerikus módszerrel. Számítógépes megoldást nyertek az anizotrop dielektrikummal töltött hullámvezetőre. Vizsgálták az ellipszis keresztmetszetű koaxiális kábelt és az ellipszis és körkeresztmetszetű koaxiális kábel csatlakozását, az időfüggő geometriai szabálytalanságok hatását, a csőtápvonalakba helyezett testeken és a csatlakozó felületeken fellépő diffrakciót. Különös figyelmet szenteltek a helix hullámvezetőnek és a helix belső erű koaxiális kábelnek. Vizsgálták a sokmódusú tápvonalakat.

Vezetett terjedés lemezek között és végtelen rétegezett anizotrop közegben, hullámvezető módusok és felületi hullámok végtelen, dielektromos bevonatú fémantennán, hullámátvitel félvezető réteg felületén a kutatások tárgya. Elméletileg és kísérletileg vizsgálják hullámvezetők tranzienseit. Tanulmányozzák a terjedést periodikus rendszerekben, szinuszosan rétegezett közegekben, időben változó közegekben.

Nagy távolságot dielektromos bevonatú vagy helixes vonalakkal hidalnak át. Vizsgálják a felületi hullámok felhasználását optikai frekvenciákon. Speciálisan a körülmények a föld-ionoszféra hullámvezetőnél (anizotrop ionoszféra, inhomogén felület, változó magasság) és a föld alatti hullámoknál.

Nagy a fejlődés az elosztott paraméterű passzív áramkörök szalagvonalas vagy hullámvezetős Y-cirkulátorok, az izolátorok, késleltető vonalak, precíziós csillapítók és fázistolók területén.

Nagy előrehaladást mutat meglehetősen *általános geometriák integrálegyenletének* számítógépes megoldása, pl. hengerek, szalagok, rések és vékony drótok reflexiója. Aszimptotikus módszereket alkalmaznak a közeli tér vizsgálására különböző keresztmetszetű hengerek, forgástestek és körtárcsák diffrakciójánál. Foglalkoztak a Faraday forgatással mesterséges dielektrikumokban.

Növekszik az érdeklődés a nemlineáris közegek elektrodinamikája iránt. Megemlítjük a harmonikus kölcsönhatását és öntorzítását diszperzív közegekben, az öntorzulás köbös közegekben, az önfokuszálást és a hullámátvitelt nemlineáris aktív rétegekben. A fény folyadékban történő önfokuszálását megfigyelték.

A diffrakció Kirchhoff elméletét a multipólus sugárzásra és a Hyghens elv egy új formájára alkalmazták. Ugyancsak Kirchhoff közelítésben vizsgálták tetszőleges alakú vezető test reflexióját nemharmonikus hullámra.

A nagyfrekvenciás antennák sugárzását óceáni és szárazföldi felszín együttes jelenléte mellett vizsgálták. Új, alapvető elvi munkákra vezetett disszipatív közegekben levő hullámok és antennák tanulmányozása. Vizsgálták a statisztikusan inhomogén közegek-

ben történő hullámterjedést, a reflexiót nagyméretű irregularitású rétegekről, véges szögkiterjedésű fényforrások szcintillációját.

Több test reflexiója megadható, az egyes testek reflexiójának ismeretében. Új közelítésben vizsgálták a többszörös reflexiót és a statisztikusan elhelyezett reflektálók terét.

Tanulmányozták a koherenciát és parciális koherenciát mikrohullám és fény terjedésénél. Rádióhullámokra koherencia méréseket közöltek.

Vizsgálták az elektromágneses hullámterjedést izotrop és anizotrop, hideg (nyomáshullámok elhanyagolása) és meleg, inhomogén és térbeli diszperziójú plazmákra, plazmával töltött hullámvezetőkre és rétegezett plazmákra. Tanulmányozták plazmába helyezett mozgó és stacionárius források sugárzását és elektronnyalábnak a csatolódását plazmahullámokhoz.

Diszkutálták plazmaoszlopokra, gömbökre és ellipszoidokra a diffrakciót és a rezonanciaeffektusokat, valamint plazmaüregrezonátorok elektromágneses hullámokra kifejtett hatását. Jobban, bár még nem tökéletesen értjük a plazmába helyezett antennák impedanciájának és sugárzásának problémáit.

Tanulmányozták a nemlineáris hatásokat véges és végtelen plazmákban, az elektromágneses hullámok nemlineáris abszorpcióját, a parametrikus effektusokat turbulens plazmákban, a lökéshullámok nemlineáris természetét.

Az elektromágneses hullámok kölcsönhatása sík plazma határfelületen, a csőhullámok csatolódása plazmahullámokkal, az elektromágneses hullámok csillapodása plazma határfelületen és véges plazmákban, felületi hullámok plazma határfelületen ugyancsak vizsgálatok tárgyát képezik.

Tanulmányozták a mikrohullámok kölcsönhatását a plazmában levő elektronokkal és ionokkal. Megjósolták a hullámmal való önfokuszálását. Jelentősen előrehaladt plazma testek és plazmában levő testek hatásos keresztmetszetének vizsgálata. Diszkutálták a turbulens plazmák okozta reflexiót.

Hálózatelmélet

Dr. Géher Károly, BME Vezetékes Híradástechnikai Tanszék

A hálózatelméleti beszámolók három kérdéscsoporthoz csatlakozóan hangzottak el. Ezek a következők voltak: lineáris áramkörök, nemlineáris áramkörök és integrált áramkörök.

A *lineáris áramkörökről* három előadás hangzott el. S. DARLINGTON a hárompólusú RC hálózatok szintézisének megoldott és még megoldatlan kérdéseit és az n kapus ellenállás hálózatok problémáit tekintette át. Részletesen foglalkozott az időben változó paraméterű hálózatok stabilitásával. Módszertanilag említésre méltó előadásában az állapotváltozók és az ekvivalencia transzformációk kiterjedt használata. J. O. SCANLAN előadását a szórás mátrix (S vagy reflexiós mátrix) komplex normalizálásával kezdte, mely több hálózatelméleti probléma megoldását teszi lehetővé. Ennek alapján ismertette a szélessávú illesztés Youlatól származó új módszerét. Az eljárás alkalmazhatóságát több példával

megvilágította. Az elosztott paraméterű hálózatok elméletében elért eredmények közül kiemelte az állandó futási idejű tápvonalátmenetek tervezését, a különböző Brune-cellák többvezetékes szakaszokkal történő realizálását és az elosztott paraméterű RC hálózatok szintézisét frekvencia transzformációk felhasználásával. Befejezésül a két komplex változás hálózatelmélet problémáit ismertette, melyek megoldása a távvezeték szakaszokat és koncentrált paraméterű elemeket tartalmazó hálózatok tervezése szempontjából lényegesek. H. WATANABE a gépi módszerek helyzetéről adott tájékoztatást. S. Darlingtonnal együtt hangsúlyozták a digitális számológépek forradalmi jelentőségét az áramkör tervezésben. Napjainkban korszerű áramkör analízis programok és szűrő tervezési programok állnak már a nagy vállalatok rendelkezésére és komoly előrehaladás történt az iteratív szintézis eljárások kidolgozásában is.

A *nemlineáris áramkörökről* két előadás szerepelt. Az első áttekintő előadás szerzői A. BLAQUIERE és T. E. STERN voltak. A 141 irodalmi hivatkozást tartalmazó kitűnő összefoglalás elsősorban a következő kérdésekkel foglalkozott: nemlineáris áramkörök leírásának normál alakjai, a stabilitás kérdései, az oszcillációk tulajdonságai, az úgynevezett leíró függvények módszere, sztochasztikus gerjesztések számítása, tunneldiódás áramkörök stabilitása, elosztott paraméterű nemlineáris áramkörök és iteratív módszerek. A második előadást I. W. SANDBERG tartotta a funkcionál-analízis módszerével elért újabb eredményeiről. Ezek a Nyquist kritérium nemlineáris hálózatokra vonatkozó általánosítására, a visszacsatolt áramkörökre és az időben változó paraméterű áramkörök stabilitására vonatkoznak. Az előadók megállapították, hogy a nemlineáris áramkörök területén az 1963-tól 1966-ig terjedő beszámolási időszakban lényeges előrehaladás történt. A vizsgált problémák felsorolásából is érzékelhetjük, hogy e kérdések megoldásában az elektronika széles területe érdekelt.

Az *integrált áramkörök* közül a félvezető áramkörökkel J. G. LINVILL foglalkozott. Ismertette a monolitikus szilikon áramkörök készítésére kidolgozott technológiát és a MOS (metal-oxide-silicon) integrált áramkörök tulajdonságait. Előadását egy integrált áramkörökből felépített, vakok számára készített olvasó berendezés ismertetésével illusztrálta. H. G. MANFIELD a szigetelő alapú áramkörök helyzetét és várható fejlődését vizsgálta. Véleménye szerint a vékonyréteg tranzisztor nem lesz gyakorlatilag felhasználható eszköz, ezért továbbra is a szigetelő alapú áramköröket félvezetőkkal kell kiegészíteni és ún. hibrid áramköröket kell létrehozni. A hibrid áramköröknek a létjogosultsága továbbra is fennmarad a nagyobb jelszinteket igénylő ipari elektronikai berendezések és a kisebb darabszámban szükséges áramkörök könnyebb előállíthatósága következtében. H. G. Mansfield nagy jövőt jósol a „silicon on sapphire” technológiának, amely lehetővé teszi félvezetők epitaxiális és passzív áramköri elemek vákuum gőzölögtetési kialakítását zafir egykristályon.

