

híradástechnika

VOLUME L.

1999/2



5 journal on
communications
computers
convergence
contents
companies



Address and contact possibilities:

TKI NETWORK LTD

H-1142 BUDAPEST

Ungvar u. 64-66, HUNGARY

Phone/Fax: (+361) 251-9078

COMPLEX ENGINEERING SERVICES FOR TELECOMMUNICATION NETWORK INSTALLATION

1. DESIGNING

- network designing
- designing microwave links
- selecting sites
- preparing permission plans
- preparing installation plans
- preparing operating and maintenance plans

2. CO-OPERATION WITH SUPPLIER

- storing, asset registration
- storing materials and equipment on site
- domestic supplies
- insurance administration

3. INSTALLATION OF

- site survey, installing indoor and outdoor equipment and antennas
- commissioning, tuning, equipment and link testing
- system inspection
- small and medium capacity digital microwave radios and multiplexers
- SDH microwave radios and multiplexers
- intelligent digital cross connects
- VSAT equipment
- UPS equipment
- containers, towers

4. PROGRAM MANAGEMENT

5. TRAINING

6. CARRYING OUT GUARANTEE AND MAINTENANCE TASKS

7. ENSURING MONITORING SYSTEM, OPERATING THE SAME

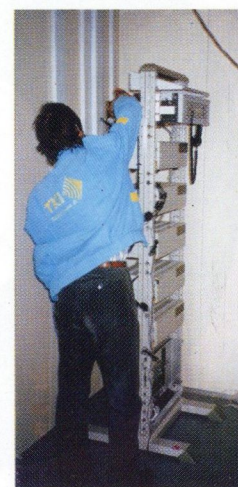
8. LABORATORY MEASUREMENTS

- type inspection in our dedicated laboratory
- minimal tests of equipment and links
- workshop inspection measurements of equipment
- 24 hour climatic inspection measurements
- measuring compliance

9. ORGANIZING CIVIL ENGINEERING ACTIVITY, EXECUTING THE SAME

10. REFERENCES:

- Antenna Hungaria Co. LTD
- Pannon GSM Plc.
- MATÁV–MOTOROLA WILL
- Hughes–Martis WILL, Czech Republic
- ProMonte GSM, Monte Negro
- California Microwave
- Martis Oy
- ELTEK AS



JOURNAL ON C⁵

A PUBLICATION OF THE SCIENTIFIC SOCIETY FOR TELECOMMUNICATIONS, HUNGARY

SPONSORED BY

Főszerkesztő / Editor in chief
SIMONYI ERNŐ

Rovatvezetők / Senior editors
BARTOLITS ISTVÁN
KOSÁRSZKY ANDRÁS
TORMÁSI GYÖRGY
TÓTH LÁSZLÓ
ZSÓTÉR JENŐ

Munkatársak / Editorial assistants
GÁMÁNNÉ MORVAY KATALIN
HOLLÓ KATALIN
LESNYIK KATALIN

Szerkesztőbizottság / Editorial board
ZOMBORY LÁSZLÓ elnök / president
ANTALNÉ ZÁKONYI MAGDOLNA
BATTISTIG GYÖRGY
BERCELI TIBOR
BOTTKA SÁNDOR
CSAPODI CSABA
DROZDY GYŐZŐ
GORDOS GÉZA
GÖDÖR ÉVA
KAZI KÁROLY
PAP LÁSZLÓ
SALLAI GYULA
TÖLÖSI PÉTER

ERICSSON 



Communication Authority, Hungary

NOKIA

SIEMENS



Szerkesztőség / Editorial office
HÍRADÁSTECHNIKA
Budapest, VI. Paulay E. u. 56. II.14/A.
Telefon:(361) 341-6421, (361) 325-9058
Fax: (361) 341-6421, (361) 325-9058
Előfizetés / Orders to
HÍRADÁSTECHNIKA/TYPOTEX
H-1024 Budapest, Retek u. 33-35.
Tel./Fax: (361) 316-3759

1999-ES ELŐFIZETÉSI DÍJAK

Hazai közületi előfizetők részére

1 évre 20000 Ft +12% ÁFA = Btto 22400 Ft; Egyes számok 2000 Ft +12% ÁFA = Btto 2240 F

Hazai egyéni előfizetők részére

1 évre 4000 Ft +12% ÁFA = Btto 4480 Ft; Egyes számok 400 Ft +12% ÁFA = Btto 448 Ft

HTE tag előfizetők részére

1 évre 2000 Ft +12% ÁFA = Btto 2240 Ft; Egyes számok 200 Ft +12% ÁFA = Btto 224 Ft

Subscription rates for foreign subscribers

12 issues 100 USD, single copies 10 USD

Transfer should be made to the Hungarian Foreign Trade Bank

Budapest, 10300002-20321411-00003285

HÍRADÁSTECHNIKA, JOURNAL ON C⁵ is published monthly, in English and in Hungarian by TypoTeX Ltd.
H-1024 Budapest, Retek u. 33-35. Phone/Fax: (361) 316-3759. Publisher: Zsuzsa Votisky.
Type-setting by TypoTeX Ltd. Printed by Regiszter Ltd.

HU ISSN 0018-2028

TARTALOMJEGYZÉK*

1999/2

VOL. LII. folytatás, a második évfolyam újrakiadása

1947/3. szám	1
Kodolányi Gyula, Garai László: Újjáépítés Lakihegyen	3
Almássy György: Szélessávú erősítők	7
Kozma László: A Rotary rendszerű gépesített távbeszélő központok	12
Lajkó Sándor: Távírótorzítás III.	17
Barta István: Mikrohullámok gerjesztése I.	19
Folyóirat-szemle	22
Hirdetések	23
1947/4. szám	25
Juvancz Endre: 70 éves a telefon	27
Kováts Andor: A posta 3 éves műszaki fejlesztési terve	28
Bálint János: Antennacsatolás	33
Bártfai Ferenc: Kábelkorróziós tapasztalatok	38
Simonyi Károly: Érnélküli kábelek	41
Könyv-szemle	45
Folyóirat-szemle	46
1947/5. szám	47
Pósa Jenő: Korszerű sínáramkörök vasútbiztosító rendszerekben	49
Izsák Miklós: Sok-csatornás vivőhullámú távbeszélő rendszerek	52
Ecsedi Ferenc: Elektromos hangszerek	55
Dr. Simonyi Károly: Az érnélküli kábelek illesztése	58
Könyv-szemle	61
Folyóirat-szemle	62
1947/6. szám	63
Tarján Rezső: A valószínűségi módszerek nagyüzemi alkalmazásai	65
Kósa Ferenc: Telefon-készülékek	68
Dr. Pócsa Jenő: Bay Zoltán beszámolója amerikai tapasztalatairól	71
Dr. Barta István: Mikrohullámok gerjesztése II.	73

A világ teljes távközlési szolgáltatására vonatkozó néhány jellemző gazdasági mutató

millió USD	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Árbevétel	377 200	404 600	447 100	470 200	511 500	601 500	620 196
– Telefon szolgáltatás árbevétele	329 300	348 100	367 400	373 300	391 100	441 800	421 196
– Mobil szolgáltatás árbevétele	14 100	19 100	26 700	35 900	49 400	82 500	118 000
– Egyéb árbevételek	33 800	37 400	53 000	61 000	71 000	77 200	80 000
Befektetés	114 600	123 500	131 300	134 900	139 300	151 500	166 386

A nemzetközi távbeszélő-ellátottság

Ezer darab	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Távbeszélő-fővonal száma	519 383	545 140	573 621	605 909	647 470	692 955	743 662	778 546
Mobil rádiótelefon előfizetők száma	11 194	16 180	23 210	34 182	55 352	88 339	141 790	182 366

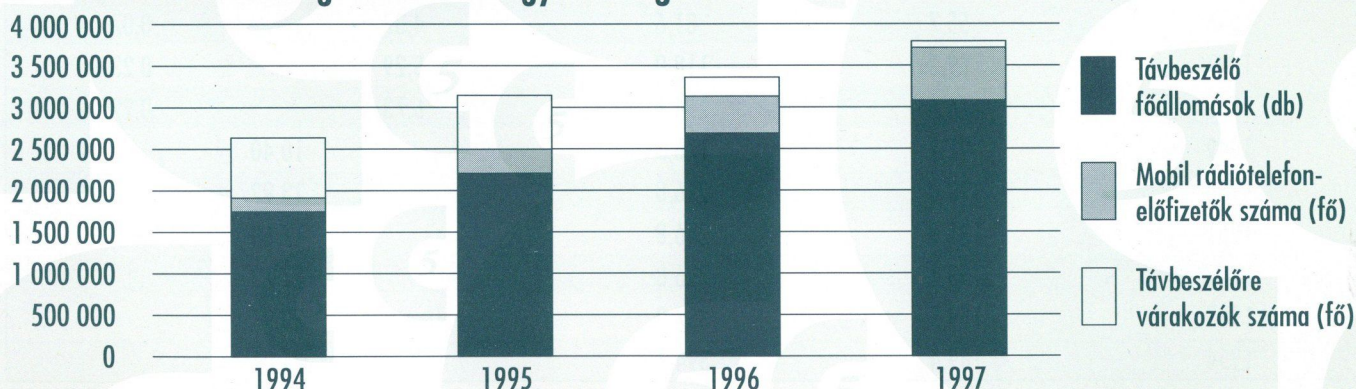
Távbeszélő-fővonalak száma világrészenként – 1997

Világrész	Népesség		GDP		Fővonalak száma	
	Millió fő	Népsűrűség (fő/km ²)	GDP (milliárd USD)	1 főre (USD)	ezer darab	100 lakosra
Afrika	760,07	25	497,9	743	15 073,5	2,02
Amerika	788,22	20	10 020,9	12 896	238 732,6	30,56
Ázsia	3495,39	113	8 065,8	2 408	232 399,2	6,67
Európa	795,67	30	10 052,2	12 738	280 681,7	35,30
Magyarország	10,21	110	44,9	4415	3 182,2	31,15
Óceánia	29,07	3	460,8	16 451	11 658,9	40,02
Világ	5868,42	43	29 097,5	5 183	778 545,9	13,34

A mobil rádiótelefon-előfizetők száma világrészenként – 1997

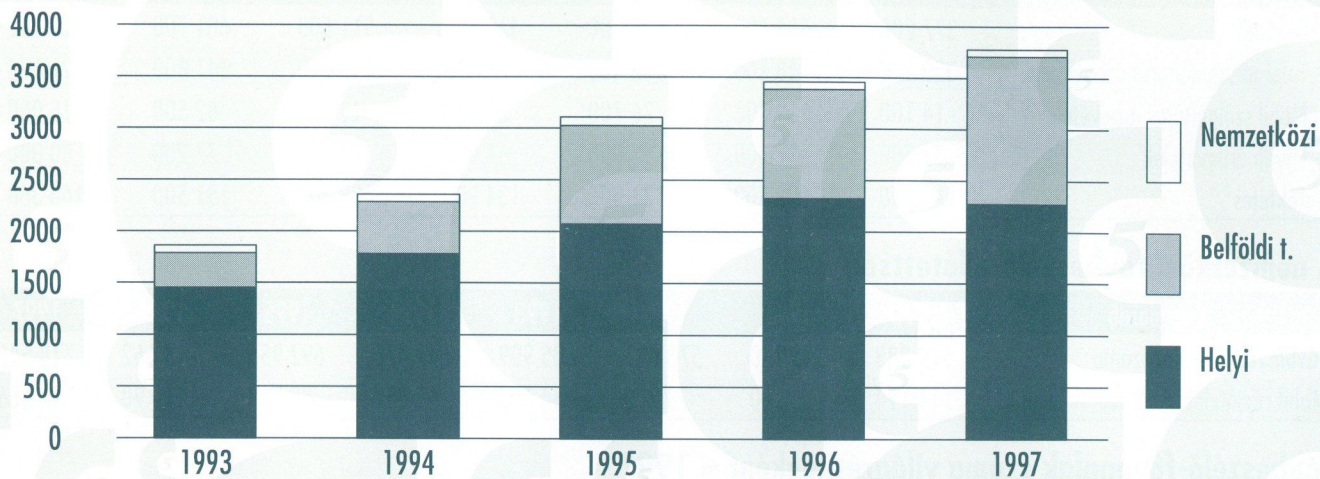
Világrész	Mobil rádiótelefon-előfizetők				
	Szám (ezer)		éves átlagos növekedése	100 lakosra jutó aránya	Az összes telefon- előfizető %-ban
	1996	1997			
Afrika	1 149,2	1 941,4	29,5	0,26	11,5
Amerika	54 078,6	54 976,0	0,8	7,05	18,8
Ázsia	46 324,3	68 081,5	21,2	1,96	22,9
Európa	35 914,0	51 728,1	20,0	6,51	15,6
Magyarország	473,1	706	48,6	6,88	18,1
Óceánia	4 324,1	5 638,7	14,2	19,36	32,6
Világ	141 790,2	182 366,3	13,4	3,12	19,1

A távbeszélő ellátottság alakulása Magyarországon



A helyhez kötött hálózatokból kiinduló hívások megoszlása

millió hívás



Távbeszélő-szolgáltatás

Év	Távbeszélő-állomás (ezer)	Helyi beszélgetés (millió)	Belföldi távolsági beszélgetés (millió)	Kiinduló nemzetközi beszélgetés (millió)
1927	66,5	145,5	3,81	0,48
1928	73,7	151,0	4,11	0,57
1929	79,5	166,4	4,42	0,75
1930	84,4	165,6	4,04	0,76
1931	83,3	128,8	3,63	0,75
1932	81,5	129,6	2,92	0,68
1933	81,3	127,2	2,66	0,70
1934	90,0	133,5	4,25	0,51
1935	98,0	146,1	4,75	0,52
1936	104,6	159,8	4,91	0,51
1937	113,9	151,2	4,70	0,49
1938	126,0	180,9	6,27	0,50
1939	136,3	—	—	—
1940	152,9	—	—	—
1941	173,2	—	—	—
1942	186,6	—	—	—
1943	192,9	324,3	—	—
1944	—	—	—	—
1945	—	—	—	—
1946	55,7	81,6	4,37	0,07
1947	69,3	118,0	5,29	0,23
1948	76,6	154,6	6,73	0,22
1949	91,1	176,7	10,40	
1950	110,0	216,8	13,92	
1951	131,9	246,8	17,60	
1952	153,1	296,8	21,73	
1953	159,5	357,9	23,97	
1954	169,4	394,7	24,06	

Távbeszélő-szolgáltatás (folytatás)

Év	Távbeszélő-állomás (ezer)	Helyi beszélgetés (millió)	Belföldi távolsági beszélgetés (millió)	Kiinduló nemzetközi beszélgetés (millió)
1955	183,4	416,9		25,23
1956	192,3	438,3		24,94
1957	205,8	418,5		24,73
1958	221,0	447,2		26,00
1959	232,7	476,0		28,51
1960	243,4	507,5	30,53	0,16
1961	255,0	526,6	31,46	0,16
1962	265,7	539,9	32,18	0,18
1963	276,9	561,2	34,68	0,21
1964	291,4	570,9	35,24	0,25
1965	303,8	523,4	29,60	0,25
1966	319,2	538,2	31,30	0,28
1967	336,9	563,3	33,30	0,30
1968	360,0	583,6	34,20	0,31
1969	382,6	609,3	35,40	0,36
1970	399,1	602,5	35,93	0,40
1971	424,1	658,0	37,93	0,43
1972	451,2	723,1	41,57	0,49
1973	470,6	672,8	46,47	0,62
1974	493,6	710,6	51,17	0,65
1975	508,0	712,6	51,88	0,86
1976	516,6	712,9	62,35	1,42
1977	523,0	729,7	70,13	2,22
1978	533,3	953,0	77,62	3,11
1979	560,6	778,6	89,05	3,80
1980	617,2	828,6	82,33	4,56
1981	636,6	858,5	88,40	5,14
1982	655,3	885,4	99,70	4,73
1983	676,4	911,0	105,66	5,08
1984	705,4	924,9	117,61	5,99
1985	738,8	908,1	125,45	8,15
1986	770,2	959,8	136,30	9,26
1987	812,7	1021,2	152,38	11,08
1988	858,2	1057,1	168,46	12,13
1989	915,9	1038,1	185,85	17,79
1990	995,8	1097,0	197,00	33,21
1991	1129,1	1169,7	253,92	40,02
1992	1292,1	1298,1	288,53	51,32
1993	1497,6	1441,8	333,64	61,11
1994	1785,4	1576,0	425,00	73,15
1995	2157,2	2098,0	923,00	69,00
1996	2651,2	2340,0	1027,00	71,00
1997	3095,3	2329,0	1383,00	79,00

Megjegyzés: A távbeszélő-állomások száma 1927–1992 között a főállomások, 1993-tól a fővonalak számát tartalmazza.

A nemzetgazdasági mutatók alakulása (volumenindex) az előző év százalékában

Megnevezés	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Bruttó hazai termék (GDP)	96,5	88,1	96,9	99,4	102,9	101,5	101,3	104,4
Ipari termelés	92,4	82,2	93,3	103,0	106,0	104,0	103,5	108,6
Mezőgazdasági termelés	95,4	91,9	83,5	92,1	99,6	102,7	104,2	104,4
Szállítás, raktározás, posta, távközlés	92,7	88,6	95,7	94,6	101,4	112,4	101,6	103,4
Behozatal (import)	94,8	105,5	92,4 ¹	120,2	114,5	96,1	105,5 ²	125,4
Kivitel (export)	95,9	95,1	101,0	86,9	116,6	108,4	104,6 ²	128,2
Termelői árindex	122,0	132,6	112,3	110,8	111,3	128,9	121,8	122,6
Fogyasztói árindex	128,9	135,0	123,0	122,5	118,8	128,2	123,6	118,4

1 Az 1992. évi volumenindex számításánál – a földgáz adatszolgáltatási és értékesítési problémái miatt – a KSH korrekciót alkalmazott.