VII. Rádióelektronika

Zombory László, BME Elméleti Villamosságtan Tanszék

Kiszajú erősítők és alkalmazásai

Az utóbbi években előtérbe került az igen gyenge jelek vétele, példa rá az úrhírközlés, rádiócsillagászat, idegétlan, rádióvétel az óceán fenekéről. Ez azt követeli meg, hogy nagy jelerősítést érjünk el a zajnak lehetséges kis értéken tartásával. Különösen sürgető feladat ez a mikrohullámú tartományban.

A parametrikus erősítő fejlődése óriási az elmúlt nyolc évben. A nem hűtött erősítők közül ma a legérzékenyebb. Az effektív kimenő zaj hűtéssel tovább csökkenthető. Folyékony He hőmérsékletén tulajdonságai összevethetők a maserrel. Százalékos sávszélessége a kisebb mikrohullámú frekvenciákon 20 dB erősítés mellett felülmúlhatja a 20%-ot, nagyobb frekvenciákon jelenleg 5,0–10 % között van, a konstrukciók kis rezonancia frekvenciája következtében. Ez a későbbiekben remélhetően növelhető.

A jelenlegi technológiával 20 K°-nál nagyobb zajhőmérséklet könnyen elérhető nagy megbízhatósággal együtt. Nehézséget okoz a 20 K°-nál (különösen a 10 K°-nál) kisebb zajhőmérséklet elérése viszonylag szélessávú kivitelben. A Schottky-gát dióda a probléma jó megoldása lehet.

A parametrikus erősítő hátránya a szokásos cirkulátoros megoldás, ez a költségeket jelentősen növeli. Így a Schottky-gát dióda mellett a mikrohullámú tranzisztorok és az új típusú szilárdtest oszcillátorok is erős versenytársak lehetnek.

Rádiócsillagászat szempontjából 1 GHz alatt a parametrikus erősítő egyeduralgoló. 1 GHz és 5 GHz között azonban a maser jelentősebb. 5 GHz felett a masernek erős ellenfele az alagút-dióda. Sávszélessége nagy, zaj szempontjából kielégítő.

Laserek fejlesztése

Elsőrendű követelmény a koherens fényforrások teljesítményének növelése, és a viszonylag kevés nagyteljesítményű frekvencia következtében a frekvenciasokszorozás megoldása. Mindkét területen igen jelentős az előrehaladás.

Szilárdtest lasereknél folytonos üzemű működésre jelenleg 15 különböző kristályt használnak (nem számítva a felvezető lasereket), és Nd szennyezésű üveget. Legnagyobb probléma a nagy szivattyúzós teljesítmény, amely felül kell múljon meghatározott küszöbértéket. Ennek oka elsősorban a háromszintű működés. Ezért sok esetben célszerű a hűtés, de szobahőmérsékleten is működnek folyamatos üzemű szilárdtest laserek. A leglátványosabb az az Nd szennyezésű YAG kristály, amely vízhűtéssel izzólámpával szivattyúzható és 200 W a küszöbértéke.

Kétféle tükrögeometria terjedt el: forgásellipszoid és elliptikus henger. A leginkább használt anyagok: rubin 0,006–0,03% króm szennyezéssel (látható tartományban sugároz, az energiaátalakítás hatásfoka 10% körül, hátránya a sokmódusú üzem, ami szobahőmérsékleten csillapítatlan relaxációs rezgésekhez vezet, ez a kilépő fény periodikus ingadozását okozza); YAG (igen alacsony küszöbérték, a sugárzás amplitúdója és frekvenciája igen stabil. Könnyű föld-

fém szennyezéssel 30% átalakítási hatásfok 77 K°-on); Dy szennyezésű CaF₂ (négy szintű, néhány W küszöbértékű anyag, feltétlenül hűtendő. A kibocsátott fény hullámhossza 2,36 μ m, vonalszélessége igen kicsi, kisebb, mint 1 GHz.)

Erőteljes fejlődés tapasztalható a molekuláris és ion laserek területén is. Ezek gázlaserek. Különösen jelentős a CO₂ laser, viszonylag nagy (10,6 μ m) hullámhosszal. Folyamatos kimenőteljesítménye 100 W, ez a YAG laserrel mérhető össze, de elmarad a hűtés problémája. Látható tartományban az argon-ion laser hasonlítható össze a rubinlaserrel.

Laserek teljesítményét sikerült több módus egyidejű gerjesztésével növelni. Ez elérhető például háromtükrös rezonátorral, Michelson interferométerrel stb. Az egy módusra eső teljesítmény ilyenkor nem éri el a csupán egy módusban gerjesztett laser kimenő teljesítményét.

Frekvencia sokszorozásra elsősorban az a jelenség használható, hogy egyes anyagok (pl. a kvarc) polarizációja nem-lineárisan függ a villamos térerősségtől. Az átalakítás hatásfoka a kezdeti kísérletekben igen kicsi volt, frekvencia kétszerezésnél mindössze 10⁻¹². Növelését úgy érik el, hogy különböző pontokból induló sugarakat rezonánsan összegeznek. Ez csak úgy lehetséges, ha a különböző irányokból ordinárius, ill. extraordinárius hullámok érkeznek. A fázisillesztés meghatározott irányokból érkező sugarakkal érhető el. Így néhány száz 10% hatásfokig sikerült eljutni. Frekvenciatöbbszörözés (pl. háromszorozás) vagy a polarizáció magasabbrendű (kötös) tagjaival érhető el vagy kétszeres és egyszeres frekvenciák összegzésével. Utóbbi magasabb hatásfokú. Ilyen módszerrel Nd szennyezésű YAG lasernek még az 5. harmonikusa is 1 MW feletti teljesítményű lehet.

További módszerek: kis frekvenciaeltolásra a gerjesztett Raman-szórás, gerjesztett Mendelstam–Brillouin-szórás (ez alkalmas 10⁷ W/cm² teljesítményű akusztikus hullámok előállítására, szemben az eddigi maximális 10⁴ W/cm²-tel.), a különbségi frekvenciák felhasználása (elsősorban a távoli infravörösben lehet jelentős), és végül a parametrikus átalakítás. Utóbbinál a lasert hangoljuk — mechanikus, villamos módon vagy hőmérsékletváltoztatással. Ezzel a módszerrel 0,4 μ m–100 μ m sávban hangolható oszcillátor is készíthető.

Laserek felhasználása

A következő szempontok veendő figyelembe:

a) rövid hullámhossz, kis antennával is nagy irányíthatóság.

b) az atmoszféra turbulenciája és szórása megszünteti a fényhullám fáziskohereciáját.

c) jellegzetes kvantumzaj lép fel. Ilyen frekvenciákon ugyanis $h\nu \gg kT$, így a detektálásnál, a közvetlen fényerősítésnél, vagy a heterodin elv alkalmazásával a mikrohullámokon tapasztalható termikus zaj sokszorososa lép fel. Ma már ismerünk olyan módszereket, amelyek segítenek a detektálás nehézségein.

Rádiólokációs alkalmazásoknál a nagy irányíthatóság célkeresés esetén hátrány, de közeli visszaverő felületek jelenlétében célszelektálásnál előny. A távmérés pontossága diffúz visszaverő felület esetén 10

km távolságon 10 m körül lehet. Ha a céltárgyon koherens módon visszaverő reflektor van, a távmérés pontossága kis energiák esetén is sokszorosára nő. Például rakéta távolságát 30 km-ről 30 cm pontossággal mérték.

Igen látványos kísérlet volt a Holdra sugárzott fényjelek reflexiójának vétele. Itt is jelentős pontoságnövekedést eredményezne néhány m²-es visszaverő felület.

Tekintve, hogy nagyenergiájú sugárzás az infravörös tartományban várható, jelentősek azok a kísérletek, amelyek a fotokatódok infravörös érzékenységeinek növelését célozzák. Megfelelő bevonattal csökkentik az erősen szennyezett, keskeny tiltott sávú félvezetők kilépési munkáját. Ilyen módon 9–10 000 Å-ig sikerült a küszöbhullámhosszat megnövelni.

Ugyancsak kiterjedt a holográfia alkalmazása. Ismert, hogy a hologram rekonstrukciójánál egy a tárggyal megegyező virtuális képet és egy reális képet kapunk. Utóbbinak számos különös tulajdonsága van. Nagyítható, a rekonstrukciónál a készítésénél használtól eltérő színű fény alkalmazásával. Ilyenkor a lencsék képalkotásával rokon aberrációk lépnek fel.

Lencse által torzított hullámfront hologramja korrektor lemezként alkalmazható. Diffúz anyagot (pl. üvegport) helyezve a tárgy és a hologram közé, kódozott hologramot kapunk, amely csak ugyanazzal a diffúz anyaggal rekonstruálható. Hologramon képek sokasága tárolható, és Bragg diffrakcióval szétválasztva rekonstruálható. Hologram készíthető a hátoldaltól érkező referenciasugárral, és rekonstruálható fehér fénnel is.

Új problémát vet fel az inkoherens holográfia: a kép kontrasztszegény lesz, a nagyszámú tárgypont következtében. A rekonstrukciós képesség igen közel áll a lencsék képalkotásához. A hologram készítésére szokásos módszer, hogy a tárgypontból kiinduló fény-sugarakat optikai rendszerrel két irányból vetítik a lemezre, így alakítva ki az interferencia képet. A rekonstrukciónál korrelációs technikát használnak. Elméleti tárgyalásnál a hologram készítése, illetve rekonstrukciója során ideális optikai rendszernek tekinthető, amelynek fókusz-távolsága a fény színével és a lemez helyzetével változik.

Szilárdtest plazmák

A szilárdtestekben lejátszódó ingadozási jelenségek állnak az érdeklődés előterében. A különböző típusú hullámok keltési lehetőségei és ezek kölcsönhatása anizotróp közegben különleges effektusok elérését teszi lehetővé. Egyensúlyi plazmákban a fluktuációt a hőmérséklet szabja meg, nemegyensúlyi plazmában a részecskék eloszlásfüggvénye. Közel az instabilitási szinthez az ingadozások anomálishan nagyok lehetnek, a hullámok szóródnak és átalakulnak egymásba.

A vizsgálati módszerek közül a geometriai rezonancia (megfelelő üreg kialakításával) és az interferencia kialakítása dominál.

Alkalmazások közül kiemelendők az izolátorok, magnetométerek, fizikailag az anyagszerkezetre vonatkozó kutatások, és a különböző hullámok csatolása. Különleges figyelmet érdemel a Gunn-effektus alapját képező transzfer folyamat, amely az elektronokat a legkisebb energiájú központi vezetési sáv minimumról a nagyobb energiájú (100) minimumba viszi. Negatív differenciális ellenállás alakul ki, nagy térerősségű domainek az elektron drift-sebességével mozognak a kristályban. Ha a méretek elegendően kicsinyek (néhány μm) mikrohullámú oszcilláció keltethető. Folyamatos üzemben 1–15 GHz között 100 mW néhány %-os hatásfokkal, 30 GHz-en 45 mW teljesítmény 1% hatásfokkal érhető el. Impulzusüzemben a kijövő teljesítmény 1–9 GHz között fokozatosan csökken 200 W-ról 0,5 W-ra, néhány %-os hatásfok mellett.

Szupravezető felhasználásával készült mágnesek

A szilárdtest fizika és úrhírközlés, MHD generátorok és atomfizika, mágnesfizika, szubmilliméteres hullámok keltése, haladóhullámú maserek és még számtalan tudományág igényli a nagy térerősséget előállító mágneseket. Ezek a követelmények kis vilamos teljesítmény szükséglettel csak szupravezető tekercs segítségével elégíthetők ki.

A jelenlegi gyakorlat háromféle ötvözetet használ: 50 kG-ig NbZr, 50–100 kG között NbTi és 100 kG felett a Nb₃Sn intermetallikus vegyületet. Utóbbi kritikus indukciója 220 kG, a ma elérhető legnagyobb érték azonban csak 180 kG. A kritikus indukció közelében ugyanis ugrásszerűen nő az áramsűrűség, a tér jelentős növekedése nélkül. A tér növelésével rohamosan nőnek a költségek. Három cm hosszon 100 kG létrehozása 7500 \$-ba kerül, míg 150 kG és 175 kG 35 000, ill. 100 000 \$-ba. A homogenitás nehezen érhető el a szupravezetőben folyó diamágneses áramok miatt. Ezek hatása a szokásos kompenzáló tekercsekkel csökkenthető. Igen nagy gradiens érhető el, felső határa kb. 10 kG/cm.

A szupravezetőkben fellépő áram instabilitás leküzdésére a szupravezetővel párhuzamosan közönséges vezetőt (rezet) kapcsolnak. A teljes stabilizálás elvi okokból így sem lehetséges. Ugyancsak a stabilitást növeli, ha a tekercsek nincsenek sorba kötve, hanem önálló táplálásúak.

Természetesen a legnagyobb probléma a mélyhűtés. 4,2 K° elérése csak igen költséges berendezésekkel lehetséges. Külön figyelmet kell fordítani a hűtőfolyadék veszteségeire. További veszteséget jelent a tekercs ciklikus működtetése nagyobb és kisebb hőmérsékleten. Ilyenkor egyébként az áram-térerősség karakterisztika sem lineáris. A veszteségek csökkenthetők a tekercs indukciós módszerekkel történő gerjesztésével. Ehhez 1–10 W energia szükséges, a hatásfok nem múlja felül a 90%-ot.

Nem szabad megelégedni a fellépő hatalmas erőről sem, ezek több Mp nagyságrendűek is lehetnek. A szükséges merevítést mélyhűtött térben kell elérni, ami a konstrukció nehézségeit növeli.

Évfordulók januárban

1-én 220 éve (1748) halt meg **Johann BERNOULLI** svájci matematikus (szül. 1667), aki megalapozta a variációszámítást.

2-án 120 éve (1848) készült el az *első távíróösszeköttetés* Bécs és Pozsony között.

4-én 325 éve (1643) született **Isaac NEWTON** angol természettudós és matematikus (megh. 1727), a Royal Society elnöke, aki úttörő munkát végzett a fizika, matematika és asztronómia terén a differenciál- és integrál-számítás felfedezésével. Nevéhez fűződik a gravitáció, a tömegvonzás és a fény spektrumának felfedezése is.

110 éve (1858) született **EDVI-ILLÉS Aladár** gépészmérnök és szakíró (megh. 1927), a Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közleményének szerkesztője.

7-én 25 éve (1943) halt meg **Nicola TESLA** szerb elektrotechnikus (szül. 1856), a róla elnevezett Tesla-féle áramok és Tesla-transzformátor feltalálója.

15-én 65 éve (1903) adták át a forgalomnak a 6763 km hosszú *transzszibériai vasúti vonalat*, **Gu-bányi Károly** magyar mérnök alkotását.

15-én 165 éve (1803) született **Heinrich Daniel RUHMKORFF** német elektrotechnikus (megh. 1877), a róla elnevezett szikrainduktor feltalálója.

24-én 130 éve (1838) e napon mutatta be **Samuel MORSE** (1791–1872) első elektromos távíróját.

28-án 125 éve (1843) született **ANTOLIK Károly** magyar fizikus (megh. 1905), akinek nevét a tudományos világban elektromos por alakjai tették ismertté.

A HTE 1968. február havi rendezvényei

Összeállította: VALKÓ PÉTERNÉ

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

1968. február	SZAKOSZTÁLY	ELŐADÁS
6. kedd 16 óra	Félvezető Szakosztály Titkár: KOCSIS MIKLÓS	<i>Saufert János</i> (HIKI) NÉGY- ÉS ÖTRÉTEGŰ FÉLVEZETŐ KAPCSOLÓ ESZKÖZÖK A konvencionális négyrétegű eszközök működésének rövid leírása. A különleges (ПННН, foto, rövidrezárt emitterű) négyrétegű, valamint az ötrétegű — szimmetrikus — kapcsolóeszközök ismertetése. Kapcsolástechnikai alapok. Impulzusgenerátorok, feszültség- és áramstabilizátorok, további alkalmazási lehetőségek.
8. csütörtök 16 óra	Alkatrész Szakosztály Elnök: DR. KATONA JÁNOS	<i>Bogdányi József</i> (HTG) KORSZERŰ TEKERCSELŐ GÉPEK
16. péntek 16,30 óra	Klímatizációs Csoport Elnök: SCHMIDT JÁNOS	<i>Schmidt János</i> (BHG) KLIMATIZÁCIÓS VIZSGÁLATI MÓDSZEREK TOVÁBBFEJLESZTÉSE ÉS SZABVÁNYOSÍTÁSA A NEMZETKÖZI AJÁNLÁSOK TÜKRÉBEN A klubdelután célja vitafórumot nyitni az 1968-ban beinduló szabványfejlesztési munka megalapozásához. Ismertetésre kerülnek a KGST és az IEC keretében kidolgozott eljárások és ezek honosítási kérdései.
21. szerda 15 óra	Konstrukció Szakosztály Elnök: DR. ALMÁSSY GYÖRGY	<i>Rozmaring Lajos</i> AZ URH GENERÁTOROK KONSTRUKCIÓS KÉRDÉSEI Korszerű URH és Mikrohullámú konstr. klubdelután sorozat III.
27. kedd 16 óra	Félvezető Szakosztály Titkár: KOCSIS MIKLÓS	<i>dr. Házman István</i> (HIKI) és <i>Oszlász József</i> (EIVRT) KORSZERŰ DRIFT-TRANZISZTORSTRUKTÚRÁK ÉS TECHNOLÓGIÁK Konstrukciós lehetőségek az áramerősítés nagyfrekvenciás működés, nagyszintű viselkedés: és zárófeszültség előnyös alakítására. Az elektromos vizsgálati módszerek a struktúra meghatározására. Az elektromos követelményekből meghatározott fizikai-geometriai struktúra kialakításának sajátos technológiai kérdései (beötvözési mélység, ötvözéses diffúzió, felületi kezelés). Sorozatgyártásra való áttérés.