2 Az ipari vámszabad területek adataival együttesen számított forgalom volumenének becsült növekedése exportban 13%, importban 11%, de a teljes forgalom részletezésére (relációk, termékcsoportok) megbízható bázisidőszaki adatok hiányában nem készült becslés.

Az időszaki átlagos devizaárfolyamok (forint)

Megnevezés	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
US dollár	63,2	74,8	79,5	92,4	105,1	125,7	152,6	199,5
ECU	80,5	92,7	102,1	107,5	124,8	162,6	191,2	218,6

A foglalkoztatottság alakulása a nemzetgazdaságban, az év elején

Megnevezés	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Gazdaságilag aktív népesség (ezer fő)	5496	5404	5202	5015	4769	4565	4470	4465
ebből: a foglalkoztatottak	5321	5304	4796	4352	4136	4045	3974	3950
regisztrált munkanélküliek	80	100	406	663	632	520	496	475
Munkanélküliségi ráta (%)	1,5	1,9	7,8	13,2	13,3	11,4	11,1	11,6

A távközlési gazdálkodó szervezeteknél foglalkoztatottak száma (fő)

Foglalkoztatottak	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Foglalkoztatottak stat. létszáma	22 052	21 860	21 541	20 696	21 942	20 993	19 981	20 632
Teljes munkaidőben foglalkoztatottak	21 868	21 726	20 732	19 971	21 274	20 518	19 628	20 452

Országos célú távbeszélő-ellátottság település-kategóriánként – 1991–1997

Település-kategóriák	100 lakosra jutó fővonalak száma						
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
– 500 lakos	2,39	3,58	4,64	7,43	10,77	15,33	20,59
501– 1000 lakos	2,56	4,25	4,75	7,52	10,75	15,11	21,59
1001– 1500 lakos	2,79	3,93	5,46	7,62	10,44	15,26	21,47
1501– 3000 lakos	2,82	4,47	6,45	8,76	11,17	15,36	21,94
3001– 5000 lakos	4,10	5,09	7,07	9,86	13,37	18,10	23,70
5001–10 000 lakos	4,38	6,03	8,74	10,08	12,82	18,41	24,48
10 001–20 000 lakos	6,07	7,94	9,67	12,86	15,60	21,23	26,40
20 001–35 000 lakos	7,04	8,01	11,13	13,19	15,28	21,37	28,93
35 001–50 000 lakos	9,15	10,57	14,77	17,87	32,78	25,33	28,72
50 001– lakos	18,35	20,94	25,71	28,77	32,82	37,27	47,50
Összesen	9,95	11,85	14,87	17,55	21,11	25,54	31,15

Az adatok forrása a Hírközlési Főfelügyelet 1997-es Távközlés-statisztikai évkönyve, HIF ügyfélszolgálati iroda, 3900 Ft.

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

TARTALOM:

Kodolányi Gyula
és Garai László:
Újjáépítés Lakihegyen

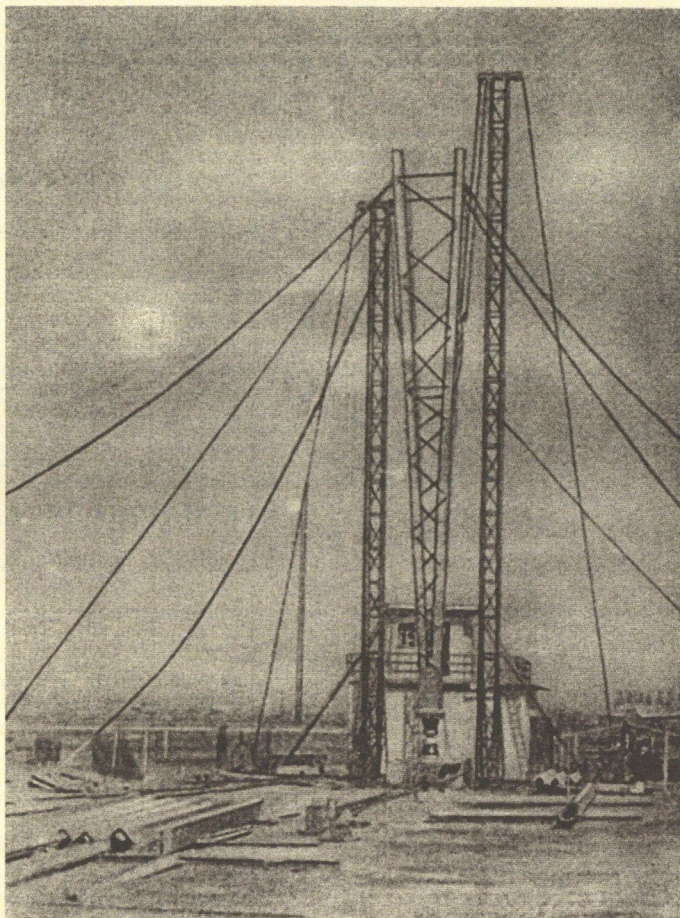
Almásy György:
Széles-sávú erősítők

Kozma László:
A Rotary-rendszerű gépesített
távbeszélő központok legújabb
fejlődése.

A mikrohullámú technika ele-
mei II. Barta István: Mikro-
hullámok gerjesztése.

Lajkó Sándor:
Távírótorzítás.

Folyóírat szemle.



Újjáépítés Lakihegyen című cikkünkhöz

II. ÉVFOLYAM **3** SZÁM 1947. III.

KIADJA A MAGYAR MÉRNÖKÖK ÉS TECHNIKUSOK SZABAD SZAKSZERVEZETE

TELECOMMUNICATION ENGINEERING.

Editors: István Gerő, Ferenc Salló, Iván Péter Valkó.

- Gyula Kodolányi and László Garai: Reconstruction of broadcasting station Budapest I.
 György Almásy: Wide-band amplifiers.
 László Kozma: Trend of development of the Rotary type automatic telephone exchange
 Elements of microwave technique II.
 István Barta: Generation of microwaves.
 Sándor Lajkó: Telegraph distortion. *(Conclusion)*
 Review of periodicals.

NACHRICHTENTECHNIK.

Schriftleiter: István Gerő, Ferenc Salló, Iván Péter Valkó.

- Gyula Kodolányi und László Garai: Wiederaufbau des Antennenturmes und des Grossrundfunksenders Budap
 György Almásy: Über Breitbandverstärker.
 László Kozma: Entwicklung der automatischen Fernsprech-Zentralen des Rotary-System
 Elemente der Technik der Mikrowellen II.
 István Barta: Erregung von Mikrowellen.
 Sándor Lajkó: Verzerrungen in der Telegraphie. *(Ende.)*
 Zeitschriftenschau.

TECHNIQUE DE LA TÉLÉCOMMUNICATION

Rédacteurs: István Gerő, Ferenc Salló, Iván Péter Valkó.

- Gyula Kodolányi et László Garai: La reconstruction de l'émetteur Budapest I.
 György Almásy: Les amplificateurs à bande large.
 László Kozma: Le dernier développement des bureaux téléphoniques, du type Rotary.
 Les éléments de la technique des micro-ondes II.
 István Barta: La génération des micro-ondes.
 Sándor Lajkó: La distortion dans la télégraphie. *(Fin)*
 Revue littéraire.

ТЕХНИКА СВЯЗИ

Редакторы: Иштван Гере, Ференц Шалло и Петер Иван Валко

СОДЕРЖАНИЕ:

- Дюла Кодолани-Ласло Гарай: Восстановление радио-передатчика Будапешт I.
 Лердь Алмаши: Широкополосные усилители.
 Ласло Козма: Усовершенствование системы АТС типа „РОТАРИ“ эле
 менты микроволновой техники II.
 Иштван Барта: Возбуждение микро-волн.
 Шандор Лайко: Телеграфное искажение.
 Библиография

MAGYAR

II. ÉVFOLYAM 3. SZÁM

HIRADÁSTECHNIKA

A Magyar Mérnökök és
Technikusok Szabad Szak-
szervezete Híradástechnikai
Szakosztályának lapja

TÁVBESZELŐ * RÁDIÓ * TÁVÍRÓ

SZERKESZTŐK: GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

Ujjáépítés Lakihegyen

KODOLÁNYI GYULA és GARAI LÁSZLÓ

A lakihegyi 314 m magas szivar formájú antennatornyot, mely 1933-ban épült, 1944 november 26-án pusztították el a visszavonuló németek. A tornyot hat egymásmelletti kötélnek a kikötő betontömböknél való elrobbantásával döntötték el. Alsó pontja leugorva az alapzatról attól mintegy 8 méterre került. A zuhanás olyan méretű volt, hogy a torony közepe 2 méter mélyre süllyedt a földbe.

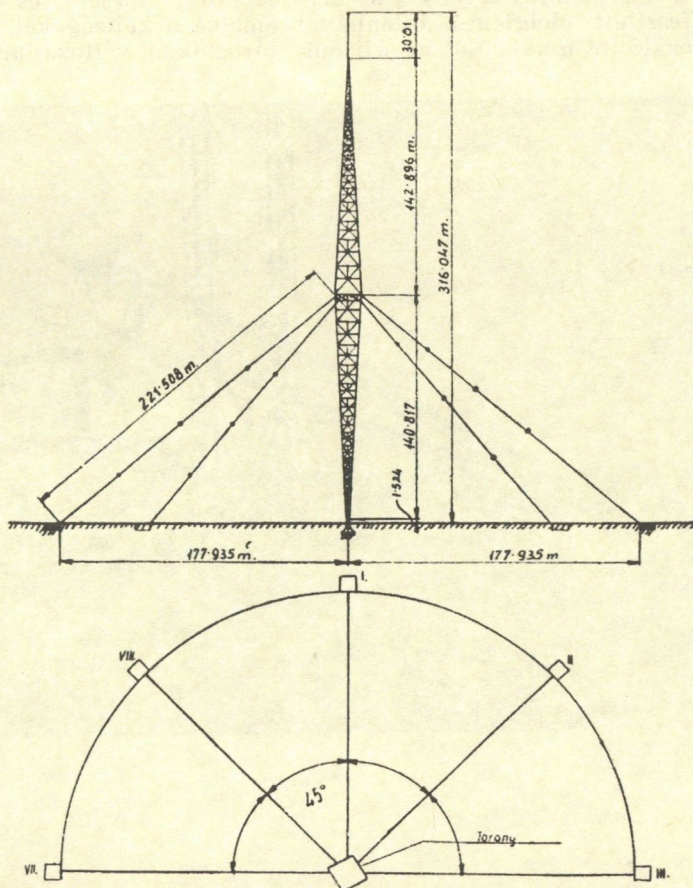
A torony statikai konstrukciója, méretei és elektromos jellemzői a következők:

A torony vasszerkezeti magassága kerekén 284 méter, ehhez járul az 1.5 méter magas talapzat és tetején a maximálisan 30 méteres kitolható acélső. A torony négyzet keresztmetszetű alsó végén 0.9 m, közepén 14.6 m, a felső végén pedig 138 méter széles. Két szigetelőn áll, melyek gömbszerű acélöntvény foglalással érintkeznek s így a kikötések rugalmasságából eredő ingást lehetővé teszik. A tornyot a legszélesebb pontján 143 méter magasságban 8 kötél tartja, melyek a torony talppontjától 178 méter távolságban elhelyezett 8 betontömbhöz vannak kifeszítve. A kötelek 5.72 cm keresztmetszetűek és elektromos okokból szigetelőkkel 5–5 részre vannak osztva. A kötelek számított maximális igénybevétele 70.000 kg. A kötéliszigetelők, melyeknek for-

mája azonos a talpszigetelőkkel, a 70.000 kg-os csústerheléshez képest 15-szörös biztonságra vannak méretezve. A torony szerkezeti súlya 230.000 kg, a talpszigetelők maximális terhelése (tartókötelek nyomóereje + szélnyomás + hó és jégteher) 480.000 kg, biztonságuk nyole és félszeres.

A torony önsugárzó rendszer, vagyis önmaga az antenna. Ezért szükséges a földtől való elszí-

getelés és a kötelek elszigetelési, illetőleg szigetelőkkel való aláosztása. A geometriai magasság szoros összefüggésben van az 549.5 méteres Budapest I. hullámhosszal. A torony fadingesökkenő antenna. A fadingesökkenés lényege abban áll, hogy a felületi térerősség minél nagyobb és a He aviseide rétegről visszavert sugárzás ugyanakkor minél kisebb legyen. Az ilyen



1. ábra.

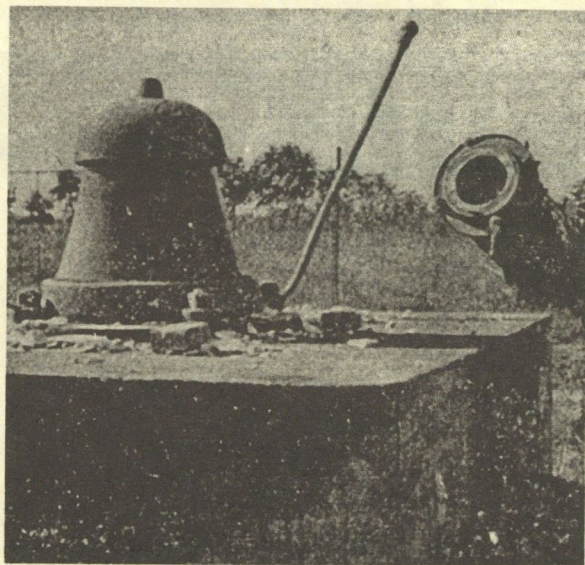
rendszerű antenna egyidejűleg nem csak a sötételéssel beálló fading jelenségeket csökkenti le, illetőleg a fadingmentes vételi területet nagyobbítja meg, hanem a felületi sugárzás növelésével a nappali vétellehetőségeket is javítja anélkül, hogy az adóenergiát növelnők! Hogy ez a hatás milyen jelentőségű az a következőkből látszik: hogy egy bizonyos helyen az adó ugyanolyan térerősséget adjon, a 314 m-es antennatoronnyal 100 kW — a 150 méteres toronyok között kifeszített régi „T” antennával 150 kW és egy $\lambda/4$ hullámhosszú antennával 218 kW sugárzási teljesítmény szükséges. A fading-csökkentő cél elérése érdekében a lakihegyi torony 0.57 λ magaságú.

1945 tavaszán még nem lehetett teljes képet kapni a pusztulás mértékéről. Megállapítottuk, hogy a tartalék talpszigetelők az óvóhelyen megmaradtak, a pótolhatatlan tartókötelek aránylag könnyen javíthatók, viszont láttuk, hogy az összes kötélsgitelők eltörték, a szigetelőt tartó acélöntvényekből is eltörtött 13 db. Közben felmerült a gondolat, hogy az eredeti toronykonstrukción változtatni kellene az 1933 óta ismeretessé vált elektromos hibák kiküszöbölése céljából. Így érkeztünk el 1945 szeptember 15-ikéhez, amikor már újjáépült az első 150 méteres torony s az erre kifeszített ideiglenes antennával megkezdte működését az újjáépí-

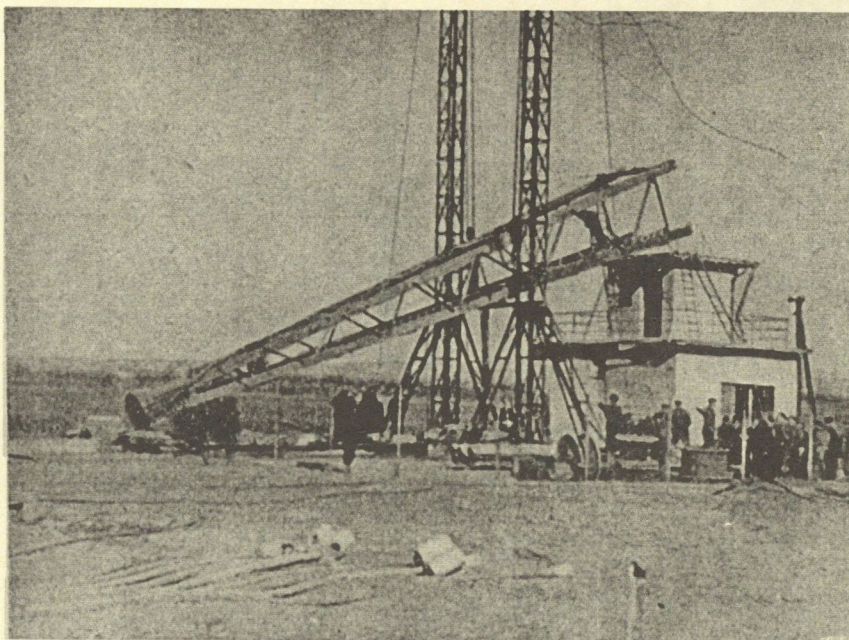
tett 20 kW-os adó. A munka folyt tovább, nőtt már a második 150 méteres torony is és közben a MAVAG szakértőivel folytak a tárgyalások, lehetne-e a konstrukción változtatni, vagy esetleg egész más típusú antennatornyt készíteni. Kiderült, hogy egy új konstrukció és az a körülmény, hogy a romokból semmit sem tudnánk felhasználni, legalább két évvel kitólna az újjáépítés idejét és duplájára emelné a költségeket, tehát elhárítottuk a változatlan formában

való újjáépítést. Becslésem szerint a legkorszerűbb antenna is csak kb 5%-os térerősség növekedést jelentett volna.

A MAVAG 1945 november 1-én kezdte meg a romok szétszedését, a munkában nagy segítséget jelentett az a 20 postás tisztviselő, akiknek szakfoglalkozásukban (repülőgép-irányítás) még akkor nem volt munkalehetőségük. Az elmúlt tél kedvezett a munkának és így megszakítás nélkül folyhatott a romok szétszedése és kiásása. A szétszedett romanyag kétféle osztályozást kapott: kijavítható és használhatatlan. A kiegyengetésre alkalmas acélanyagot a MAVAG Kőbánya uti gyárába szállítottuk. Még nem is fejeződött be teljesen a romok szétszedése és beszállítása, amikor 1946 március 30-án felállításra került az első 26 méteres rész. Az emelés előtt leszerelték a látszólag épen maradt alsó szigetelőt s akkor derült ki, hogy belül az alsó részén körbefutó hajszálrepedés van rajta. Ezt is ki kellett tehát cserélni a már említett tartókkal. Június elején már túlhaladta a torony a 70 méteres magasságot s akkor szükségessé vált a romanyag pótlásához szükséges 140 tonna új acélanyag beszállítása, melyet nagyrészen a Rimamurányi Salgótarjáni Vasmű Rt. és kisebb részben a diósgyári Mavag gyártott. A kötélsgitelők gyártását a Nagybátony Ujlaki Egyesült Iparművek Rt. vállalta. Ezek a



2. ábra.



3. ábra.

szigetelők különleges nagyfrekvenciás kerámiából készülnek s ilyen szigetelőket még sohasem gyártottak Magyarországon. A gyártás csak igen nagy nehézségek árán indult meg, de a toronyépítés előrehaladását nem gátolta. Az amerikai szigetelők szilárdsági tulajdonságát ugyan nem sikerült elérni mégis megfelelőeknek bizonyultak.

A torony építése a legszélesebb méretig — 143 m magasságig — a toronyba beépített s egy-egy szakasz felszerelése után tovább emelt segédtoronnyal történt. A torony oldalán pedig egy vaskosárból álló szabad felvonó vitte fel és hozta le a toronyszerelőket, nehogy a mászástól kifáradva érjenek munkahelyükre. Ugyanilyen módon történt az acélanyag felszállítása is, elektromotorral hajtott csörlő segítségével. A legszélesebb keresztmetszet elérése után már nem mehetett a szerelés a leírt módon, hanem a csökkenő keresztmetszet miatt a toronyba darut kellett szerelni, mely ki tudott nyúlni a legszélesebb részen túl is. Ezért a darut külön erre a célra építette a Mávag s az a toronyban a négy főtartóhoz erősített kötérendszeren függött. Egy-egy szakasz felszerelése után a daru a feljebb helyezett kikötéseken át önmagát húzta feljebb. A közép elérése után a 8 végleges kikötés közül 4 elkészült. A torony közepéig előírászerűen haladt a munka, ekkor azonban sorozatos akadályok léptek fel. Az új acélanyag leszállítása több mint egy hónappal később kezdődött meg, egy szélvihar úgy megrongálta a darut, hogy két hétig nem volt használható, egy fiatal toronyszerelő lezuhant és szörnyethalt. További idővesztést jelentett az október-novemberi négyhetes széles időjárás, amikor alig lehetett dolgozni a nagy magasságban. Mégis megfeszített munkával esőben, szélben, fagyban folyt a munka. Elkészült a hiányzó 4 kikötés is. A robbantásnál erősebben megrövidült köteleket acélöntvényből készült kötéloldók s 4–8 méteres új kötélrondók segítségével kijavították.

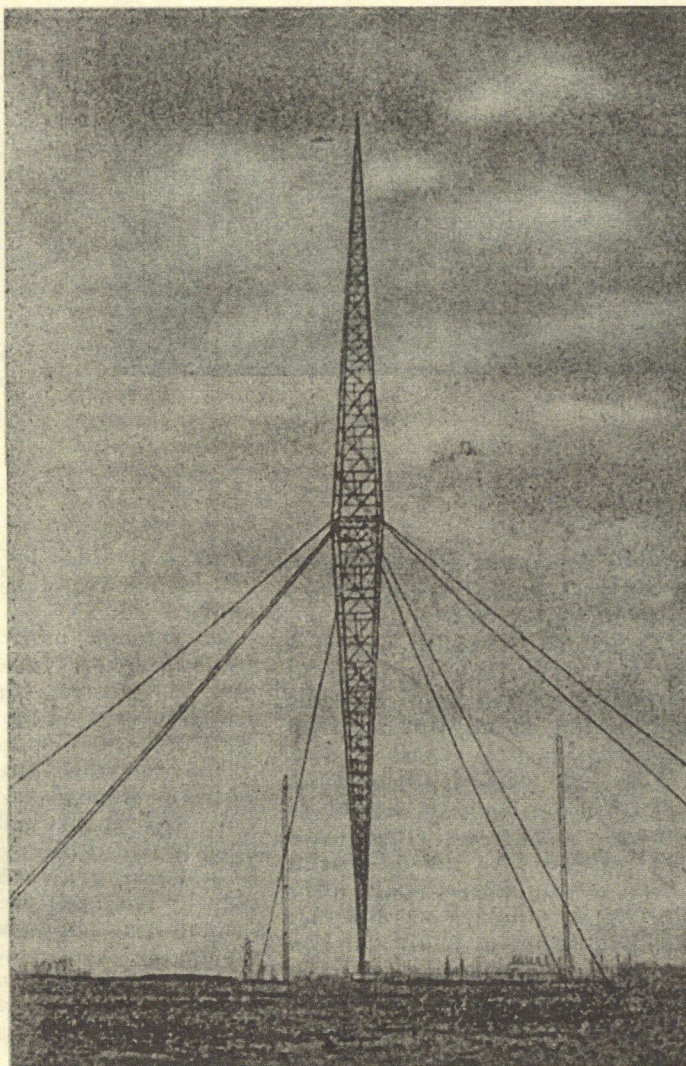
A kötelek átvizsgálását és javítását a Felten és Guillaume Kábelgyár — a kötelek eredeti szállítója — végezte.

Végre széles hideg napsütéses időben felszerelték a 30 méteres acélsövet is végén a villámvédelmet szolgáló kb. 40 cm átmé-

rőjű rézgömbbel, s a torony 1946 december 14-én vasárnap készen állott.

*

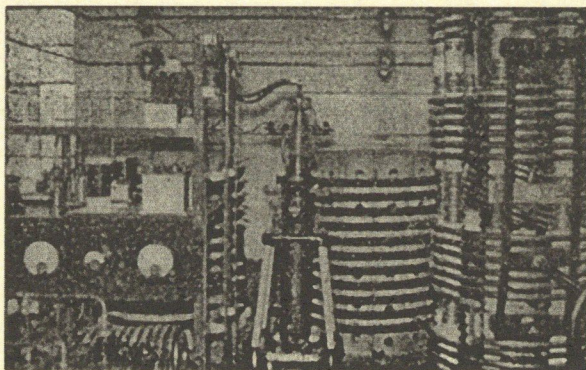
1945. esztendő végére értünk amikorra a magyar posta rádióműszaki berendezéseinek szétszóródott maradványait számba lehetett venni. Az eredmény siralmas képet mutatott. Az adók kis méretű előfokozatai nyom nélkül tűntek el, a nagyteljesítményű végerősítő fokozatok is tönkrementek, de egyes nagyméretű és nehezen szállítható alkatrészek az ország területén belül maradtak. Már akkor felmerült a gondolat, hogy az üzemből lévő és névleg 20 kW-os adóhoz a rendelkezésre álló alkatrészekből egy 50 kW-os teljesítményű végerősítő fokozatot lehetne építeni.



4. ábra.

A hazai adócsőgyártás elpusztulása miatt akkor az adóépítés munkájának nem lehetett nekikezdeni, hanem helyett a már üzemből lévő állomások adócsőveinek pótlásával az adócsőgyártást kellett a magyar postának megindítania. Ennek eredménye az elmúlt év közepén mutatkozott. A csőgyártás az üzemből lévő csövek pótlásának feladatát már el tudta látni.

A 314 m-es antennatoronyépítésének gyors előhaladása újból felidézte az 50 kW-os adó gondolatát. Az elhatározás megszületett és lázasíramú munkaverseny indult meg. Három munkáscsoport hajtotta magát a közös cél felé. Az antennaépítők, az adóépítők és az adócső gyártók versenyéből úgyszólván hetek alatt épült fel az a berendezés melyet 1946. december 22-én helyezett



5. ábra.

üzembe a magyar posta és amely egész Európában lehetővé tette a magyar műsor vételét.

Az 50-kW-os erősítő nagyfrekvenciás része igen egyszerű kivitelű. Az adócső hazai gyártású Philips TA 20/250 típusú vízhűtési trióda. A rácskör a 20 kW-os adó végerősítőjéből táplált rezgőkör, mely 10 kW-ot fogyasztó vízhűtési ellenállással van terhelve. Az anódkör szimmetrikus rezgőkörrel épült, melynek egyik oldalára az adócső a másik oldalára a neutrodonkondenzátor csatlakozik. A 600 Ohmos tápvonalat az anódkörhöz egy ugyancsak szimmetrikus közbenső kör illeszti. A csatolást az anódrezgőköri tekercs belsejében forgathatóan elhelyezett tekercs teszi lehetővé, mely egyúttal a közbenső kör rezgőköri eleme is.

A tápvezeték mindkét végén a

statikus töltődés levezetésére két-két földelő fojtótekeres van kapcsolva.

Az antenna hangolására hosszabbító tekercs szolgál. Ugyancsak az antennakörben van a csatolótekeres egyik eleme is. A csatolótekeres másik eleme, része a tápvezetékhez csatlakozó szimmetrikus kimenő rezgőkörnek.

A végerősítő anódteljesítményét 12 drb. Philips DCG 9/20 típusú hazai gyártású higanygőzcsővel felszerelt egyenirányító szolgáltatja, melynek terhelhetőségi határa az egyenáramú oldalon 7,5 amper, 22.000 volt. A 22 kilovolt feszültség üzembiztos elérését két háromfázisú sorbakapcsolt Grätz egyenirányító teszi lehetővé.

A rácsfeszültség előállítására az egyenirányító 3 drb. DCG 9/20 típusú csővel készült és a megfelelő stabilizálás miatt 6 am-

per, 300 volt állandó terheléssel működik.

Az adócső fonalát motordinamó egyenárama izzítja 420 amper 35 volt teljesítménnyel.

A hűtést a régi 120 kW-os adó kijavított vízhűtő rendszere látja el. A hűtő ellenáramú. Az elsődleges hűtőközeg desztillált víz, a másodlagos hűtőközeg kútvíz.

Az 50 kW-os erősítő nagyfrekvenciás része a 20 kW-os adó utolsó fokozata mellett van. Az izzító gép a közeli kis gépteremben kapott helyet a többi forgógépek mellett. A két higanygőz egyenirányító a régi 120 kW-os adó egyenirányítójának helyén épült fel. Az antenna hangolására és a tápvonal hozzáillesztésére szolgáló elemek a csatolóházban vannak az antenna tövében.

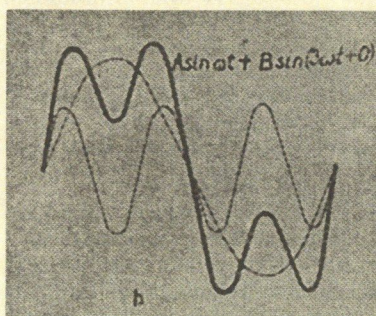
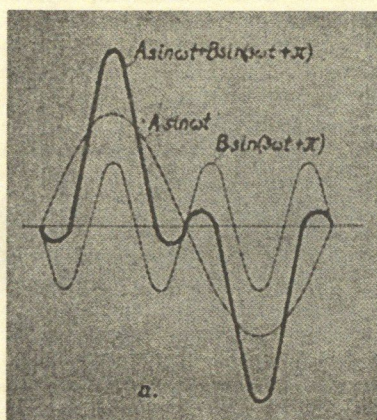
Az egész rendszer nyomógombos távműködtetéssel kormányozható. A jelzőlámpákat és nyomógombokat a 20 kW-os adó kezelőasztalának utolsó üres mezőjébe szerelték be. Az egyes áramkörök a szokásos biztonsági reteszeléseken át függenek össze.

Az erősítő tervezése és kivitele a posta alkalmazottainak munkája. A munka elvégzését megnehezítette a rövid határidő és az a körülmény, hogy csak a belföldön fellelhető anyagok és alkatrészek állottak rendelkezésre. A munkában résztvettek szorgalma és leleményessége azonban legyőzte a nehézségeket és a berendezést olyan csekély összegből sikerült felépíteni, hogy az a valóságos érték 10%-át sem érte el.

Szélessávú erősítő

ALMASSY GYÖRGY

Az ideális erősítő minden bemenő kapcsaira adott jelet hűen reprodukál, vagyis a jel harmonikusait (Fourier-sorának tagjait) mind egyformán erősíti és az összes komponensek időkésléteése is ugyanaz: ezáltal a felerősített jelben egymáshoz viszonyítva ugyanaz az összetevők fázisa, mint eredetileg volt. A viszonylagos fázishűség fontosságát bizonyítja az 1. ábra.



1. ábra.

- a) Csak első és harmadik harmonikust tartalmazó (Fourier sorba fejthető) görbe.
b) Ugyanazon két harmonikus eredője, miközben a harmadik harmonikus fázisa 180°-kal megváltozott.

A gyakorlati erősítők csak megközelítik az ideális erősítő tulajdonságait. Pl. a hangolt (szelektív) erősítők csak egy frekvenciát erősítenek. A hangerősítők jobb típusai 50 Hz-től 10.000 Hz-ig terjedő frekvenciatartományban dolgoznak, azonban még itt is frekvenciafüggő az erősítés (hangszínszabályozás).

WIDE-BAND AMPLIFIERS.

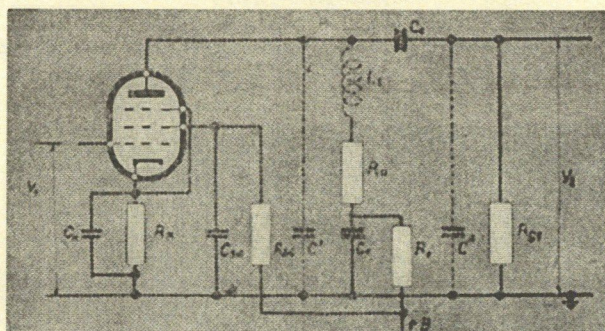
Different methods are shown, which make possible the extension of uniform amplification in both high-frequency and low-frequency range.

Mérőműszerek, pl. csővoltmérő, katódsugár-oscillográf, de különösen a távolbalató készülékek céljaira oly erősítők szükségesek, melyek nagyobb frekvenciatartományban tökéletesen erősítenek. Ezeket szokás szélessávú erősítőknél nevezni. Mi itt csak azokkal a szélessávú erősítőkkel fogunk foglalkozni, melyek az alacsony frekvenciákat is tökéletesen átviszik. Az átvitt frekvenciasáv szélessége az erősítő felhasználásától függ: pl. a távolbalató készülék szélessávú erősítője 30 Hz-től 4.000.000 Hz-ig viszik át, de vannak olyan erősítők is, melyek csupán 50 Hz-től 100.000 Hz-ig, mások viszont 30 Hz-től 15.000.000 Hz-ig működnek.

A szélessávú erősítővel szemben támasztott különleges követelmények:

1. Az erősítésnek az adott átviteli tartományban frekvenciától függetlenül állandónak kell lennie.

2. Ugyanitt csak minimális fázistorzításnak szabad fellépnie, vagyis az állandó időkésléteestől való eltérésnek elhanyagolhatónak kell lennie.



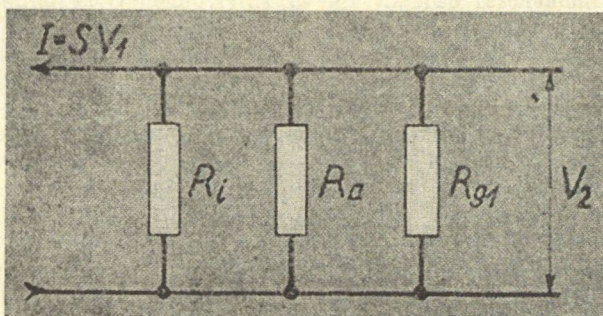
2. ábra.

Egyszerű szélessávú erősítő egyik fokozatának szokásos megoldása.

- RK előfeszültségejtő ellenállás.
CK előfeszültségszűrő kondenzátor
CSC segédreccszűrő kondenzátor
RSC segédreccsfeszültségejtő ellenállás
C' erősítőcső anód — föld kapacitása + vezeték- és foglalatkapacitás
L1 nagyfrekvenciás kompenzáló fojtótekeres
Ra munka ellenállás
C1 kis frekvenciás kompenzáló kondenzátor
R1 kis frekvenciás kompenzáló ellenállás
C'' a következő erősítőcső rác — föld + vezeték és foglalatkapacitás
Rg1 a következő erősítőcső rácsevezető ellenállása
Cc csatoló kondenzátor.