KÖNYVISMERTETÉS

Leo L. Beranek: *Zajcsökkentés*
Műszaki Könyvkiadó, 1967.

Ára: 112 Ft.

A zajcsökkentés az elmúlt években világszerte egyre égetőbb problémát jelentett. Ennek eredményeként ma ez az akusztika leggyorsabban fejlődő ága. Míg tíz évvel ezelőtt a zajszabályozást nagyrészt tapasztalatok alapján végezték, ma már a gépeken, épületeken és járműveken végzett zajcsökkentés szinte külön mérnöki tudománnyá vált. Ez a könyv a Massachusetts Institut of Technology-n tartott ilyen témájú továbbképző tanfolyamok anyagát tartalmazza, erősen kibővített formában.

Először a hanghullámokkal és mérésükkel foglalkozik, majd a zajcsökkentés alapelveit közli. Ezután ismerteti a zaj- és rezgés csökkentés határértékeit, végül a zajszabályozás gyakorlati megoldásait.

A kötet nemcsak az akusztikusok, hanem a nem akusztikai

szakterületen dolgozó, de a zajproblémákkal mégis szembe-kerülő mérnökök forgathatják haszonnal. A kötet a következő problémák megoldására nyújt bőséges tájékoztatást: aerodinamikai eredetű zajok, szerkezetek által keltett zajok és rezgések, rezgés- és rázkódás szigetelés, zaj és rezgés által okozott kifáradás miatt keletkező szerkezeti hibák, folyadékok csendes szivattyúzása, mechanikai energiák csendes átalakítása és szállítása, végül műszerezés a zaj és rezgések mérésére.

A magyar nyelvű kiadásban az eredeti angolszász mértékegységek mindenütt MKS rendszerre vannak átszámítva. A kötet használhatóságát nagymértékben elősegíti, hogy a függelékben ismerteti a magyar gyártmányú hangszigetelő anyagok tulajdonságait. A — hazaival kiegészített — gazdag irodalmi hivatkozás a művet alapvető forrásmunkává avatja.

A kötet díszes kivitelben, 640 oldal terjedelemben, számos ábrával és táblázattal kiegészítve jelent meg.

iff. B. P.

Tartalmi összefoglalások

Обобщения

ETO 621.372.54:681.3.06

ДК 621.372.54:681.3.06

Herendi M.:

М. Херенди:

A kontinuánsok és alkalmazásuk láncakapcsolású hálózatok gépi számítására

Континуанты и их применение для расчёта лестичных схем вычислительными машинами

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 1. sz.

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 1.

A cikk a láncakapcsolású hálózat egyenletrendszerének megoldását a kontinuánsokra alapozza. A legfontosabb összefüggések bemutatása után a hálózatjellemzők számítását tárgyalja. Egyszerű kifejezéseket ad meg a különféle hálózatjellemzők érzékenységeire. A csoportfutási idő számítását a cikk a függelékben közölt új formula alapján érzékenységek összegezésére vezeti vissza; e módszer pontosságát csak az alkalmazott számítógép véges szó-hosszúsága korlátozza. Végül egy megvalósított számítógépprogram ismertetésére kerül sor.

В статье решение системы уравнений лестичных схем основывается на континуантах. После изложения самых важных соотношений трактуется расчёт параметров сети. Даны простые выражения относительно чувствительностей различных параметров сети. Расчёт времени запаздывания проведён, по новой формуле в приложении, как суммирование чувствительностей; точность этого метода ограничивается только конечной длиной слова вычислительной машины. Наконец описывается осуществлённая программы вычислительной машины.

ETO 621.396.001.6 „1963/1966”

ДК 621.396.001.6 «1963/1966»

URSI

УРСИ

A rádiótudomány fejlődése 1963–1966

Развитие радиотехнической науки в г. 1963–1966

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 1. sz.

HÍRADÁSTECHNIKA(ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт)XIX.1968.№ 1.

Az URSI (Union Radio Scientifique Internationale — Nemzetközi Rádió Tudományos Unió) háromévenként összefoglalja a rádióelektronika tudományos fejlődésében elért eredményeket. Az 1966 szeptemberében Münchenben tartott XV. közgyűlés beszámolója 2392 oldal terjedelemben 1967-ben jelentek meg. Ennek alapján jó áttekintést kaphatunk az alap- és alkalmazott kutatás főbb irányairól. Ezért az URSI Magyar Nemzeti Bizottság a szakemberek tájékoztatása érdekében ismerteti a beszámoló több megállapításait.

УРСИ (Union Radio Scientifique Internationale = Международный научный радиотехнический союз) обобщает трёхгодно результаты достигнутые в научном развитии радиотехники. Отчеты XV. пленарного заседания в Мюнхене в сентябре 1966 опубликованы в г. 1967 на 292 странах. На основе этого можно получить хорошее обозрение о главных направлениях фундаментального и прикладного исследования. По этому Венгерский Народный Комитет УРСИ опубликовал основные уставления отчётов с целью информации специалистов.

Zusammenfassungen

DK 621.372.54:681.3.06

DK 621.396.001.6 „1963/1966”

M. Herendi:

URSI

Kontinuanten und deren Anwendung zur Berechnung der Kettenschaltungen mit Rechenmaschinen

Entwicklung der Radiowissenschaften zwischen den Jahren 1963 – 1966

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 1.

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 1.

In dem Artikel steht die Lösung des Gleichungssystems der Ketten-schaltung auf dem Grund der Kontinuanten. Nach der Erörterung der wichtigsten Zusammenhänge wird die Berechnung der Netzwerkparameter diskutiert. Einfache Ausdrücke werden für die Empfindlichkeit der verschiedenen Netzwerkparameter gegeben. Die Berechnung der Gruppenlaufzeit wird auf die Summierung der Empfindlichkeiten zurückgeleitet. Dieses Verfahren steht auf dem Grund der neuen Berechnungsformel und wird in dem Anhang illustriert. Die Genauigkeit dieser Methode wird nur durch die endliche Wortlänge der angewandten Rechenmaschine begrenzt. Zuletzt wird ein ausgeführtes Berechnungsprogramm vorgestellt.

Die URSI (Union Radio Scientifique Internationale — Internationale Union für Radiowissenschaften) fasst dreijährlich die Ergebnisse der Entwicklung der radioelektronischen Wissenschaften zusammen. Der Bericht der XV. Generalversammlung (München September 1966) erschien mit einem Umfange von 2392 Seiten im Jahre 1967. Aus diesem Grund bekommt man einen richtigen Überblick über die Haupttendenzen der Grund- und angewandte Forschungen. Um die Fachleute zu informieren, werden die wichtigsten Ergebnisse des Berichtes erörtert.

Summaries

UDC 621.372.54:681.3.06

M. Herendi:

**Continuants and Their Application
for the Computation of Ladder Networks**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 1.

According to the article the system of equations of a ladder network is based on the continuants. After presenting the most important relations the computation of the characteristics of the network are discussed. Simple expressions are given for the sensitivity of the different network characteristics. The computation of the time delay is reduced to the summation of sensitivities on the basis of the new formula presented in the Appendix; the accuracy is limited only by the finite word length of the applied computer. Finally a realized computing program is described.

UDC 621.396.001.6 „1963/1966”

URSI

Progress in Radio Science 1963 – 1966

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 1.

The URSI (Union Radio Scientifique Internationale — International Scientific Radio Union) summarizes every three years the results of the development of the radio and electronic sciences. The report of the XV. General Assembly (Munich September 1966) was published in a volume of 2392 pages in 1967. On this basis we can get a very good survey over the main trends of the basic and applied researches. For this reason the Hungarian National Committee of the URSI informs the experts of the most important results of the reports.

Résumé

CDU 621.372.54:681.3.06

M. Herendi:

**Les continuants et leurs applications pour le calcul
électronique des réseaux en échelle**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 1.

L'article base la solution du système d'équations des réseaux en échelle aux continuants. Après la démonstration des rapports principaux, le calcul des caractéristiques des réseaux est traité. Simples expressions sont données concernant la sensibilité des différents paramètres des réseaux. Le calcul du retard de groupe est ramené sur la base d'une nouvelle formule donnée dans l'annexe à la sommation des sensibilités; l'exactitude n'est limitée que par la longueur finie de mot du calculateur électronique. Enfin un programme du calcul électronique déjà exécuté est exposé.

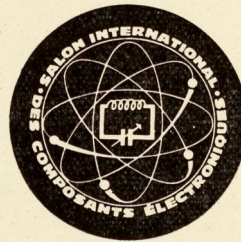
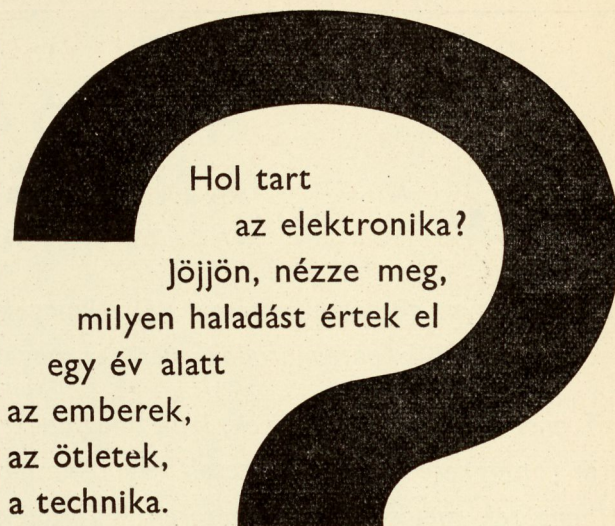
CDU 621.396.001.6 „1963/1966”

URSI

**Le développement de la science radiotechnique
en 1963 – 1966**

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 1.