Tekintve, hogy a tapasztalat és a számítás szerint a kis és a nagyfrekvenciás viszonyok egymástól függetlenek és a különböző (nagy és kisfrekvenciás) kompenzálások nincsenek egymásra hatással, külön fogjuk a kis és nagyfrekvenciás viszonyokat tárgyalni. A szélessávú erősítők egyik egyszerű típusát láthatjuk a 2. ábrán, mely egy többfokozatú erősítő egyik fokozatát tünteti fel.

Közepes frekvenciákra az elvi helyettesítő kapcsolást a 3. ábra tünteti fel. Ezenél a frekvenciáknál (1000 Hz–10.000 Hz) C' és C'' impedanciája ∞ -nek, C_K , C_i , C_c , L_i impedanciája pedig 0-nak tekinthető, így hatásuk elhanyagolható.



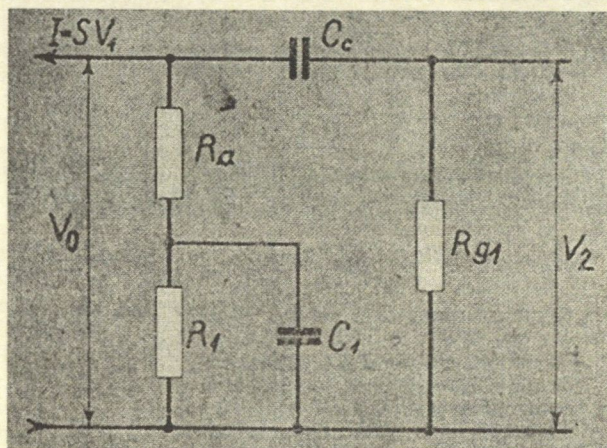
3. ábra.

Elvi helyettesítő kapcsolás közepes frekvenciák esetén.
 R_i a cső belső ellenállása
 S a cső mereksége a munkapontban

A csövet konstans áramgenerátornak tekinthetjük. A gyakorlatban még a következő egyszerűsítéseket tehetjük: $R_i = \infty$, $R_{g1} = \infty$ (erősítő csőnek pentódát használunk); ez esetben az erősítés

$$G = \frac{V_2}{V_1} = SR_a$$

Kisfrekvenciás viszonyok. (1000 Hz alatt.) Az elvi helyettesítő kapcsolást a 4. ábra tünteti fel.



4. ábra.

Elvi helyettesítő kapcsolás alacsony frekvenciák esetén.

C' ; C'' és L_i impedanciája elhanyagolható, azonban frekvenciafüggő erősítést és fázistorzítást okoz:

- A csatoló kondenzátor.
- Az előfeszültség ejtő impedancia.
- A segédáramkörben levő impedancia.

a) *Csatoló kondenzátor szerepe.* Kisfrekvenciáknál C_c csatoló kondenzátor impedanciája már nem tekinthető 0-nak, hanem abszolút értékre nézve összemérhető R_{g1} -el. A cső anódján fellépő felerősített váltó feszültség leosztódik C_c és R_{g1} -en, így a következő cső rácsára a frekvenciától függően nálánál kisebb feszültség jut. Ez a hiba annál kisebb, minél nagyobb C_c és R_{g1} . Röviden ezt úgy fejezhetjük ki, minél nagyobb a $C_c R_{g1}$ szorzat, az úgynevezett időkonstans. R_{g1} nem lehet nagyobb, mint a felhasznált cső maximális megengedett rácslevezető ellenállása. C_c növelésének határt szab, hogy az egyenáramú átvitel eltolná a következő cső munkapontját, azonkívül túlzottan megnövelné a következő cső rács-föld kapacitását, ami a nagyfrekvenciáknál igen kedvezőtlen. Kompenzálás nélkül ($R_i = 0$, $C_i = 0$) C_c által előidézett fázis eltolás

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{2\pi f C_c R_{g1}}$$

az erősítés pedig $G' = \cos \varphi$ ahol G' az (f) alacsony frekvenciánál fellépő lecsökkent erősítés. A fáziseltolás a kellemetlenebb, mivel már 1% erősítéscsökkenésnek 8°-os fáziseltolás felel meg. A csatoló kondenzátor által előidézett hiba kompenzálható R_i , C_i megfelelő megválasztásával, ha a megfelelő időkonstansok egyenlők, azaz: $R_a C_i = R_{g1} C_c$. A számítás szigorúan véve csak akkor igaz, ha $R_i = \infty$ a gyakorlatban

azonban elég, ha $R_i > \frac{10}{2\pi f C_i}$

ahol f a legalacsonyabb frekvencia, amelyet még átakarunk vinni. Nemesak az anódban, hanem a következő cső rácsában is lehet kompenzálni, azonban ez nem olyan kedvező. Az anódpótló szűrőelemei is mindig bizonyos fokú kisfrekvenciás kompenzáló hatást fejtenek ki.

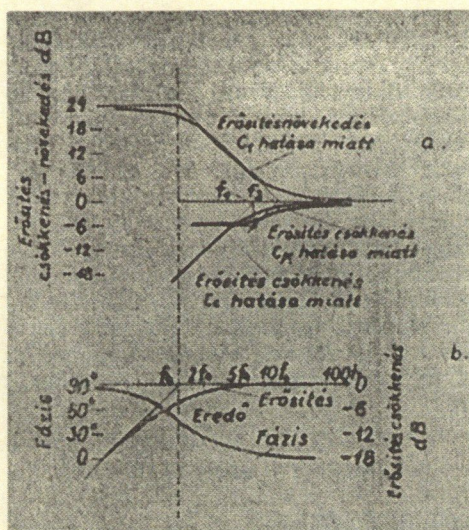
b) *A katódimpedancia szerepe.* A katódimpedancia fáziseltolást és erősítés-csökkenést idéz elő a frekvencia függvényében, mivel a katódkondenzátor impedanciája kisfrekvenciánál már nem tekinthető 0-nak és így frekvenciafüggő negatív visszacsatolás lép fel. A katódimpedancia hatása legkedvezőbben akkor kompenzálható, ha a következő egyenlet kielégül:

$$R_{g1} \cdot C_c = (1 + S R_K) R_a C_i$$

Katódkondenzátornak lehetőleg nagy elektrolitikus kondenzátort (100 μF nagyságrend) kell alkalmaznunk. Ha nincs szükség rá, hogy a cső erősítését maximálisan kihasználjuk, a katódkondenzátor el is hagyhatjuk, ez esetben azonban az erősítés frekvenciafüggetlen negatív visszacsatolás következtében kisebb, azonban sem fázistorzítás, sem frekvenciafüggő erősítés-csökkenés nem lép fel.

A különböző kondenzátorok, valamint a kisfrekvenciás kompenzálás hatását az 5. ábra tünteti fel.

c) *A segédáramkör impedanciája.* Kisfrekvenciáknál a segédáramkör szűrő kondenzátor váltóáramú ellenállása nem 0. A segédáramfeszültségejtő ellenálláson ennek következtében váltófeszültség lép fel, ami frekvenciafüggő negatív visszacsatolást okoz. A segédáramszűrő kondenzátort (elektrolitikus, 10 μF nagyságrendben) lehetőleg nagyra választva, külön kompenzálásra nincs szükség.



5. ábra.

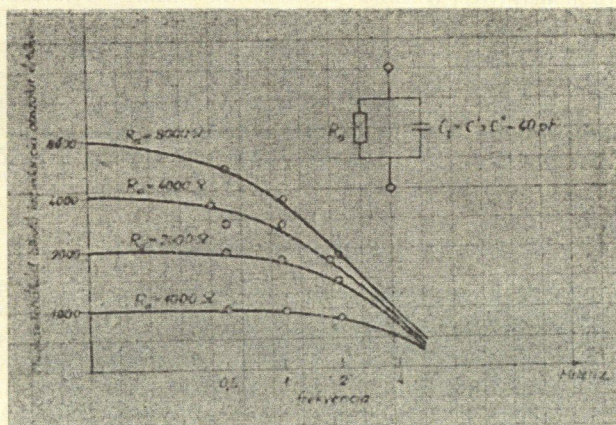
- a) Erősítésváltozás alacsony frekvenciák esetén a katód-kondenzátor, csatoló-kondenzátor és kompenzáló-kondenzátor hatására különböző frekvenciáknál.
b) Erősítés, illetve fázisváltozás kompenzált erősítő esetén. Az ábrán szereplő frekvenciákat a következő egyenletek határozzák meg:

$$R_{g1} = \frac{1}{2\pi f_1 C_c}; \quad R_K = \frac{1}{2\pi f_3 C_K}; \quad R_1 = \frac{1}{2\pi f_4 C_1}$$

A kisfrekvenciás viszonyokat négyszögulám generátorral vizsgálhatjuk.

Nagyfrekvenciás viszonyok.

A munkaellenállást az erősítőcső anód-föld és a következő cső rác-s-föld, ezenkívül a vezetékek és a foglalatok kapacitásai shuntolják. A munkaellenállásként működő impedancia abszolút értékét a frekvencia függvényében a 6. ábra tünteti fel.



6. ábra.

Ellenállás és vele párhuzamosan kötött kondenzátor impedanciájának abszolút értéke frekvencia függvényében.

Az erősítést a frekvencia (f) függvényében kompenzálás nélkül a következő egyenlet adja meg

$$G'' = \frac{S R_a}{\sqrt{1 + (2\pi f C_t R_a)^2}} \quad C_t = C' + C''$$

A szélessávú erősítőt a megadott frekvenciasáv átvitelére az alábbi módokon tehetjük alkalmassá.

- I. kompenzálás nélkül:
1. A munkaellenállás kellő megválasztása.
 2. Frekvenciafüggő negatív visszacsatolás

II. kompenzációval:

3. Nagyfrekvenciás tekercsek parallel és soros rezonanciája
4. Megfelelő sávszűrő-körök alkalmazása

1. A munkaellenállás kellő megválasztása.

A munkaellenállást a 6-ik ábra tanulsága szerint, annál kisebbnek kell választanunk, minél nagyobb frekvenciát akarunk átvinni. Azonban, hogy számításokat végezhesünk, először C_t értékét kell megállapítanunk. Statikus mérésekkel célt nem lehet érni. Legcélszerűbb minden kompenzálás nélkül (esetleges kompenzáló elemeket rövidre zárva) a frekvencia függvényében mérni az erősítést; annál a frekvenciánál (jelöljük f_0 -val) ahol az erősítés 0.707-ed részére csökken, a munkaellenállás egyenlő a shuntoló kapacitások impedanciájának abszolút értékével

$$R_a = \frac{1}{2\pi f_0 C_T}$$

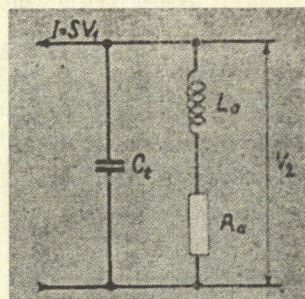
Innen C_t kiszámítható. Előzetes számításoknál a felhasznált csövek anód-katód, illetve rác-katód kapacitásait katalogusokból kikeresve, az egyéb kapacitásokat pedig felvéve, becsüljük C_t értékét (25–50 pF körül).

2. Frekvenciafüggő negatív visszacsatolás.

Sok esetben (ha a cső erősítését nem vagyunk kénytelenek maximálisan kihasználni) frekvenciafüggő negatív visszacsatolás alkalmazásával javíthatjuk az erősítő frekvenciafüggő átvitelét, pl. ha egy kellően — lehetőleg kísérleti úton — megválasztott kisebb kondenzátorral blokkoljuk át a katódellenállást. Így a nagyobb frekvenciák felé csökkenő negatív visszacsatolást kapunk.

3. Nagyfrekvenciás tekercs parallel rezonanciája:

A munkaellenállással 2. ábra szerint (helyettesítő kapcsolás 7. ábra) sorba kötünk egy tekercset, amely a kapacitásokkal rezonanciát ad, ily mó-



7. ábra.

A második ábrán szereplő szélessávú erősítő elvi helyettesítő kapcsolása nagyfrekvenciák esetén. A segéd-rácsszűrő kondenzátor, előfeszültség-szűrő és csatoló-kondenzátor impedanciája 0-nak tekinthető.

don azután elérhető, hogy az erősítés f_0 frekvenciáig (az a frekvencia, ahol kompenzálás nélkül az erősítés 0.707 részére vagyis 3 dB-lel csökken) gyakorlatilag állandó.

R_a és L_1 a következő képletekkel számítható:

$$R_a = \frac{1}{2\pi f_0 C_t}; L_1 = \frac{R_a}{4\pi f_0}$$

Ez esetben az idő késleltetést a következő összefüggés fejezi ki:

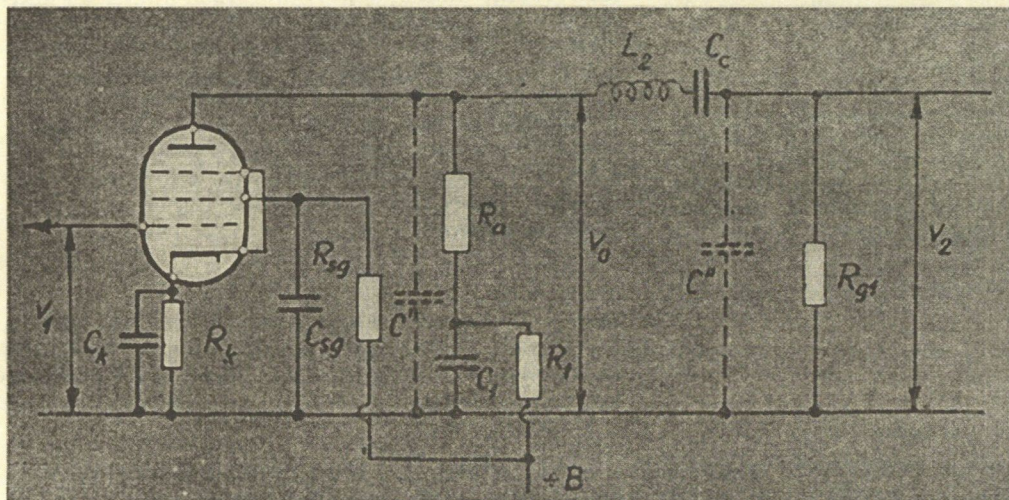
$$T = \frac{1}{2\pi f_0} \arctg \left[\frac{1}{4} \left(f_0^3 + 2f/f_0 \right) \right]$$

Az időkésleltetésre még kedvezőbb értéket kapunk, de a munkaellenállás és így az erősítés is 15%-kal kisebb lesz, ha a következő képletekkel számolunk.

$$R_a = \frac{0.85}{2\pi f_0 C_T}; L_1 = \frac{0.3}{(2\pi f_0)^2 C_T}$$

A gyakorlatban valamely erősítő tervezésénél a következőképen járunk el: A maximális frekvencia, melyet át akarunk vinni adott, ennek megfelelően később közölt szempontok figyelembevételével, kiválasztjuk a megfelelő erősítő csövet. C_t értékét ezután ennek alapján az előzetes számításokhoz megbecsüljük és a közölt képletek (melyeket később a különböző kompenzációs módok számára táblázatosan közlünk) segítségével kiszámítjuk a munkaellenállást és a kompenzáló elemeket. Az erősítő megépítése után C_t a leírt módon mérhető és szükség szerint a számításokat ennek megfelelően javítani kell. A tekercsek végső pontos értékét úgy is kísérleti úton — mérve az erősítést a frekvencia függvényében — szokták megállapítani.

3. Nagyfrekvenciás tekercsek soros rezonanciája: Az általános elrendezést a 8. ábra tünteti fel.



8. ábra.

Szélessávú erősítő, amelynek nagyfrekvenciás kompenzálása (nagyfrekvenciás) tekercs soros rezonanciájának felhasználásával történik.

L_2 tekercs C'' -vel soros rezonanciát ad. Ennek a kompenzációs módnak az előnye, hogy elválasztja C' -öt C'' -től, így nagyobb erősítés érhető el fokozatonként, és a konstans időkésleltetéstől való eltérés is kisebb, mint az előbb említett kompenzálás esetén. C kapacitása miatt ugyanis

$$V_o = \frac{V_s R_a}{\sqrt{1 + (2\pi f C' R_a)^2}}$$

feszültség lép fel az erősítőcső anódján, ez a feszültség rezonancia révén C'' -n növekszik és így

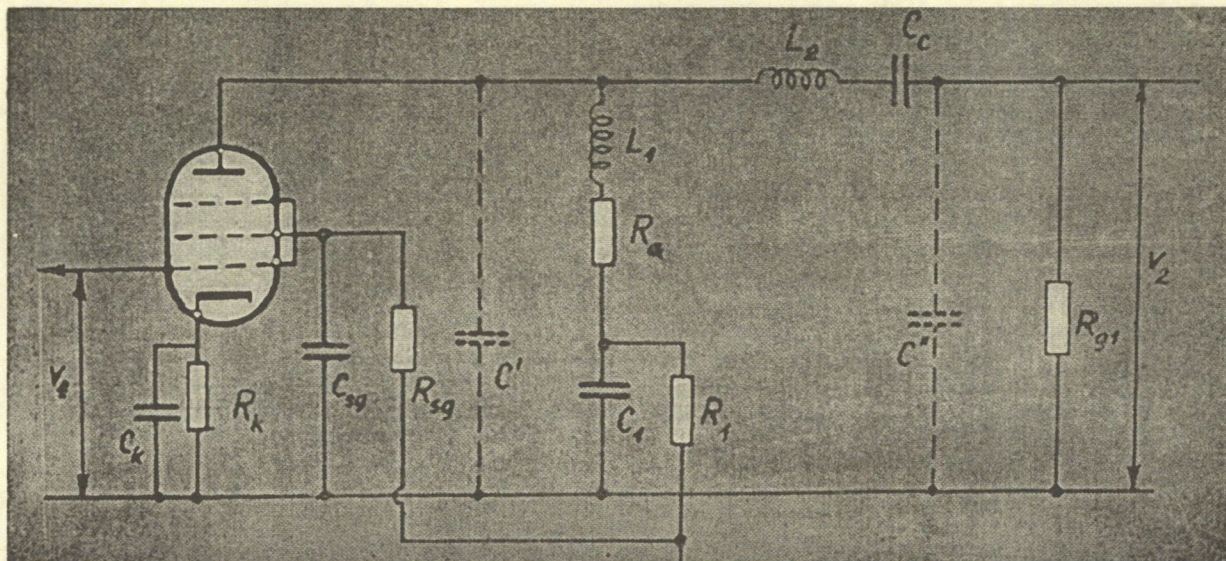
C' csökkenő hatása is kompenzálódik. Kedvező kompenzálás érdekében szükséges, hogy $C''/C' \geq 2$. Ez esetben a munkaellenállás és a kompenzáló tekercs önindukciója a következő képletek alapján számítható:

$$R_a = \frac{3}{2} \frac{1}{(C' + C'') 2\pi f_0} \quad L_2 = \frac{2}{3} (C' + C'') R_a^2$$

A képletben szereplő f_0 = a maximális átvitt frekvencia. A mint látható a fenti képletekből soros rezonanciával 1.5-szer akkora erősítés érhető

9. ábra.

Szélessávú erősítő, melyben a párhuzamos és soros kompenzálás együtt nyert felhasználást.



el, mint parallel rezonanciás kompenzálás esetén.
 4. Nagyfrekvenciás tekercsek soros és parallel rezonanciájának felhasználása kompenzálásra. Ha az előbb ismertetett két különböző kompenzációs eljárást egyesítjük, még előnyösebb megoldás nyerhető. A kapcsolási vázlat a 9. ábrán látható. A kapcsolatban szereplő értékek helyes megválasztása esetén 80%-al nagyobb erősítés érhető el, mint az egyszerű parallel rezonanciás kompenzálás esetén.

A kompenzálás feltétele, hogy $C'/C = 2$; a munkaellenállás és a két kompenzáló tekercs önindukcióját az alábbi képletek szolgáltatják:

$$R_a = \frac{1.8}{2\pi f_0 (C' + C'')} \quad L_1 = 0.12 (C' + C'') R_a^2 \\ L_2 = 0.52 (C' + C'') R_a^2$$

A különböző nagyfrekvenciális kompenzációs eljárásokat az alábbi táblázatban foglalhatjuk össze: Δt -vel az állandó időközletetéstől való eltérést jelöljük és sec-ban mérjük.

Ábra sz.	A kompenzálás típusa	$\frac{R_L}{2\pi f_0 C_T}$	ΔT μ sec	L_1	L_2	$\frac{C_2}{C_1}$
	nincs	1	$\frac{0.035}{f_0 \text{ MHz}}$			
2	parallel	1	$\frac{0.0231}{f_0 \text{ MHz}}$	$0.5 C_t R_a^2$		
8	soros	1.5	$\frac{0.0113}{f_0 \text{ MHz}}$		$0.67 C_t R_a^2$	2
9	parallel és soros	1.8	$\frac{0.015}{f_0 \text{ MHz}}$	$0.12 C_t R_a^2$	$0.52 C_t R_a^2$	2

Wheeler javaslatára az előbbi megoldáshoz hasonlóan munkaellenállásnak, illetve csatolóelemeknek egy alkamasan megválasztott sávszűrőt használnak, ilyen módon még jobb kompenzálást érhetünk el. A számításokat a „Vierpol” elmélet alapján végezhetjük el. A maximális elérhető erősítést $G = \frac{S}{\pi f_0 \sqrt{C' \cdot C''}}$ összefüggés adja.

Erősítőcsövek megválasztása.

A csőgyárak szélessávú erősítők céljaira különleges csöveket hoznak forgalomba. Mivel csak kis munkaellenállást alkalmazhatunk, hogy fokozatonként mégis nagy erősítést érthessünk el nagymeredekségű csöveket kell felhasználnunk. A

$$G = \frac{S}{\pi f_0 \sqrt{C' \cdot C''}} \quad \text{képletből, mely az egy csővel}$$

szélessávú erősítő esetén elérhető maximális erősítést adja kitűnik, hogy az elektrodák (anód-

katód, rácskatód) közötti kapacitásnak lehetőleg minimálisnak kell lennie. A következő táblázatban közöljük a szélessávú erősítők céljaira készült csövek anódáramát munkaponti meredekségét fontosabb elektroda kapacitásait a határfrekvenciát (f max-al jelöljük és MHz-ben mérjük) ameddig a cső még használható erősítésre. A határfrekvenciánál a cső erősítése sávszűrős kompenzálást feltételezve lecsökkent 1-re. $f_{\max}$ azonkívül számértékre egyenlő sávszűrős kompenzálás esetén valamely tetszés szerint frekvenciánál elérhető maximális erősítés, szorozva az illető frekvenciával MHz-ben mérve. Pl. a 6AC7 2 MHz-nél maximálisan 220 szorososan erősít: $2 \times 220 = 440 f_{\max}$ kiszámításánál csak a cső kapacitásokat vettük figyelembe; a vezeték és foglalat kapacitások a viszonyokat még jelentősen lerontják, úgy hogy parallel és soros kompenzálást feltételezve $f_{\max}$ -nak a gyakorlatban még az 5-ödét sem igen lehet elérni.

Amerikai cső típus	Anódáram	Meredekség	Rács-föld	Anód-föld	$f_{\max}$
6AC7 — 1852	10 mA	9 mA/v	11 pF	5 pF	440 MHz
6AG7	52 mA	8 mA/v	13 pF	5 pF	300 MHz
6AB7 — 1853	12.5 mA	5 mA/v	8 pF	5 pF	300 MHz
6SH7		5 mA/v	8.5 pF	7 pF	250 MHz
európai típus					
EF 50	10 mA	6.5 mA/v	7.8 pF	5.3 pF	284 MHz
EFF 50	10 mA	10 mA/v	9.4 pF	5.5 pF	440 MHz

IRODALOM:

	oldal
F. E. Terman: „Radio Engineers Handbook“ Mc Graw-Hill Book Co.	413—434
V. K. Zworykin and G. A. Morton: „Television The Electronics of Image Transmission“ John Wiley and Sons	394—440
S. W. Seeley and C. N. Kimball: „Analysis and Design of Video Amplifiers“ „RCA Review“ 1937 okt. „RCA Review“ 1939 jan.	171—183 290—308
Freeman and Schantz: „Video Amplifier Design“ „Electronics“ 1937 aug.	
F. A. Everest: „Wide Band Television Amplifiers“ „Electronics“ 1938 jan.	16—19
H. A. Wheeler: „Wide-Band Amplifiers for Television“ „Proceedings I. R. E.“ 1939 jul.	429—437
K. Brückenstein: „Ausgleichsschaltungen in Breitbandverstärkern“ „Fernseh G. M. B. H.“ 1941 nov.	90—102
E. Riegel: „Formeln und Nomogramme zur komplexen Berechnung von Breitbandverstärkern“ „Funktechnische Monatshefte“ 1942 szept.	121—132
W. L. Emery: „Ultra-High-Frequency Radio Engineering“ The Macmillan Comp	75—92

A Rotary-rendszerű gépesített távbeszélő központok legújabb fejlődése

KOZMA LÁSZLÓ

A Standard rotary-rendszer az 1920-as évektől kezdve állandó fejlődésen ment át. Az első gépek még mágneses meghajtásúak voltak, de hamarosan megjelentek a ma használatos fogaskerék meghajtású gépek. Az első általánosan elterjedt rendszer 7-A-nak hívták, elnevezését később 7-A₁-re módosították, megkülönböztetésül az ujjonnan megjelent 7-A₂-vel szemben. Nagyobb kapacitású központok részére ez a ma legismertebb s a legjobbnak ítélt rotary rendszer és amióta az Egyesült Államokba is bevonult, a világ minden részében fellelhető. A 7-A₂ azonban nem lehet az utolsó állomás a rotary fejlődésében. A fejlesztési munka nem áll meg és ha a háború közbe nem jön, akkor egy új rotary rendszer talán már teljesen készen is lenne. A háborús évek alatt, noha a németek megtiltották, valamilyes fejlesztési munka folyt az antwerpeni *Bell Telephone* gyárban. Ugyancsak a new-yorki *Federal* gyárban is. Az antwerpeni gyár új rendszerét 7-E-nek nevezte el (a new-yorki 7-U-nak). A fejlesztést meghatározó irányelvek közül nem az eladási ár csökkenése volt a döntő, hanem az élettartam növelése, a karbantartás egyszerűsítése és különösen a gyártási és szerelési idő csökkentése. Ezeken felül természetesen a központnak oly minőségi szolgálatot kell nyújtania, amely megfelel a modern átviteli technika követelményeinek.

Általános az a törekvés, hogy az új rendszer mindenféle nagyságú és forgalmú hálózatot kielégítsen, továbbá, hogy benne csak egyféle kapcsológép kerüljön felhasználásra.

A kapcsológépeknél figyelembe veendő szempontok: Érintkezőinek minősége, kapcsolási ideje, multiplikációja, ára, mint élettartamának és teljesítményének függvénye.

Forgórendszerű kapcsológépen egyszerre több mint egy hívást nem tudunk felépíteni. Az ideirányuló kísérletek kudarcot vallottak, még az is, mely csak két kapcsolást akart egy gépen át lebonyolítani. Ezért alakult ki az a felfogás, hogy az alkalmazandó új kapcsológép typust az olesó és egyszerű, egy mágneses híváskereső típusú rotary gépből kell kifejleszteni. Két tényező döntött a 100 pontos gép mellett. Az egyik, hogy egy olyan megoldást sikerült kidolgozni, amely a 100 pontos gépek használata mellett is a kimenő átkérő trun-

TREND OF DEVELOPMENT OF THE ROTARY TYPE AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGES

The present article is the extract from a lecture given in the Trade Union of Hungarian Engineers on a trip to Western Europe undertaken in order to study there the recent development in the field of automatic telephone switching. Detailed information is given concerning the general principles and main characteristic features of the so called 7E system worked out by the Bell Telephone Manufacturing Company of Antwerp. Difficulties met in connection with the new switch are mentioned and the expected solutions are explained. On hand of simplified diagrams and sketches interesting details of the circuits and equipment lay-outs are shown. It is pointed out that during development of the new system the greatest attention was paid to the problems of interworking with existing rotary exchanges 7A₁- and 7A₂.

kök gazdaságosan nagy csoportjait tudja képezni többletkeresők alkalmazásával. A második tényező az volt, hogy az úgynevezett lépcsőzést reszletes tanulmány tárgyává tették és kitűnő eredményekre jutottak.

A surlódó kefe nem tökéletes megoldás. Vagy nagy a nyomás, s akkor a kefe reszel, vagy kicsi a nyomás (nagyobb felület mellett) s akkor a kefe fényesít és átmeneti ellenállást okoz. Az a nyomás, amely még nem reszel, nem elégséges a jó érintkezéshez. Az antwerpeni *Bell Telephone* gyárban éveken át kísérleteztek egy olyan keresőgép megoldással, amelynek forgókeféi nem surlódnak, hanem egy kis gördülő kerékkel vannak ellátva, amely a csúcsokon való átforgás közben ad érintkezést. Ez úgy van megoldva, hogy minden csúcssorral párhuzamosan egy fémív van elhelyezve, s a görgők az egyes csúcsokat ezzel a fémívvvel kapcsolják össze. Ilymódon az eddig használatos u. n. tápláló kefe megszűnt létezni. A görgő akár 300 gr nyomással is foroghat, számottevő kopást nem okoz és oszcillograffal megvizsgálva kitűnő érintkezést mutat. Az ívet, mely a kivezetést biztosítja, csak egy vékony szigetelő réteg (valószínűleg bakelit öntéssel fog készülni) választja el a csúcsoktól, tehát az ív magassága az elrendezés következtében nem emelkedik. Az a körülmény, hogy a forgószerelvénynak elektromos kivezetése nincs, nagyon fontos. A mintadarabok, amelyek ilyen megoldással készültek, szép eredményeket mutatnak, de még mindig nem biztos, hogy ezt fogják végül is kapcsológépül elfogadni. Az ok a multiplikációban keresendő, melynél a nem hegeszthető szalagkábel alkalmazását ki akarják küszöbölni.

A legutolsó tervek szerint egy teljes keret gépeinek íveit állomásonként teljes hosszban, egy darabban állítanák elő. Az összeköttetéseket csupasz drótok biztosítanák, amelyekhez hegesztéssel erősítenék a csúcsokat és azután bakelittel kiöntve merevítenék meg. Az ismert keresőgép kapacitással és 180°-kal eltolt kefékkel, egy teljes keret 50, ill. 51 drb ilyen bakelitöntésből állana. Nehézségekre számítanak az ilymódon gyártott íveknek görgős forgókefékkel való felhasználásá-

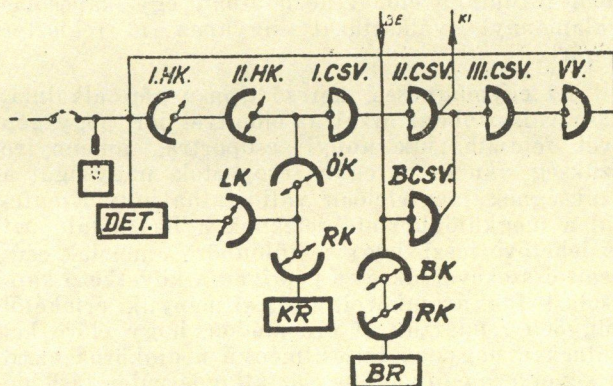
nál, de semmi kétség, előbb-utóbb megtalálják a megfelelő megoldást.

Elvileg így egy teljes keret egy gépet alkotna, amelyen egy időben annyi kapcsolást lehet felépíteni, ahány forgó rész van.

Éppen azért mert az új gép kialakulása még esetleg 1–2 évig is eltarthat, másrészt az új rendszer egyéb szempontból már készen van, határozották el Antwerpenben, hogy az új rendszert létező, kissé módosított keresőgépekkel, egy 800-as kis központban kipróbálják. A felhasználásra kerülő gépek tehát még az ismert szalagkabel multiplikációval bírnak.

A továbbiakban ismertetem az új rendszer néhány alapvető tulajdonságát. Részletes ismertetésről természetesen itt szó nem lehet, noha éppen a részletekben rejlik az a rengeteg érdekes fejlesztési munka, amit a háború előtti utolsó években erre fordítottak.

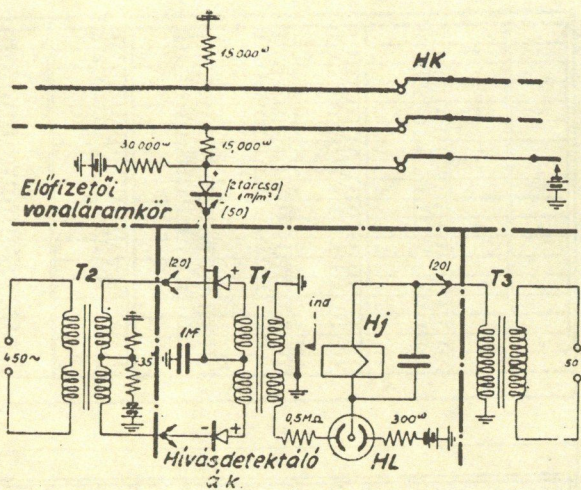
Az első lényeges pont az, hogy a központ valamennyi kapcsológépe azonos. Az 1. ábrán látható egy tipikus 10.000-es központnak a kapcsolási diagramja. Valamennyi gép, amely a beszéd-áramkör felépítésében részt vesz, 5×100 pontos gép, míg a regisztert kapcsoló gépek kapacitása 10×50 pont. A két gép között a különbség csupán a forgórész keféinek az elrendezésében van, állórészei egyébként azonosak.



1. ábra.

Az előfizetői vonaláramkörben jelfogókat nem találunk mindössze 4 db ellenállást és 1 db kis egyenirányítót. Ezeket egy kis dobozba helyezük, amelyeket a teherelosztó vízszintes oldalán levő, erre a célra készült kapcsolóhüvelysávba dugaszolhatunk. Az ellenállások értéke, illetőleg az egyenirányítók kapcsolása jellemzi az előfizetőt. Könnyebb megkülönböztetés végett a különböző előfizetőkhez tartozó dobozokat más és más színben készítik, így pl fekete dobozban vannak az egyéni állomás szerelvényei, valamilyen más színű, a PBX csoport első és utolsó vonala. Azonkívül különböző színűek még a speciálisan kezelt előfizetők szerelvényei, mint pl korlátozott, távollévő vagy változott-számú előfizetők. Ha a kis dobozt eltávolítjuk, akkor a rendszer üres vonalat jelez.

Hívó jelfogó helyett 50 vonalanként egy közös hívó áramkör van. Ennek a közös hívás detektornak tartozékai egy kis transzformátor, két egyenirányító, egy hideg katódos cső és egy jelfogó. Ha egy előfizető hív, akkor a hideg katódos cső anód-áramkörében levő jelfogó meghúzás és elindítja azt a folyamatot, amely egy regisztert kapcsol a hívó előfizetőnek.