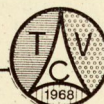
L'URSI (Union Radio Scientifique Internationale) récapitule par chaque troisième an les résultats obtenus dans le développement de la science radioélectronique. Les documents de l'Assemblée Générale XV de Munich en septembre 1966 ont été publiés en 1967 ayant un volume de 2392 pages. Cette matière donne un bon résumé des tendances principales des recherches fondamentales et appliquées. Pour cette raison la Commission Hongroise Nationale URSI donne une brève information sur ce sujet pour les spécialistes.

látogassa
meg az

ELEKTRONIKUS ALKATRÉSZEK ÉS AZ ELEKTROAKUSZTIKA NEMZETKÖZI KIÁLLÍTÁSÁT

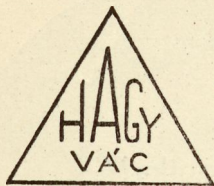
1968. ÁPRILIS 1-TŐL 6-IG — PARIS

PORTE DE VERSAILLES



NEMZETKÖZI KOLLOKVIVM A SZÍNES TELEVÍZIÓRÓL

A tudományos és technikai szempontok
1968. MÁRCIUS 25-TŐL 29-IG — PARISA programról és a jelentkezés módjáról kérésére
tájékoztatjuk.S.D.S.A. - RELATIONS EXTÉRIEURES
16, RUE DE PRESLES - 75 PARIS 15^e - FRANCE



HÍRADÁSTECHNIKAI ANYAGOK GYÁRA

VÁC, ZRÍNYI UTCA 1

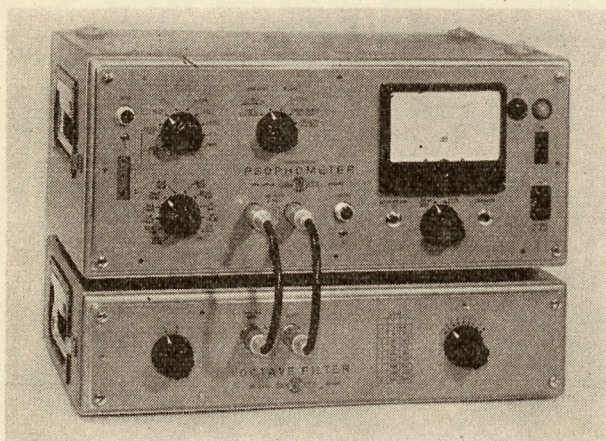
Ferrit lágymágneses alkatrészek: fazékmagok, árnyékoló serlegek, E-magok, U-magok, eltérítő gyűrűk, antennarudak, menetes magok, ferrit rudak

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

Fénycsőfojtók

Nyomtatott áramköri huzalozású lemezek

Töltött és töltet nélküli forrasztóórnok



MŰSZAKI ADATOK:

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

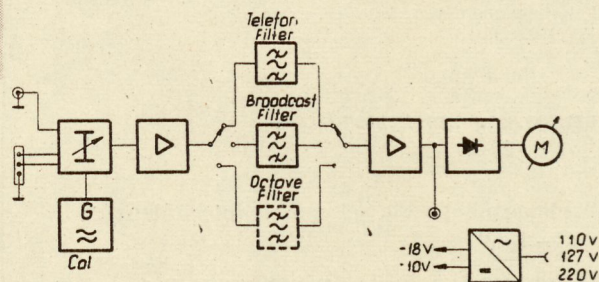
BEMENŐ IMPEDANCIÁK:

Szimmetrikus: 600 Ohm $\pm 2\%$
> 10 kOhm
Aszimmetrikus: ≥ 100 kOhm
Fogyasztás: 5 VA

Tranzisztoros

PSOPHOMETER

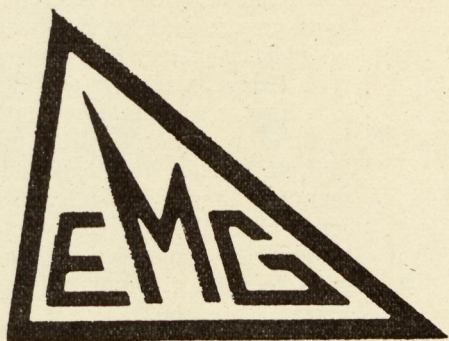
Zajfeszültségek mérésére és analizisére szolgáló műszer, mely kielégíti a CCITT legújabb ajánlásait (1960. Róma). Ennek megfelelően kiválóan alkalmas műsorszórási és telefonberendezések vizsgálatára.



Gyártja: ELEKTRONIKA

Budapest, VII., Klauzál u. 30.

Telefon: A telefonkönyv 31. oldalán



EMG ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK GYÁRA BUDAPEST

Digitális feszültség- és ellenállásmérők

Az iparban az utóbbi két év-tizedben egyre jobban térthódító automatizálás szükségessé tette a gyorsabb és pontosabb mérőberendezések használatát az elektromos alapmennyiségek, a feszültség és ellenállás mérésénél. Ilyen berendezések kialakításához a konstruktőröknek új utakat kellett keresni. A klasszikus analóg mérőrendszerek továbbfejlesztése mellett a műszerkonstruktőrök figyelembe mindinkább a digitális rendszerű mérőkészülékek felé fordult.

A digitális rendszerű mérőkészülékek előnyei közismertek: a gyorsaság, a nagy felbontóképesség, amely lehetővé teszi a pontosság fokozását, illetve a nagyobb pontosság kihasználását, a könnyű regisztrálhatóság, végül az, hogy a mérés eredménye digitális formában áll rendelkezésre, ezért digitális szabályozó rendszerekben is alkalmazható.

Az utóbbi években Magyarországon is megjelentek a digitális elektronikus műszerek, egyrészt import műszerek, másrészt a hazai ipar termékei. Ezeket a műszereket az elektronikus méréstechnika minden területén alkalmazzák már, mind laboratóriumi, nagypontosságú mérő-

műszerként, mind pedig gyorsan kezelhető ipari műszerként.

A következőkben áttekintő tájékoztatást szeretnénk adni a hazánkban jelenleg gyártott vagy fejlesztés alatt álló, és a közeljövőben gyártásra kerülő digitális feszültségmérő műszerekről. Ezért soravesszük az Elektronikus Mérőkészülékek Gyáranak (EMG) digitális voltmérő típusait, a hozzájuk csatlakoztatható kiegészítő műszerekkel együtt.

Az első Magyarországon gyártott digitális voltmérő az EMG 1361 típusszámú, négy számjegyes, 0,1% pontosságú készüléke. 1964-ben indult meg a nullszéria gyártása, és 1965-ben már nagy sorozatban gyártotta az EMG, ma már szinte valamennyi elektronikus üzemben megtalálható a típus néhány darabja.

Az EMG 1361 típusú Digitális Egyenfeszültségmérő a fokozatkompenzátor elvén működik. Széles feszültségtartományban pontos mérések elvégzését teszi lehetővé. Könnyű kezelhetősége laboratóriumi felhasználása mellett üzemi mérésekre is alkalmassá teszi.

A mért feszültség számértéke és előjele az élvilágító rendszerű számjelzőkön jelenik meg. A vizuális megfigyelés mellett a

mért eredmény távjelzésre vagy regisztrálásra alkalmas digitális szintek (0 és 1) formájában a készülék hátoldalán van kivezetve, decimális rendszerben, az előjellel és tizedesponttal együtt.

A belső hitelesítő áramkör — a beépített normálem segítségével — lehetővé teszi a készülék pontosságának ellenőrzését, illetve beállítását segéd hitelesítő berendezések alkalmazása nélkül.

A készülék kétféle üzemmódban működik:

- a folyamatos üzemmódban a mért feszültség megváltozása indít új mérési periódust;

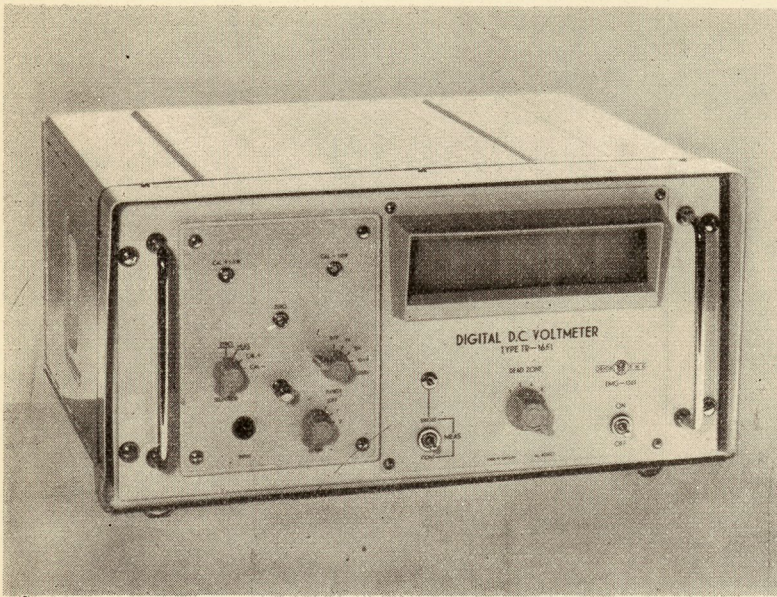
- indított üzemmódban nyomógomb benyomásával, vagy távvezérléssel indítható egy-egy mérési periódus.