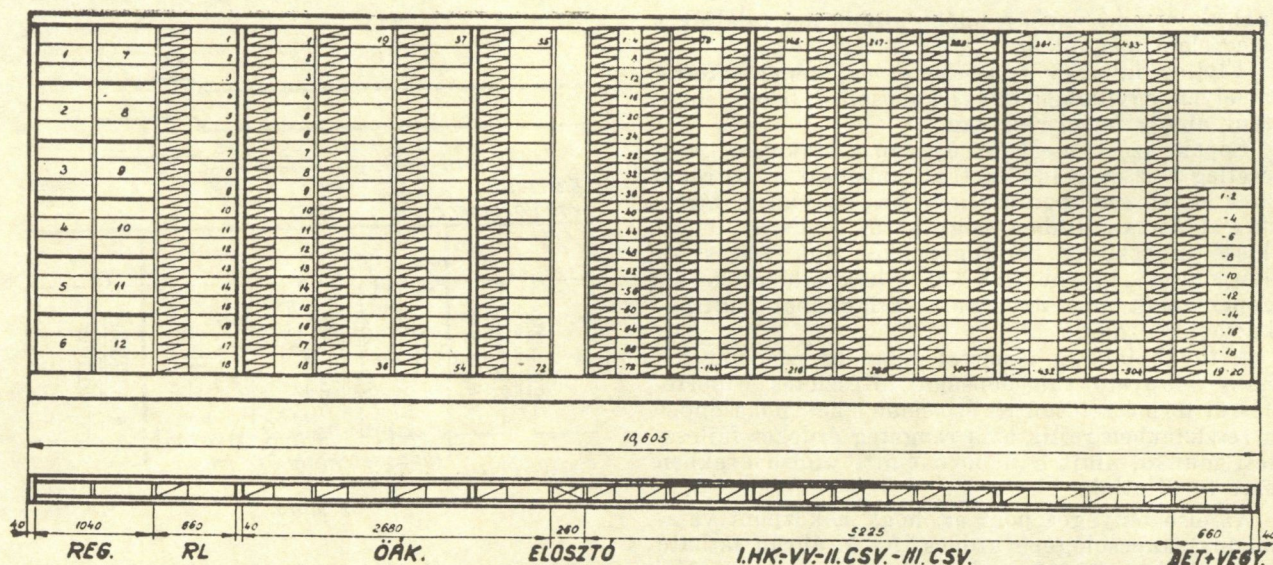


2. ábra.

Érdeemesnek tartottam ezt az áramkört bemutatni (2. ábra). Azok, akik már próbálkoztak hívó jelfogó nélküli előfizetői áramkör tervezéssel, fogják értékelni ezt az ügyes kapcsolást. A szokásos megoldásokban a nehézség mindig abban állott, hogy az egyes vonalak levezetéseinek áramai összeadódottak és hívást okoztak. Itt azonban a hívás feszültsége mérésén alapul. Mint látható, egy 450 periódusú hangnak útját állja két egyenirányító mindaddig, amíg a közösített hívópont feszültsége -35 Volt alá nem száll: akkor a váltóáram a T1 transzformátoron át kigyullasztja a hideg katódos csövet, amelynek anódáramkörében lévő közös hívó jelfogó meghúzás és hívást kezdeményez.

A hideg katódos csőnek 3 elektródája van, két katód és egy anód és neonnal és argonnal van töltve. A cső bizonyos feszültségnél (kb. 70 V.) a két katód között gyullad ki és ekkor anódáram indul meg, amelynek értékét az anód feszültségén kívül a külső ellenállás határozza meg és felmelegedhet 20–30 mA-re is.

Egy lényeges újítás az új rendszerben, hogy a regiszter kapcsolása nem a megszokott irányban, előfizetőtől a regiszter felé, hanem inkább fordított irányban történik. A hívás detektáló áramkör először is lefoglal magának egy regisztert kapcsoló áramkört, amely aztán egyidejűleg igénybe vesz egy regisztert és egy összekötő áramkört. Ez utóbbinak II. híváskeresője itt ugyanúgy dolgozik, mint egy harmadik csoportválasztó az ismert rendszerekben. A regiszter kapcsoló áramkörök 1000 előfizetőnként képeznek egy csoportot, ugyanígy a második híváskereső. A hívást detektáló áramkör jelzi a regiszternek a hívó 50-es csoport azonosságát és a regiszter ennek segítségével a második híváskeresővel egy választást végeztet arra az emeletre, amelyben a kívánt első híváskereső foglalnak helyet. Az első híváskereső működését szintén a regiszter vezérli; a kiválasztott híváskereső addig forog, amíg a hívó állomás csúcsait el nem éri. A kapcsolás gyorsítása céljából úgy a második, mint az első híváskereső alcsoportokba vannak osztva, egymáshoz képest egyenlő távolságban elhelyezett normál pozíciókkal és a hívásokat a regiszter úgy irányítja, hogy a hívások nagy %-ában a gépeknek csak egy töredék fordulatot kell végezniük. Időmérésnek bizonyítják, hogy a hívásoknak 98%-a 1.4 mp átlagos idő alatt kap szabad regisztert. Ennek a kapcsolási módnak lényege, hogy egy hívás



3. ábra.

számára egyszerre csak egy gép forog kapcsolási fokozatonként.

Miután az összekötő áramkörök 1000 állomásenként egy csoportot képeznek, könnyű volt az egész központot felosztani 1000-es csoportokra. Egy ilyen 1000-es sornak a kereteit a 3. ábra mutatja. Ennek az elrendezésnek elsősorban az az előnye, hogy a központi kábelezés egyszerűsödik, mert a kábelezésnek magyrésze a soron belül marad és csak a II. csoportválasztókkal és a regiszterekkel kapcsolatban van szükség a sorok közti kábelezésre is. További előnye ennek az elrendezésnek az is, hogy a teljesen szabályos soronként ismétlődő berendezés lehetővé teszi a központoknak lépésenként történő kifejlesztését anélkül, hogy esetleg már üzemben lévő kereteken dolgozni kellene.

Egy új emelet jelölési módszert is kidolgoztak. Ennek lényege az, hogy a központban belül valamennyi híváskereső csoport- és vonalválasztó gép választását a regiszter vezérli, mégpedig a gépek íveire kapcsolt megkülönböztető elektromos jelzésekkel. Az antwerpeni megoldásban ezek a megkülönböztető elektromos jelzések különböző fázisú és feszültségű váltóáramok. Az áramot egy háromfázisú 450 periódusú váltóáramú generátor szolgáltatja, s ezt a háromfázisú váltóáramot elvezetjük a keretekhez és ott transzformátorok segítségével 12 különböző, egymáshoz képest 30°-kal eltolt váltóáramot kapunk. A működés alapelve az, hogy a választógép forgása közben a csúcsra talált megkülönböztető jeleket beküldi a regiszterbe, amely azt egy előre kapott, számjegyek alapján meghatározott fázisú váltóárammal összehasonlítja. Amikor a két áram fázisban van, akkor a regiszter leállítja a forgó gépet és az így megtalált áramkört foglalttá teszi. Az összehasonlító áramkörben szintén egy hideg katódos cső szerepel.

A regiszterből való vezérlésnek néhány nagyon fontos következménye van. A csoport- és vonalválasztók megszűnnek önálló áramkörök lenni, amelyek — mint a 7-A₂ rendszerben — pl impulzusok fogadása után önmaguk végzik el a választást. Az új rendszerben a csoport- és vonalválasztó áramkörök tartozéka a kapcsológépen kívül mindössze két egyszerű jelfogó. Ez a két jelfogó

azonos valamennyi híváskereső-, csoport- és vonalválasztó áramkörben. A megkülönböztető váltóáramok pozitív jelzést nyújtanak s így rossz választás, pl hibás impulzusküldés következtében nem fordulhat elő. A központban egy kapcsolás valamennyi választását ugyanaz a regiszter vezérli.

Az egymágneses, kereső típusú gép alkalmazása választóként azzal az előnnyel jár, hogy gép ívét feloszthatjuk annyi csoportra, amennyire szükség van és az egyes csoportok nagyságát a szükségnek megfelelően változtathatjuk. Ezenfelül a megkülönböztető jeleknek a használata azt is lehetővé teszi, hogy a különböző emeletek csúcsait összekeverjük és a gép ívén a következő kapcsolási fok áramkörét teljesítményük értékétől függően rendezzük el oly módon, hogy előre kerüljenek a nagyobb teljesítményű áramkörök azzal a következménnyel, hogy az átlagos választási idő csökken. Ez az idő amúgy is megrövidül, miután az új rendszerben a választás csupán a gép forgásából áll és ezt nem előzi meg semmilyen impulzus küldés.

A PBX csoportkeresés hasonló a 7-A₂-ben ismertetett elrendezéshez. Mint már említettük, akár melyik állomásból tudunk PBX csoport első állomását képezni azáltal, hogy a dugaszolható előfizetői áramkört megfelelő másik dobozra csatlakoztatjuk ki. A PBX keresést a keresőgép nem lépésenként, hanem egy mozdulattal végzi és utána rááll vagy az első szabad állomásra, vagy pedig az utolsó vonalon mindenképpen leáll. Interurbán hívás esetében, ha a PBX keresés eljutott az utolsó állomásig és azt is foglaltnak találta, akkor az interurbán regiszter megismétli úgy a választást, mint a PBX keresését, de most már azt is megvizsgálja, hogy a foglalt állomások közül melyik helyileg és melyik interurbán foglalt. Azután a választógépet leállítja az első helyi foglalt vonalon.

A választás végeztével a regiszter a választás eredményéről jelzést ad az összekötő áramkörnek, amely szabad előfizető esetén csengető áramot küld ki a hívott előfizető vonalára és csengető hangot ad a hívó előfizető felé. Foglalt állomás esetében a regiszter lebontatja az összekötő áram-

kör által a kapcsolást és foglaltsági hangot ad a hívó állomás számára.

A hideg katódos csőnek, mint a hívás detektornak alkalmazásával elérhetjük, hogy a leveztetéses vonalakat korábban megállapíthatjuk, mint a jelenlegi hívó jelfogókkal. Korábban mielőtt bajt csinálnak, ill. a hívást megakadályozzák. A hideg katódos cső ugyanis sokkal érzékenyebb, mint egy jelfogó és beállítható úgy, hogy már 40.000 ohmos földzárlatokat is jelez. Az ilyen vonalakat a regiszter az összekötő áramkörnek adja át, mely viszont egy közös hamishívás áramkört hív be és lehetővé teszi, hogy a vonalat a vizsgáló asztalról megvizsgálják. Érdekes megemlíteni, hogy az előfizető ilyen leveztetéses vonal ellenére is kezdeményezhet hívást és tárcsázhat. Ha a leveztetés oly nagy méretű, hogy az összekötő áramkör táphíd jelfogója működésében akadályozva van már, úgy természetesen a tárcsázás már nem lehetséges, s az ilyen előfizető ekkor már hívni sem tud.

Többközpontos hálózatban, ha a hívás egy távoli központ felé irányul, akkor a hívó központban levő regiszter a hívó állomástól kapott számjegyeket átküldi a hívott központban levő és a hívó trunkhoz kapcsolódó u. n. bejövő regiszterbe. Ez a számjegy-átküldés váltóárammal és code formájában történik úgy, hogy számjegyenként kb. csak egyötöd mp-re van szükség. A bejövő regiszter a hívást a hívott központban, ugyanúgy építi fel, mint a kezdeményező regiszter a helyi hívást. A váltóárammal való átjelzésnek az az előnye, hogy tandem központokban a jelzéseket nem kell megismételni, mert azok minden további nélkül átjutnak a táphídon. A kezdeményező regiszter megvárja a választás végét és foglalt állomás esetében az összekötő áramkörrel lebontatja az átérő trunkot és a hívott központban igénybevett valamennyi áramkört.

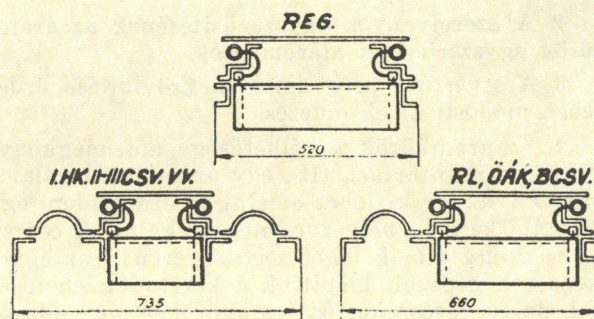
A 7E rendszer rengeteg új jellemző tulajdonságáról lehetne még beszélni. Az eddig több mint 25 éven át szerzett tapasztalatok felhasználásra kerültek a központ valamennyi részének megtervezésében. Így beszélni lehetne a különböző forgalmi megfigyelő, különböző ikerállomásokról, pénzbedobókról, távollévő előfizetők szolgálatáról, azonosításról, de minderre e cikk keretében nincs mód. A központnak teljesítménye állandó ellenőrzés alatt van. Egy újfajta berendezés segítségével a kisforgalmú órákban a hívásoknak egy kis százaléka két regisztert vesz igénybe és ezek egymástól függetlenül a hívott számnak megfelelően két külön kapcsolást építenek fel. A regiszterek csak akkor bontanak le, ha a hívások ugyanazon állomás csúcsaira jutottak el, ellenkező esetben blokkolóznak, s a karbantartó személyzetnek jeleznek. Ha a forgalom egy bizonyos előre meghatározott érték fölé nő, akkor az önellenőrző berendezés automatikusan kikapcsolódik.

Ha ugyanabban a hálózatban több különböző rendszerű központ van, akkor a regisztereket ezeknek megfelelően kell kiképezni. A kezdeményező regiszter elő lehet készítve 7A₂ típusú központok felé szükséges választásokra, a bejövő regiszter pedig úgy van kiképezve, hogy a számokat a hívóállomástól függően a megfelelő áramkörre veszi át.

Most szólnom kell még a központok gyártási problémájáról.

Ezen a 7-E rendszer sok lényeges változást eszközöl. A gépkeretek végleges megoldásáról csak akkor lehet beszélni, ha megoldják a bakelitbe ön-

tött és íveikkekből álló gépíveket. A jelenlegi jelfogó keretek, ha szállítás szempontjából nem is nagyok, de gyártási szempontból igen. Egy egész keret kábelformája nagy egység, mégis egyszerre két személynél több nem tud forrasztani rajta. A gyári áramköri vizsgálatnál is keretenként csak egy ember férhet hozzá és az eredmény az, hogy az egyes áramköröket csak egymásután vizsgálhatja, noha azok áramkörileg önálló egységek. Ha egy kereten pl 20 áramkör van és egy keretnek a legvizsgálása pl t időbe kerül, akkor az első áramkörnek levizsgálása után még 19 t időt kell feleslegesen a gyárban maradnia. A cél tehát *gyártási szempontból kisebb egységeket szerkeszteni anélkül, hogy ezáltal a szerelésnél végzendő munka növekedne.* Így keletkeztek a bedugaszolható (jack-in) típusú áramkörök. Ezek nem újak. Az Ericsson és „By-path” rendszerben megtaláljuk őket. Ha az áramkör elég nagy, (pl összekötő áramkör) akkor egyedül képez egy szerelvényt. Sin helyett egy fémrámát találunk, amelyre fémrudakat erősítünk. Ezekre szereljük a jelfogókat, ellenállásokat, stb. A jelfogósínek tehát eltűnnek. Az egész áramkör egy fémbúra alá kerül, kétoldalt foggantyúval és hátul csúcssorral, amely megfelelő hüvelysorba lesz bevezetve.



4. ábra.

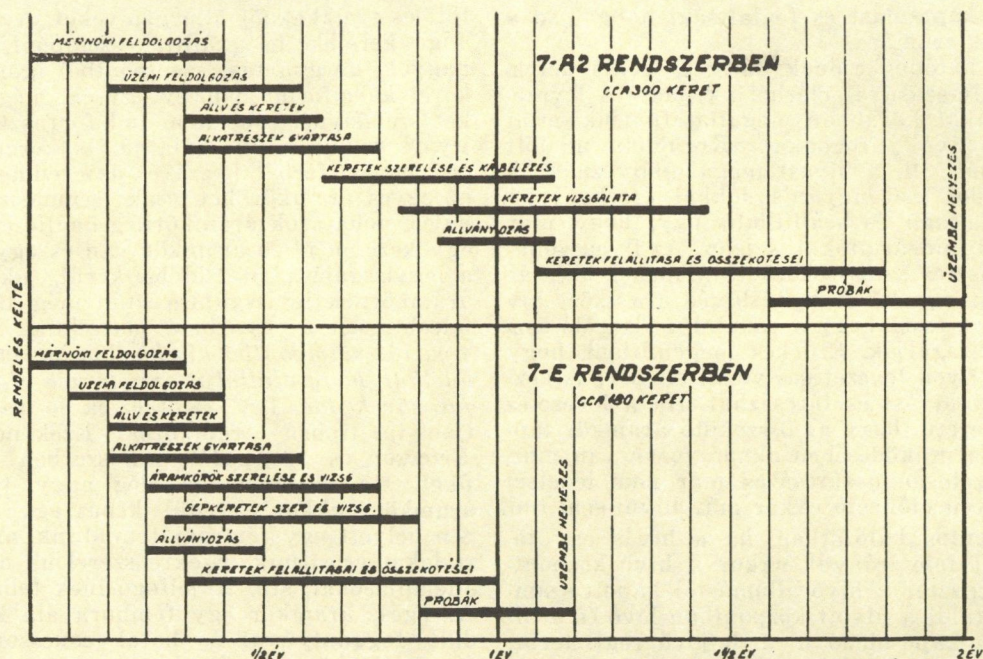
Mint a 3. és 4. ábrákon látható, kisebb áramkörökből többet foglalunk össze.

A jelfogó keretek gyártása a következőképpen történik: A szögvasakból elkészített keretekre felerősítjük a kapcsoló-hüvelysávokat, s azokat összekötjük, egy, a keret tetején, vagy alján levő csúcssávval. Ekkor a keret szállítható és a szerelés már lefektetheti és beforraszthatja a keretek közti kábelezést. Tehát anélkül, hogy áramkörök lennének a kereten. A lényeg az, hogy a központ szerelése egyidőben történhet az áramkörök gyártásával. Amikorra ezek legyártva és levizsgálva a központba kiszállítatnak, akkora a szerelési munka be is fejeződött, s a központ vizsgálata kezdetét veheti. Az áramkörök már kitakarított központba kerülnek és nem kell poros levegőben hónapokon keresztül tétlenségben lenniük, ami mint ismeretes, sok hiba okozója.

Az alább feltüntetett gyártási és szerelési munkaterven (5. ábra.) egymás mellé állítjuk egy 10.000-es központ gyártási programját egyrészt a jelenleg 7-A₂, másrészt a 7E rendszerben. A munkaidő megtakarítás lényeges.

Mint az eddigiekből látható, az új rotary 7-E rendszer legjellemzőbb tulajdonságai:

1. Az áramkörök bonyolultságainak koncentrációja a regiszterekben. Ezek bonyolultabbak, mint a jelenlegi rendszerekben, ezzel szemben a tömeg áramkörök sokkal egyszerűbbek.



5. ábra.

2. A szerelvények egyszerűsítésének az áramkörök egyszerűségét alárendelték.

3. A gyártási programm megrövidítése érdekében módosított elrendezés.

4. Az áramkörök cserélhetősége, ami megkönnyíti a karbantartást. (Ha egy áramkörrel valami baj van, akkor ki lehet emelni és egy padon, egy vizsgáló keretbe helyezve, megvizsgálni. A cserélhetőség egy másik lehetőséget is nyújt: az egyes csoportok gépíveit kiépítjük a keretadta lehetőségig, de forgórészeket és áramköröket nem adunk. Ha egyik csoport túlterhelt, míg egy másikban aránylag több az áramkörök száma, akkor egysze-

rűen az utóbbiakból kiemelünk áramköröket és átrakjuk a túlterhelt csoportokhoz.)

*

A 7-E rendszer sok érdekességet tartalmaz, de nem hoz forradalmi újításokat. Csodakapcsolások nincsenek és a drótnélküli telefonhálózattól még messze vagyunk. Lehet, hogy interurbán beszélgetéseket valamikor drótnélkül fogunk lebonyolítani, de a C. C. I. F. még egyelőre coaxialis kábeleket rakat le. A 7-A₂ még sokáig nem avulhat el és még ha az új rendszer pár év múlva készen is lesz, akkor is a két rendszer összeműködése biztosítva van.

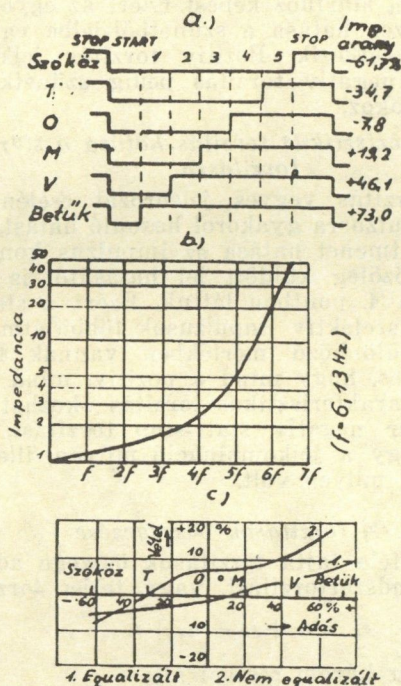
Távirótorzítás

LAJKÓ SÁNDOR

(Befejezőközlemény)

TELEGRAPH DISTORTION (CONCLUSION)

A következőkben Schanck, Cowan és Cory, a Bell System mérnökeinek alapvető fontosságú eredményeit ismertetjük röviden, melyek a modern távirótechnikában, különösen a start-stop-rendszerű teleprinter gépek nagymértékű elterjedése kapcsán, alapvető fontosságúak és döntő befolyást gyakoroltak a táviró mérőtechnikára is.



4. ábra

A rendszer torzításának megállapítása végezt bizonyos kiválasztott kombinációjú jeleket használnak. Mindegyik jelkombinációban két átmenet van: jelből-szünetbe és szünetből-jelbe való átmenet, ezért alkalmas módon meg lehet figyelni az egyik tranziens hatását a rákövetkező impulzusra. Ki lehet mutatni, hogy a vegyes jelsorozat torzítása az egyes jelek torzításainak a függvénye. Ha nincs torzítás az egyes jel átvitelében, akkor a vegyes jelsorozat is torzítatlan lesz. Az átvivő rendszer (szűrő, erősítő, stb.) impedanciájának megfelelő kialakításával, pl. a szűrőkhöz kapcsolt equalizerek segítségével el lehet érni, hogy hat speciálisan kiválasztott jel karakterisztikus torzítása eltűnjön. A felvett hat jel a teleprinter abc-ben: „SZÓKÖZ, T, O, M, V és BETŰK” (l. a 4. a. ábrát). Ha egy-egy jelet fo-

lyamatosan ismételve ad az adó, a vevőoldalon mérve az egyoldalas torzítást, azt találjuk, hogy az nem tér el az illető jel eredeti egyoldalas torzításától, helyesebben impulzarányától. Kimutatható, hogy ha a hat jel karakterisztikus torzítása zérus, akkor valamennyi jelkombinációt torzítatlanul viszi át a rendszer. Elegendő tehát a felforolt hat jelet torzításmentesen, vagy megengedett minimális torzítással átvinni.

E hat jel Fourier-analízise alapján határozták meg a rendszer ideális frekvencia jelleggörbáját. Ezt a 4. b. ábrán látható impedanciagörbe mutatja, ahol a vízszintes tengelyre az $f = 6,13$ Hz alappfrekvencia többszörösei (harmonikusok) vannak felvive. Torzítatlan átvitelhez tehát a hetedik harmonikusig megyünk s mindegyik harmonikusra a min. impedanciát a görbéről leolvas-hatjuk az alapimpedanciához képest.

A 4. a. ábrán bemutatott egy a Standard Vill. Rt. által tervezett és gyártott vívőfrekvenciás távirórendszerben 200 km hosszú légvezetéken (Budapest—Kaposvár közt) végzett méréseimet. A rendszer szűrőit a leírt módon equalizáltuk s amint látható, a mért torzítások mélyen alatta vannak az általános előírásoknak.

5. Szabálytalan torzítás

Ellentétben a szabályos torzításokkal, ez a torzítás akkor lép fel, ha a vonalra valamilyen rendszertelenül bekövetkező és ugyancsak rendszertelenül változó zavaró áram kerül áthallás, légköri zavarok, stb. miatt. Ilyenkor tulajdonképpen jelről-jelre szabálytalanul változó egyoldalas torzítás áll elő.

Ugyancsak szabálytalan torzítást okoz a jel-fogókban vagy más átvivő szervekben bekövetkező pillanatnyi zavar is, pl. kontaktushiba, szerkezeti elemek meglazulása, rossz forrasztás, stb.

A szabálytalan torzítás értéke, ha τ -val jelöljük a jel normális visszaadási késedelmét (az az időkülönbség, ami a kiadott jel egyik keresztmetszete és a vett jel ugyanazon keresztmetszete közt eltelik) és $\Delta\tau_1$ -el, ill. $\Delta\tau_2$ -vel a visszaadási késedelembe való eltérést az impulzus elején, illetve végén,

$$e_{sz} = \frac{(\tau_0 + \Delta\tau_1) - (\tau_0 - \Delta\tau_2)}{\tau} = \frac{\Delta\tau_1 + \Delta\tau_2}{\tau}$$

6. Start-stop torzítás

Az irodalom és a gyakorlat is gyakran foglalkozik a távirótorzításnak ezen speciális fajtájával, melyet a géptávirókkal kapcsolatban értelmeztek. Itt most a start-stop rendszerű és az ú. n. ötös nemzetközi abc-vel működő géptáviróra vonatkoztatva ismertetjük ennek a „készülék torzítás”-nak mibenlétét.

Magát a start-stop rendszerű távirót ismertnek tételezve fel, annak csak röviden összefoglalt elvét ismertetjük. A start-stop jelsorozat egy start-impulzussal indul, mely rendszerint jelszünet és különböző szelektív impulzusokból áll, amelyek vagy jelszünetek, vagy jelek és egy stop-impulzussal végződik, mely rendszerint jelimpulzus. A vevőmechanizmus a startimpulzusra indul meg, pontosabban a start-impulzus kezdeti átmenetekor és olyan a sebessége, hogy mielőtt a stop-impulzus befejeződne, a gép már körülfordul, eléri stop-helyzetét és mindaddig állva marad, amíg a következő start-impulzust meg nem

kapja. Így az a csekély különbség, ami az adó és vevő sebessége között van, megakadályozza több késedelem felhalmozódását, mint egy teljes íel (betű) időtartama. Mivel a vevő minden egyes start-átmenettel újból indul, a szelektív impulzusok kiválasztásának időpontja (annak a vevőszerv által történő „kitapogatása”) a start-kiválasztáshoz igazodik. (L. az 5. ábrát).

Az impulzus sorozat átmeneteinek sietése, vagy késedelme a normális időpontjukhoz képest adják ki a start-stop torzítást. Értékét az a különbség adja, ami a start impulzus visszaadási késedelme (τ_0) és a legynagyobb figyelembejövő impulzus eltolódás között fennáll időegységben kifejezve. Az 5. ábrán az (A) rajz az adott jelet mutatja, a (B) rajzon pedig feltüntettük az állandó τ_0 visszaadási késedelemmel torzítatlanul vett jelet. Alája rajzoltuk a vevőszerv impulzus kiválasztási időpontjait, melyek torzítatlan esetben mindig az impulzusok közepére esnek, ki-veve a start és stop impulzust. A (C) rajz egy torzítva vett jelet mutat, feltüntetve az egyes impulzusok $\Delta\tau$ eltolódásait a normális τ_0 -hoz képest. Látható, hogy ahhoz, hogy a vevő a szelektálást még el tudja végezni, ez a $\Delta\tau$ nem lehet nagyobb, mint az alsó skálán feketével rajzolt sáv. A vevőnek tehát csak egy kicsi időre van szüksége ahhoz, hogy minden impulzusból szelektálni tudjon. A fennmaradó rész mint tartalék szerepel és így határt ad meg, t. i. azt, hogy meddig szenvedhet torzítást. Minél nagyobb a jeltorzítás, annál kevesebb tartalék marad arra a célra, hogy a vevőkészülék hibáit, beállítási ingadozásait, vagy az adó és vevő közötti sebesség különbséget áthidalja.

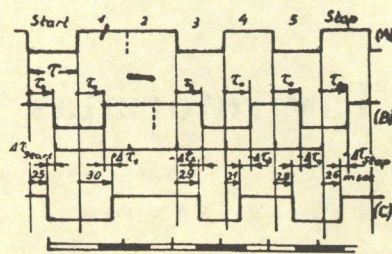
Ezt a megengedhető maximális torzítást, amely mellett a vevő helyesen szelektál, a rendszer *határtorzításának* nevezzük. Az ábra alapján a start-stop torzítás kifejezéséhez

$$\delta_s = (\tau_0 - \tau_{start}) - (\tau_0 - \tau_x) = -(\tau_{start} - \tau_x)$$

Ezen idő viszonya a legrövidebb impulzus időtartamához adja a torzítást:

$$e_s = \frac{|\tau_{start} - \tau_x|_{\max}}{\tau}$$

Attól függően, hogy $\tau_x < \tau_{start}$, vagy $\tau_x > \tau_{start}$, a torzítás pozitív, vagy negatív. A start-stop torzítás nagysága nem egyezik az általános jeltorzítás nagyságával. Pl. az 5. ábrán felvett értékek szerint, 50 B-os sebesség mellett ($\tau = 20$ ms), $e_{s\text{ált}} = (30-21):20 = 0,45$, vagy 45%, míg $e_s = (25-30):0,25$, vagy 25%.



5. ábra

Általában a rendszer határtorzítása 35–40% között van előírva, vagyis az összes torzítások összege kisebb legyen ennél.

Még foglaljuk össze röviden az egyes táviró-torzítások hatását a start-stop torzításra.

a) Az egyoldalas torzítás hatása a start-stop torzításra

Mivel az egyoldalas torzítás hatása minden impulzusra egyforma és a szokásos készülékeknél a start átmenet mindig jeltől-szünetbe történik, az utána következő jelszünet átmenetek nincsenek eltolva a starthoz képest. Ezért az egyoldalas torzítás összes hatása a szünetből-jelbe való átmenetnél keletkezik. Pozitív torzítás jelkezdeti késedelmet, negatív torzítás pedig szünetkezdeti késedelmet okoz.

b) A karakterisztikus torzítás hatása a start-stop torzításra

Ez a torzítás vegyes jelsorozat esetén nem minden impulzusra gyakorol hasonló hatást, mert minden jelátmenet hatása az impulzus kombinációra az előzőleg küldött jel hatásától is függ, amint azt a 4. pontban láttuk. Ezért a start-átmenet és a szelektív impulzusok többi átmenetei általában különböző mértékben vannak késeltetve. Érdekes, hogy mind a pozitív, mind pedig a negatív karakterisztikus torzítás okozhat akár pozitív, akár negatív start-stop torzítást, attól függően, hogy a jelkombináció milyen, illetve a megelőző jel milyen volt.

7. A torzítások összegzése

A különféle fajta torzítások összege adja ki az ú. n. rendszertorzítást, vagy teljes torzítást:

$$e_r = e_e + e_k + e_{sz} + e_s$$

Az összeg három részből áll:

Szabályos torzítások (egyoldalas és karakterisztikus).

Szabálytalan torzítás.

Készüléktorzítás.

A MIKROHULLÁMÚ TECHNIKA ELEMEI II.

Mikrohullámok gerjesztése

BARTA ISTVÁN

A rádiótechnika fejlődésével folyamatosan együtt járt az a jelenség, hogy a hullámhosszok állandóan csökkentek. A legelső Marconi rendszerű adók még több km-es hullámhosszon dolgoztak, a későbbiek folyamán pedig igénybevevették azt a sávot, amit ma középhullámnak nevezünk. A rövidhullámú technika is csak egy-két évtizede, hogy kifejlődött és természetesen csak a második világháború óta hallunk sokat az ultrafrekvenciás leadókról. Ezek ma már messze kintöltek a laboratóriumi kísérletezésekből és máris a legnagyobb teljesítményeket is ki tudják sugározni 10.000 MHz-en vagy még magasabb frekvencián. Ez nemrég még elképzelhetetlen volt, de a tudományos erőfeszítés serkentve a háborús követelményektől megtalálta ily frekvenciájú rezgéskeltésnek is a lehetőségeit. Cikksorozatunk célja megismertetni ezeket az új technikai eredményeket és ezek módszereit. Ezen cikkünkbe a rezgéskeltés módjával kívánunk foglalkozni.

A frekvencia növelésének egyik módja volt, ugyanazon elvek szerint tovább dolgozni, mint ez az alacsonyabb frekvenciájú technikában szokásos volt. Hamarosan kiderült, hogy a szívesen használt tetroda és pentoda típusú oszcillátor csövek ezen frekvencia tartományban elvesztik nagy előnyeiket és csak hátrányok maradnak meg. Ezek: a segédrács által okozott nagyobb bemenő kapacitás és a megkövetelt távolságok által okozott nagyobb repülési idő. A segédrácsok effektív átblokkolása is nehéz a kivezetők induktivitása következtében. Ezért általában az ultrafrekvenciájú rezgéskeltés egyik módja a negatív rúdsú trióda használata.

Az ultrarövid oszcillátorokkal szemben különböző feltételeket támasztunk. Ezek a következők: A keltett feszültség formájának nem kell tökéletesen szinuszosnak lenni, de lehetőleg korlátozott felhang tartalma legyen. A keltett frekvenciának állandónak kell lenni. A kimenő feszültség állandósága kevésbé fontos és még kevésbé fontos a kimenő impedancia állandósága. Igen lényeges a direkt modulálhatóság; ez ebben a hullámkörzetben amplitúdó vagy frekvencia moduláció kell, hogy legyen és ezért kell a rezgőcsövet direkt modulálni, mert több ezer MHz-nél nem lehetséges moduláló erősítő használat.