A feszültségmérő áramkörei jórészt tranzisztorosak, ami kis fogyasztást és megbízható működést biztosít.

Az EMG 1361 típusú Digitális Egyenfeszültségmérő műszaki adatai:

Mérési tartomány: $100\mu\text{V}$ — 1000 V 5 mérési sávban, melyeknek felosztása 0,1 — 1 — 10 — 100 — 1000 V.

A mérési sávok névleges értékük 1,599-szereséig használható ki, tehát három teljes és



Négy számjegyes digitális voltmérő

egy csonka dekád tartalmaz a készülék.

A készülék érzékenysége: $100 \mu\text{V}$, a 100 mV -os méréshatárnál egy érték az egyes dekádnál.

A bemenő ellenállás: 100 mV -nál 100 kohm ; 1 V -nál 1 Mohm ; $10-100-1000 \text{ V}$ -nál 10 Mohm .

A mérési pontosság: $\pm 0,1\%$ a mérési sávok felső határaitra vonatkoztatva.

Egy mérés periódusideje: 280 msec .

A kimeneti csatlakozás nyomtatóiró részére:

- logikai „0”-szintnél 0 V ;
- „1” szintnél -6 V , amely 10 mA -rel terhelhető.

Hálózati feszültség: 220 V ($110, 127 \text{ V}$) 50 Hz .

A készülék $\pm 10\%$ -os hálózati feszültség-ingadozás esetén is teljesíti a megadott műszaki adatokat.

A készülék tehát specifikációját tekintve, közepes érzékenysű és pontosságú digitális volt-

mérőnek tekinthető. A voltmérő elektromos felépítés szempontjából az 1. ábrán felsorolt részekből áll, működése az ábra alapján követhető.

A mérendő feszültség a bemeneti osztón keresztül az erősítő bemenetén levő úgynevezett összegzőpontra jut, ugyanerre a pontra kerül a referencia áramkörből a lépésenként változó kompenzáló feszültség is. Ennek a két feszültségnek az összege alkotja az erősítő bemenetén a hibajelét. Ez a hibajel működésbe hoz egy többtagú időzítő áramkört, melynek tagjai bistabil multivibrátorokat vezérelnek.

A bistabil áramkörökhöz csatlakozó relék léptetik a referencia osztót, olyan irányba, hogy a hibajel nullára csökkenjen. Egy-egy relé által bekapcsolt referenciafeszültség-növekmény csak akkor marad hatásos, ha a referenciafeszültség kisebb vagy egyenlő a bemenőfeszültséggel.

A relék végzik — a referenciaosztó kapcsolásán kívül — az átkódolást a kettes számrendszerből a tízesre, vezérelve a kijelzőket. Egy mérési periódus alatt a bistabil áramkörök által működtetett relék beállítják a bemenőfeszültségnek megfelelő referenciafeszültséget, és a mérési periódus végén a kijelzőkön a mért feszültség számértéke előjelesen leolvasható.

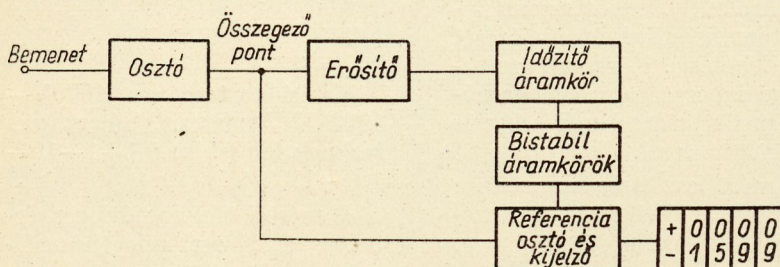
A voltmérő $0,1\%$ -os pontosságát a beépített normálem és az osztó ellenállások nagy időbeli stabilitása biztosítja. A mérések alatt a referencia feszültségforrás Zener-dióda, de a Zenerek közismerten rosszabb hosszúidejű stabilitása miatt ezt a feszültséget korrigálni kell a normálem feszültsége alapján.

A hitelesítő normálem ipari típusú, $5 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ hőmérsékleti együtthatója a használati hőmérséklet-tartományban a hitelesítés pontosságát nem befolyásolja.

A bemenő- és referenciaosztó ellenállásai nagystabilitású huzallellenállások, $0,02\%$ pontossággal.

A készülék működésének ütemét az 50 Hz -es hálózat szabja meg, az erősítő a 20 msec -os hálózati periódus egyik felében mér, a másik felében driftkorrigál. Tekintve, hogy a feszültségmérő dekádonként négy elemi mérést végez, a nullázással és a polaritás megállapításával együtt $14 \times 20 \text{ msec}$ a mérési periódus teljes ideje.

A váltakozófeszültség mérése az elektronikus méréstechnikának ugyanolyan gyakran ismétlődő és fontos feladata, mint az egyenfeszültség mérés. Kézenfekvő volt az a gondolat, hogy a meglevő 1361 típusú voltmérőhöz olyan előtét készüljön,



1. ábra. 1361 tip. digitális voltmérő bloksémája

amely alkalmassá teszi váltakozófeszültségek mérésére.

Az EMG 1367 típusú váltakozó-egyenfeszültség átalakító, vagy ahogy gyakrabban nevezik konverter, 20 Hz—500 kHz frekvenciatartományban, 15 mV alapérzékenységgel (10 μ V felbontóképeség) mér váltakozófeszültségeket úgy, hogy rácsatlakoztatva a 1361 voltmérőre, a leolvasás digitális formában történik. Így elérhető $\pm 0,5\%$ -os pontosság, amely magába foglalja mindkét készülék hibáját. A konverteren mutatós műszer is található, melynek segítségével kisebb pontosságú mérések elvégzésére önállóan is alkalmas.

Talán már ebből is látható, de a továbbiakban még jobban kitűnik, hogy ez a konverter tulajdonképpen egy váltakozófeszültségű, erősítő rendszerű csővoltmérő, a szokásosnál nagyobb stabilitással és linearitással, amelynél az egyenirányított feszültség nem mutatós műszert működtet, hanem digitális voltmérőn olvasható le. Az átalakító a kétoldalasan egyenirányított váltakozófeszültség középértékét méri, és szinuszos feszültség effektív értékére van kalibrálva.

A beépített hitelesítő áramkör lehetőséget ad mérések előtti kalibrációra, ha erre szükség van. A készülék nyomtatott áramkörös, az alkalmazott elektroncsövek hosszú élettartamú, ipari elektroncsövek. Az áramkörök egy része, pl. a kalibráló áramkör, tranzisztoros felépítésű. Az átalakító erősítőjének kimenete ki van vezetve az előlapra, a mérendő feszültség jelalakjának megfigyelésére.

Az átalakító műszaki adatai a következők:

Mérési tartomány: 50 μ V—300 V, 10 sávban.

Méréshatárok: 15, 50, 150, 500 mV; 1,5, 5, 15, 50, 150, 500 V.

Frekvenciatartomány: 20 Hz—500 kHz

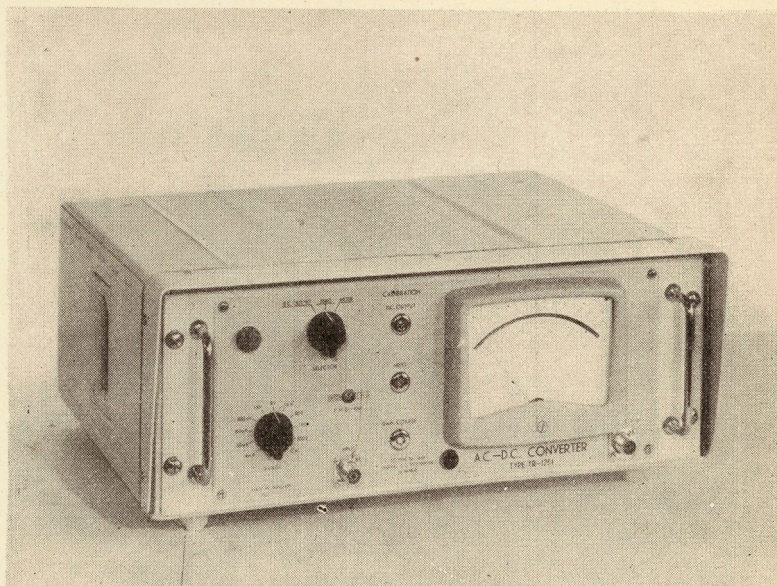
Pontosság:
50 Hz—50 kHz $\pm 0,5\%$;
20 Hz—500 kHz $\pm 2,5\%$.

Ha a beépített műszeren olvassuk le a mért feszültség értékét, akkor a fentiekhez még $\pm 2\%$ hiba adódik.

Hálózati feszültség: 220 V (110, 127 V) 50 Hz.

A készülék blokk-sémája a 2. ábrán látható, működése a következő.

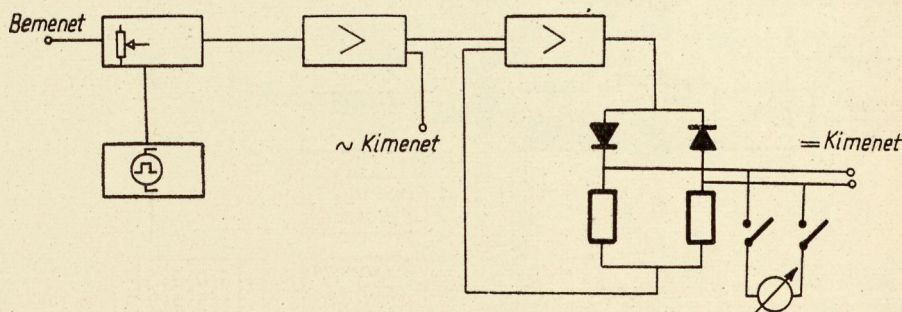
A mérendő váltakozófeszültség értékétől függően leosztva jut az erősítőre. Az erősítő táplálja a mérőegyenirányítót és az oszcilloszkóphoz menő kimenetet.



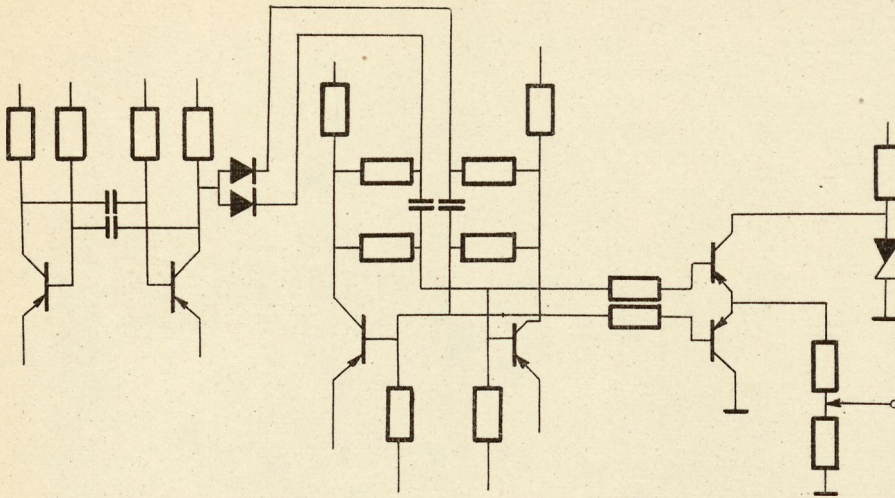
Váltakozó-egyenfeszültség átalakító

A mérőegyenirányító felépítése a nagy linearitási követelmények miatt olyan, hogy a Delon-kapcsolású detektorkör a visszacsatolásban van, ezzel valószínűleg meg a nagy linearitást. A mérőegyenirányító kiskapacitású szilícium diódákból áll. Kimenete táplálja a mutatós műszert, illetve — megfelelő szűrés után — a digitális voltmérő csatlakoztatására szolgáló egyenfeszültségű kimenetet. Itt kívánjuk megjegyezni, hogy az átalakító nemcsak a 1361 típusú digitális voltmérővel kapcsolható össze, hanem bármely más — pl. a később ismertetendő 1362 típ. — voltmérővel, amelynek bemenő ellenállása nem kisebb 1 Mohmnál.

Szeretnénk kihangsúlyozni az átalakítónak azt a két tulajdonságát, amely — a többi hasonló jellegű készülékhez képest — szélesebb felhasználási lehetőséget biztosít.



2. ábra. 1367 típ. váltakozó feszültség — konverter blokk-sémája



3. ábra. 1367 típ. konverter hitelesítőjel — generátora

Az egyik ilyen tulajdonság a nagy érzékenysége: 15 mV az első névleges mérés határ, ez 10 μ V felbontóképességet jelent. A második tulajdonság a viszonylag széles frekvenciasáv: a készülékkel 50 Hz–50 kHz-ig végezhetünk pontos méréseket.

Az átalakító áramkörei közül célszerűnek tartjuk a belső hitelesítő áramkör működését és felépítését ismertetni. Az áramkört a 3. ábrán láthatjuk, működése a következő.

A közel 2 kHz-es astabil multivibrátor vezérel egy bistabil multivibrátort, melynek kapcsolási frekvenciája fele akkora mint a vezérlő multivibrátoré,

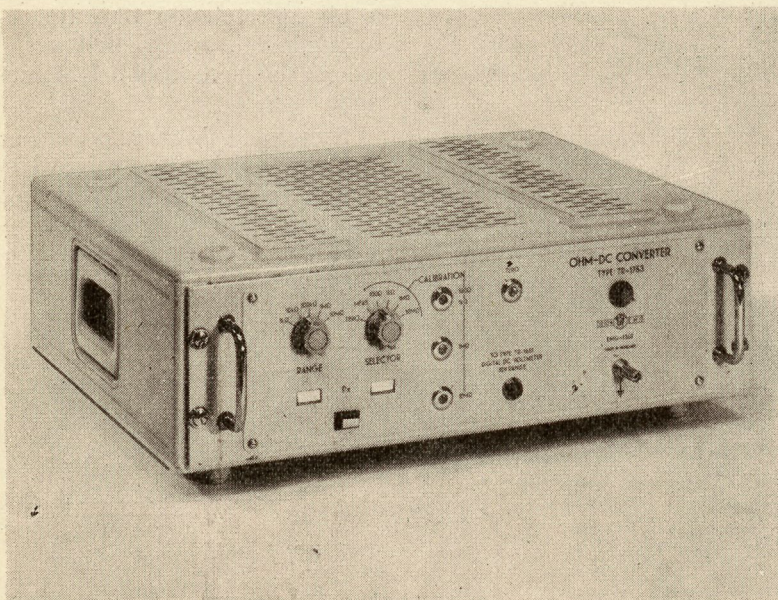
így 50–50%-os jel-szünet arányt biztosít a szimmetrikus négyszögjel előállítására. A négyszögjel egy tranzisztoros kapcsolópárt vezérel, melyeknek összekötött emittere vagy a „0” V-ra, vagy a Zener feszültségére, kb. 5,6 V-ra kapcsolódik. A keletkező négyszögjel amplitúdóját tehát a nagystabilitású, 5,6 V-os Zener-dióda szabja meg. Az alkalmazott speciális Zener-dióda hőfoktényezője 7 mA áram esetén közel 0, pontosabban nem rosszabb, mint $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$.

A keletkezett négyszögjelet leosztva vezetjük az átalakító bemenetére, és használjuk hitelesítő jelnek. A nagy idő- és hő-

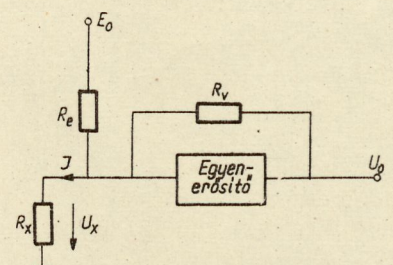
mérsékletbeli amplitúdóstabilitás, valamint az 50–50%-os jel-szünet arány, 0,1%-nál jobb pontosságú és stabilitású hitelesítést tesz lehetővé.

A digitális mérés technikából származó előnyöket a mérés technikának egyre több területén igyekeznek hasznosítani. A feszültségmérők elterjedésével egyidejűleg kézenfekvővé vált, hogy a másik elektromos alammennyiségnek, az ellenállásnak mérésére is digitális eszközt alkítsanak ki a műszerkonstruktorok. A digitális ellenállásmérő alkalmazhatóságát széleskörűvé teszi az a tény, hogy számos nem-villamos mennyiség mérése ellenállásmérésre vezethető vissza.

Az EMG 1365 típusú Ellenállás Konverter, az előzőekben ismertetett váltófeszültség konverterhez hasonlóan, a 1361 típusú digitális voltmérőhöz készült, de használható minden olyan egyenfeszültségmérőhöz,



Ellenállás-egyenfeszültség átalakító



4. ábra. Hibakorrigált áramgenerátoros ellenállás — egyenfeszültség átalakító

amelynek 10 és 1 V-os mérés-határa van.

A készülék méréshatárai: 100 ohm, 1–10–100 kohm és 1–10 Mohm. Az 1 kohmos méréshatárban pl. a 1361 típusú voltmérőn egy utolsó számjegy 1 ohmnak felel meg, ebben a méréshatárban ez a felbontóképeség. A méréshatár, a digitális voltmérő méréshatárának megfelelően, 1,599 kohm-ig használható ki.

A mérés pontossága $\pm 0,2\%$, ez a voltmérő hibáját is tartalmazza. A készülék alapáramköre a hibakorrigált áramgenerátoros átalakító (4. ábra).

A mérendő R_x ellenálláson az E_0 feszültségből származó, és R_e ellenállás által meghatározott áram folyik át. Az egyenáramú erősítőt az R_x -en eső U_x feszültség vezérli. Ha $R_x R_e$ -hez képest kicsi, akkor a mérőáram arányos a mérendő ellenállással. Az R_x növekedésével ez már nem teljesül, s nonlinearitási hiba lép fel. Ennek kiküszöbölésére szolgál az erősítő kimenetéről (U_0) az R_v ellenálláson visszacsatolt áram, amely a fellépő hibát korrigálja.

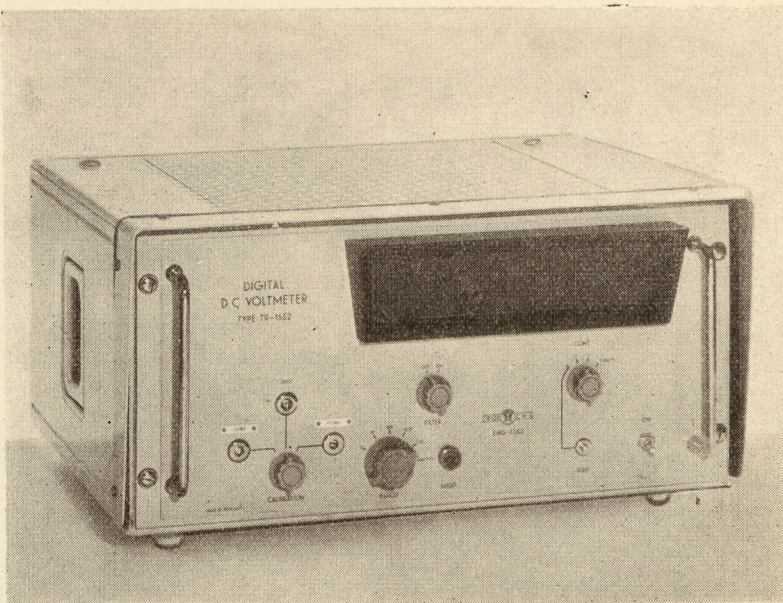
A digitális voltmérők alkalmazási területe, ugyanúgy mint a mérés technika minden területe, igényli az egyre pontosabb, érzékenyebb és gyorsabb működésű műszereket. Így hazánkban is az első, négy számjegyű, 0,1%-os voltmérőt követi egy új készülék, az EMG 1362 típus, amely ötszámjegyű és pontos-sága 0,01%.

E két fő műszaki adaton kívül a készüléket jellemzik még a következők. Méréshatárok: 100 mV, 1–10–100–1000 V.

Felbontóképesége az öt számjegynek megfelelően az 1 V-os méréshatáron pl. 100 μ V. A méréshatárok kihasználhatók a névleges értékük 1,9999-szereséig.

A készülék bemenőellenállása a két első méréshatáron 10^9 ohm körüli érték, a többi méréshatáron, ahol a mérendő feszültség először osztóra kerül, 10^7 ohm.

Egy mérési periódus ideje 20 msec.



Ötszámjegyű digitális voltmérő

A specifikációból jól kitűnik, hogy ez a készülék pontosságát tekintve az élvonalba tartozik, és elsősorban a nagy pontosságú laboratóriumi mérés technika mérőműszere.

A készülék blokksémája az 5. ábrán látható.

Ez a digitális voltmérő is a fokozatkompenzátor elvén működik, ebben megegyezik a 1361 típusú voltmérővel. Itt is megtalálható a nagy bemenőellenállást biztosító különbségképző erősítő, amelyet a bemenet és a referencia osztó jele vezérel.

Az egész mérés a hálózattal szinkron történik, a 20 msec-os periódusidő egyik felében az erősítő mintát vesz a mérendő feszültségből, a másik felében pedig lezajlik a teljes kiegyen-

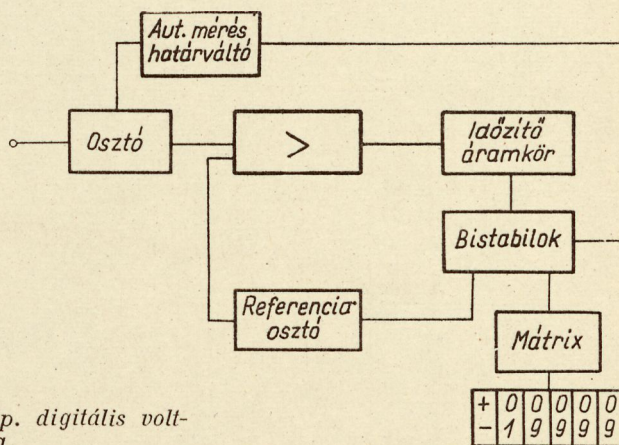
A voltmérő kétféle üzemmódban használható:

— folyamatos üzemmódban a készülék a hálózat frekvenciájával vezérelve 20 msec-ként egy-egy mérést végez, és a bemenő feszültség mindenkoril pillanatértékét jelzi ki;

— indított üzemmódban minden külső indítójelre — nyomógomb benyomására, vagy impulzusra — elindul egy-egy mérési folyamat.

A három középső méréshatárban a méréshatár automatikus kiválasztására is van lehetőség.

Ennél a készüléknél is, úgy mint elődjénél, a 1361 típusnál, a mérés eredménye decimális kód formájában ki van vezetve távkiíró, vagy nyomtató készülék vezérléséhez.



5. ábra. 1362 típ. digitális voltmérő blokksémája

lítési folyamat. A működés ütemét egy 4 kHz-es óragenerátor adja, ez szabja meg az elemi mérések periódusidejét, amely tehát 250 μ sec.

Itt is megtalálható az időzítő áramkör és az általa vezérelt bistabil áramkörök, azzal az elteréssel, hogy a feszültségnövekmények kapcsolását itt relek helyett tranzisztoros kapcsolók vezérlik. A bistabil multivibrátorok helyzetének kiértékelése a szokásos módon, egy diódás mátrix segítségével történik, amely leválasztó erősítő-kön keresztül vezérli a kijelzőket.

A készülék ugyanúgy hitelesíthető, mint azt a négyszámjegyes voltmérőnél láthattuk. A hitelesítésnél a felhasználó a beépített ipari normálem feszültségét méri le, ez a mérés egy nagyságrenddel pontosabban történik, így a normálem feszültségét 100 μ V pontossággal kell ismerni.

Egy másik jellegzetes áramköre a készüléknek az automatikus méréshatár-váltó áramkör.

A méréshatár-váltó kapcsolónak van egy AUTO-állása, amelyben a készülék ön maga

választja ki a mérendő feszültségnek legmegfelelőbb méréshatárt. A mérést mindig az 1 V-os méréshatáron kezdi el a voltmérő. Ha a mérendő feszültség az 1,9 V-ot meghaladja, akkor, mivel a bistabil áramkör megfelelő tagjai bekapcsolt állapotban maradnak a mérési periódus végén, a bemenő osztó átkapcsolódik a 10 V-os méréshatárba. Ugyanígy 19 V felett a 100 V-os méréshatár kapcsolódik be. Ebből az következik, hogy a mérési idő meghosszabbodik, legrosszabb esetben 3×20 msec lesz.



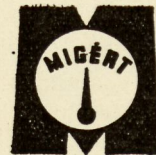
Műszaki tájékoztatás:

EMG Fejlesztési Laboratórium:

Telefon: 297-900

A készüléket forgalomba hozza belföldön:

**MŰSZER ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ
VÁLLALAT**





TRANSZFORMÁTOR KTSZ

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

Nagyfeszültségű készülékek:

anyagvizsgáló röntgenberendezések:
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyorsszabályozók:

váltakozó áramú stabilizátorok
generátor gyorsszabályozók

Feszültségsszabályozók:

kézi, motoros és automatikus működésű mozgótekercses
vagy toroidrendszerű szabályozó berendezések

Transzformátorok:

egy- és háromfázisú sorozat, különleges transzformátorok,
valamint híradástechnikai transzformátorok



MAGYAR KÁBEL MŰVEK

IGAZGATÓSÁG ÉS KÖZPONTI GYÁR

Budapest, XI., Budafoki út 60 • Telefon: 466-770, 266-670

ZOMÁNCBUZALGYÁR | SZEGEDI KÁBELGYÁR

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

Szeged, Huszár út 1.
Telefon: 15-330

GYÁRTMÁNYOK:

Erősáramú szigetelt vezetékek

Jelző, mérő, működtetőkábelek

Erősáramú kábelek 1—35 kV-ig

Alumínium és acél-alumínium
szabadvezetékek

Tekercselőhuzalok

Switch-kábelek

Gumitömlővezetékek

Híradástechnikai vezetékek

Távkábelek

Hírközlő kábelek

Hajókábelek

Zománcbuzalok

Zárt-acélkötelek

Hullámosított lemezkábeldobok

KKKV

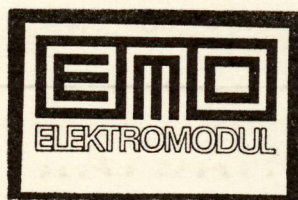
KKKV

KKKV

KKKV



ÚJ VÁLLALATI ELNEVEZÉS



• ELEKTROMODUL •
• ELEKTROMODUL •
• ELEKTROMODUL •
• ELEKTROMODUL •

• ELEKTROMODUL •

MAGYAR ELEKTROTECHNIKAI ALKATRÉSZKERESKEDELMI VÁLLALAT

BUDAPEST, XIII., VISEGRÁDI U. 47/a-b. TELEFON: 495-340, 495-940. TELEX: 219.

EXPORT

IMPORT