Ezen követelmények között legfontosabb a frekvencia stabilitás. Ennek lényege látható abból, hogy pl 1000 MHz vivőfrekvenciánál 10^{-6} fokú

stabilitás — melynek elérése már egy igen nehéz feladat — 1000 Hz frekvencia változást okoz és hogy a technikailag elérhető 10^{-4} stabilitás esetén akkora már a változás, hogy az antennánál és különösen a vevőgépeknél megsokszorozódnak a nehézségek. A frekvencia instabilitását a feszültségek vagy a rezgőköri elemek változása okozza. Az előbbi a csövek erősítését és dinamikus kapacitását változtatja, valamint a fejlődő hőmennyiséget; ez utóbbi a súlyosabb tényező. A rezgőköri elemeknél nehéz a konstrukciót oly módon elkészíteni, hogy az minden körülmények között stabil működést eredményezzen. A frekvencia független kell hogy legyen öregedéstől, hőmérséklettől, nedvességtől és mechanikai rázkódástól. Az öregedés elkerülésére nagy állandóságú anyagokat (ötvözeteket, kerámiákat) használnak fel. Rázkódások hatásának elkerülésére nagy szilárdságú merev konstrukció szükséges. Nedvesség hatása elkerülhető, ha a rezgőkör elemeit, esetleg légmentesen zárt edényekbe forrasztják be. A hőmérséklet hatásának kiküszöbölése a legnehezebb. Pl sok ultrafrekvenciás leadónak (repülőgépen) $-40^{\circ} - +60^{\circ}\text{C}$ -ig kell zavartalanul működnie. Ilyen hőmérsékletkülönbség mellett a vörösréz hosszát 1,6 százalékkal és ellenállását 50%-kal változtatja. Miután pedig a rezgőkörnek használt Lecher-vezeték az alapfrekvenciáját a hosszával fordított arányban változtatja, látható, hogy különleges óvintézkedések és konstrukciós anyagok (invar-ötvözetek) szükségesek, hogy ilyen hőmérséklet változásra is csak néhány milliomod frekvenciaváltozás következzen be.

Ellentmondók a követelmények a rezgőköri impedanciák megválasztása tekintetében is. Ha csöves oszcillátornál nagy kimenő teljesítményt óhajtunk kapni, akkor az anódrezgőkör impedanciája alacsony és az átfolyó anóddáram magas legyen. Jó hatástokot akkor érünk el, ha a rezgőkör impedanciája magasabb és az anóddáram alacsonyabb értékű. Ha a frekvencia stabilitás a fontos, akkor az anód-impedancia értéke legyen a lehető legmagasabb. Ilyen ellentmondó lehetőségeknél természetesen kompromisszummal kell számolnunk.

Negatív rúdsú trióda oszcillátorok

A trióda oszcillátorok gondos méretezése és körültekintő szerelése mellett egészen 10 cm-es hullámhosszig működhetnek. A frekvencia növelésének határát az adja meg, hogy a

belső induktivitásokat és kapacitásokat tovább csökkenteni nem lehet. Általában növekvő frekvenciánál az oszcillátor hatásfoka és a rezgések feszültsége csökken ezeknek okai:

- A repülési idő katód és anód között, mely
 1. megnöveli a rácskatód köz ohmikus vezető képességét,
 2. eltolja az anóddáram fáziszögét,
- A cső fizikai adottságai és geometriája által meghatározott határok,
- Az oszcillátor növekvő veszteségei, melyeket
 1. skin-effektus,
 2. nagy kapacitív töltő áramok által a kivezetőkben okozott veszteségek (I^2R)
 3. elektromágnes sugárzás
 4. a ballonban és foglalóban fellépő dielektromos veszteségek okoznak.

A) A repülési idő megnöveli a rácskatód köz ohmikus vezetőképességét, mert a fázis eltolást hoz létre az anóddáram és a rács feszültsége között. Egyszerűen megérthetjük a következő megfontolásból: a rács-anód kapacitáson átfolyó áramot a katód-rács feszültség és kimenő anódfeszültség vektoriális összege szabja meg. Alacsony frekvenciáknál az ohmikus anódellemenállás fellépő feszültség ellenkező fázisú a rácskatód feszültséghez képest és ezek algebrailag összegeződhetnek. Ily módon a kapacitáson átfolyó áram 90 fokkal siet a rácskatód feszültségéhez képest. Ha bemenő feszültség periódus tartama a repülési idő nagyságrendjébe esik, akkor az anóddáram és természetesen az ohmikus ellenálláson fellépő feszültség késik a bemenő feszültséghez képest. Ezért az eredő feszültség a rács-anód kapacitáson szintén késik a bemenő feszültséghez viszonyítva és a töltő áramnak egy, a bemenő feszültséggel megegyező fázisú komponense van. Ez pedig mint egy veszteségi ellenállás hatása fogható fel. A rácskör effektív ellenállása a következő összefüggésből adódik és látható, hogy növekvő frekvenciával rohamosan csökken. (1.)

$$R_r = \frac{k}{S} \cdot \frac{T^2}{T_r^2} = \frac{k}{S f^2 T_r^2}$$

S = cső meredeksége,

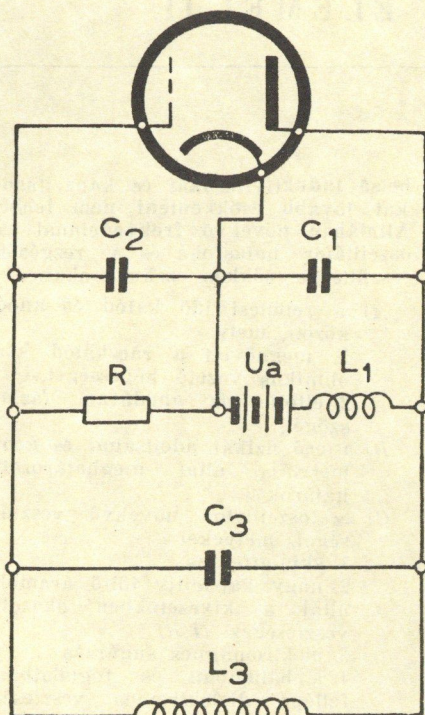
T = a váltófeszültség rezgés ideje,

f = frekvencia,

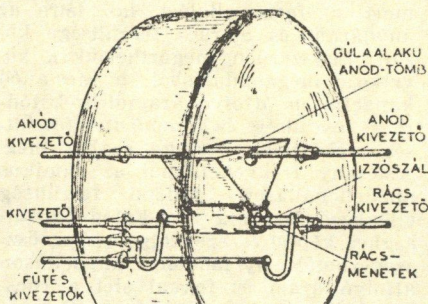
T_r = repülési idő 10^{-9} sec.

A rácsvesztés a cső felmelegedését növeli és ezáltal is csökkenti az anód terhelhetőségét.

A repülési idő csökken az anódfeszültség növelésével és a belső távolságok csökkentésével. Ezért a két módszer használható oly csövek konstrukciójánál, melyeket nagyobb frek-



1. ábra.



2. ábra.

venciára akarunk használni. Ugyan- csak szükséges ilyen esetben a kivezető hosszúságot erősen csökkenteni. A skin effektus által okozott veszteség is lenyomható nagy vezetőképességű, nagy felületű vezetőkkel. Sugárzási veszteségek lecsökkenthetők a kivezetők egymástól mért távolságának csökkentésével. E távolságok lehetőség szerint ne legyenek nagyobbak, mint a használt hullámhossz $1/50 - 1/100$ része. Ez viszont némileg megnöveli az ellenállást. Dielektromos veszteségek leszállíthatók a fej és foglalat elhagyása által. Az összeköttetések közvetlenül a cső elektródjaira kerülnek és az üvegballonon átvezető kivezetések hossza úgy legyen megválasztva, hogy ezen a helyen feszültségi csomópont álljon elő. A belső kapacitások csökkentését csak gondosan megválasztott méretű és formájú elektródokkal lehet elérni, mert belső távolságok növelésével nem érünk célt. A kapacitás kisebb lesz ugyan, a repülési idő ellenben megnövekszik. Általában a cső- és alakatrészmeéreteket a frekvencia növelésével arányosan kell

csökkenteni, így azonban a hasznos teljesítmény négyzetes arányban kisebbedik.

Az oszcilláció beállítására előnyös néhány alapvető feszültség adatarány betartása. Ezek a következők: legyen U_r a rács előfeszültsége, U_a az anód-feszültség, U'_r a rács váltófeszültség, U'_a az anódváltófeszültség, D , a cső áthatása, C_1 és C_2 az ily frekvenciáknál általában használt Collpits oszcillátor katód-anód ill. katód-rács kapacitása (1. ábra).

$$\frac{U_r}{U_a} \approx 1,5 D, \frac{U'_r}{U'_a} \approx 2D, \frac{U'_r}{U'_a} = \frac{C_1}{C_2} \approx 2D$$

Ezen beállítási adatok betartása általában jó stabilitású és jó hullámformájú oszcillációt eredményez. Kapacitást, hogy a fentebbi összefüggés fennálljon, külön hozzátenni nem tanácsos, inkább a csövet kell megfelelően méretezni.

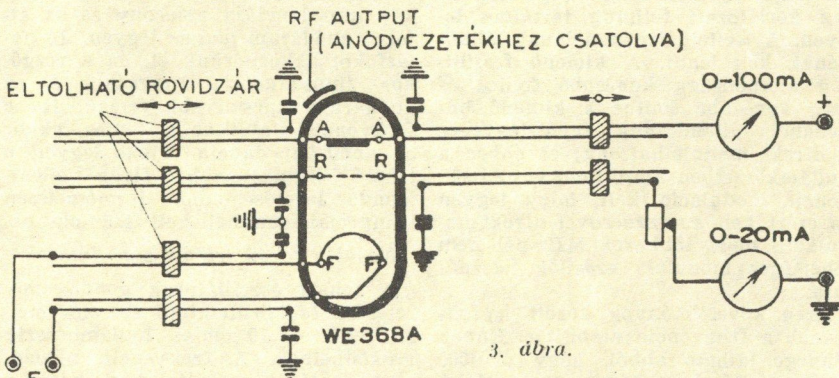
Negatív rácsú oszcillátorok céljaira ezért külön módon konstruált csöveket használnak. Használatosak az úgynevezett door-knob (ajtógomb) (2.) és acorn (3.) (makk) alakú csövek. Acorn csövek 40 cm hullámhosszig oszcillálnak, teljesítményük kicsi, ezért csak erősítőben vagy kis oszcillátorokban használhatók. Újabbak a door-knob típusú csövek, ilyen pl a Western Electric 368 A típusú csöve. (2. ábra). Ennél a csőnél úgy az anód, mint a rács a cső mindkét oldalán ki van vezetve, úgy hogy a cső teljesen beilleszthető egy, a rezgőkört képező Lecher-vezetékbe, ilymódon a csőkapacitások hatása a felére csökken le. (3. ábra). Ezzel a csővel 1700 MHz-ig (17,6 cm) lehet a rezgéseket jó hatásokon előállítani, de lehet a csövet oly módon is kapcsolni, hogy a kétszeres frekvenciájú harmonikust állítsa elő, így 9 cm-es hullámot is lehet gerjeszteni. Ez a frekvencia talán ma a legmagasabb, melynek gerjesztésénél még a többé-kevésbé szokott módon használják fel a 3 elektródos rádiócsövet.

Pozitív rácsú trióda oszcillátorok

Triódával még más módon is lehet ultrafrekvenciát előállítani. Kapcsolási és működési elve teljesen elüt az eddig ismertektől, viszonylag nem új, mert már 1920-ban Barkhausen és Kurz rájöttek, hogy ilyen módon az akkor ismerteknél sokkal magasabb frekvenciát lehet gerjeszteni.

(4.). A kapcsolás oly módon történik, hogy a trióda rácsára a katódhoz képest pozitív feszültséget, az anódra pedig egy kevésbé negatív feszültséget kapcsolunk. A rezgőköri elemeket — Lecher-vezeték — vagy a rács-katód vagy a rács-anód közé kapcsoljuk. Ily módon kapcsolt csővel nem csak Barkhausen, hanem röviddel utána Gill és Morel is állítottak elő ultrarövid rezgéseket. (5.). A későbbi vizsgálatok kiderítették, hogy bár azonos kapcsolási körülmények között dolgoztak, a rezgések előállításának mechanikája a két megfigyelőnél különböző volt, ezért Barkhausen-nél a keletkezett frekvencia aránylag független volt a külső rezgőkör adataitól (a külső rezgőkörnek azonos frekvenciája volt természetesen a keletkezett rezgésekkel; ha elhangolták, nem a frekvencia változott, hanem a rezgések szüntek meg). Gill és Morel-nél ellenben a rezgőkör változtatásával a frekvencia is bizonyos határok között változott.

A pozitív rácsú cső működési elve röviden a következő: a pozitív rácsfeszültség hatására a katódról kis sebességgel kilépő elektronok felgyorsulnak, részben átrepülnek a rács hézagjain és az anód és rács közti ellenkező térben sebességük fokozatosan kisebb lesz, az anód lemezt általában nem érik el; egy bizonyos távolságban az anódtól megfordulnak, a pozitív rácsfeszültség hatására ismét felgyorsulnak, átjutnak a rács hézagokon és lelassulnak a rács-katód térben. A jelenség többször megismétlődhet és az elektronok mozgása a rács körül addig tart, amíg a rács vagy más elektród fel nem fogja őket. Ha a statikus térhez egy megfelelő frekvenciájú változó tér is járul, az elektronok többsége oly fázisban mozog, hogy képes energiát juttatni a váltóáramú külső nagyfrekvenciás impedanciába. Előfeltétel: hogy a repülési idő a katód-rács, ill. a rács-anód térben megegyezzek a váltófeszültség teljes periódusával, továbbá, hogy az elektronok akkor hagyják el a katódot, amikor a rács katód közötti feszültség a váltófeszültség hatására épp csökkenőben van. Ebben az esetben ugyanis az elektron nem érheti el az anódlemezt, mint ezt egy egyszerű megfontolás mutatja. (Ha egy elektron akkor hagyja el a katódot, ha a rács feszültsége



3. ábra.

növekedőben van, akkor az elektron sebessége a rács síkjában nagyobb lesz, mint a statikus esetben. E nagyobb sebességű elektron akkor hagyja el a rács síkját, amikor a rács feszültsége csökkenni kezd és a rács-anód közti feszültség a statikusnál kisebb értékre változik. Ebben az esetben a nagyobb sebességű elektron nem lassul annyira le, hogy el ne jusson az anódlemezre, mely az elektront felfogja és ezáltal a további elektromos folyamatból kiveszi.

Aránylag egyszerű megfontolásokkal számítható az így keletkező rezgések frekvenciája, ill. az a frekvencia, amelyet a cső gerjesztetni hajlandó. Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel úgynevezett síkban felépített csövet sikkatódal, síkrácsal és anóddal. Ennél a csőnél az elektromos térerő úgy a rács-katód, mint a rács-anód közötti térben állandónak fogható fel. A következő jelöléseket vezetjük be:

d_k = a rács-katód távolsága,
 d_a = a rács-anód távolsága,
 U_k = a rács-katód feszültsége
 U_a = a rács-anód feszültsége

A rácsra tett pozitív feszültség hatására a felgyorsult elektron sebessége (v) a rács síkjában kiszámítható:

$$\frac{1}{2} v^2 m = U_k e$$

összefüggésből, ahol m és e egy elektron tömegét, ill. töltését jelenti. Ebből kiszámítható:

$$v = \sqrt{\frac{2e}{m} U_k} = 6.10^7 \sqrt{U_k} \text{ cm/sec}$$

Homogén térben az elektronra ható gyorsulás egyenletes, tehát az átlagsebesség, amelyet az elektron a rács-katód közötti térben elért, ez értékek fele. Ebből megkaphatjuk az időt, mely alatt az elektron a katódtól a rácsig eljut.

$$t_k = \frac{d_k}{v} = \frac{3,33 d_k}{\sqrt{U_k}} \cdot 10^{-8} \text{ sec.}$$

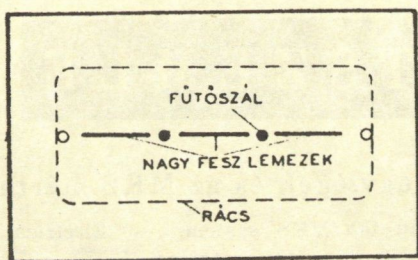
Ha az anód feszültsége alacsonyabb a katódénál, akkor az elektron nem éri el a katódot, hanem d_a távolságban fordul meg, ahol

$$d'_a = d_a \cdot \frac{U_k}{U_a}$$

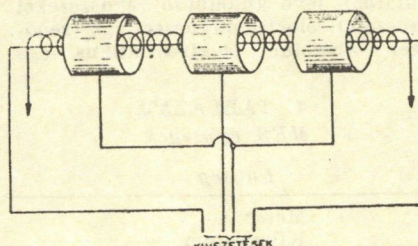
Az idő, amíg d_a távolságot megtesz:

$$t_a = \frac{3,33 d'_a}{\sqrt{U_k}} \cdot 10^{-8} = 3,33 \frac{d_a \sqrt{U_k}}{U_a} 10^{-8} \text{ sec.}$$

Az előbb említettek alapján a keletkező rezgések periódus tartama a kétszerese az így kiszámított repülési időnek. Hengeres elrendezésű



4. ábra.



5. ábra

csöveknel a potenciál eloszlás mint ismeretes, logaritmitikus, ezért a számítás sokkal bonyolultabb. Ilyen számítását A. Scheibe hajtott végre. (6.) Az ő eredményei alapján pl ha egy csőnél a rács átmérője 2 mm, a fűtőszál átmérője 40 mikron,

$$U_k = U_a = 100 \text{ V}, T_a = T_k \approx 0,4 \cdot 10^{-9} \text{ sec.}$$

Attól függően, hogy a rezgőkört mely elektrodok közé kapcsoljuk, nyerhetjük az $f = \frac{1}{T}$ összefüggés alapján gerjeszthető frekvenciát.

$$f_a = \frac{15 U_a}{d_a \sqrt{U_k}} \text{ MHz,}$$

$$f_k = \frac{15 \sqrt{U_k}}{d_k} \text{ MHz.}$$

Egy ilyen állapotban lévő cső negatív ellenállásnak fogható fel, tehát ha egy rezgőkört kapcsolunk rá, közböbsítve annak pozitív ellenállását, képes a rezgő körben tartós oszcillációt létesíteni. Ez a negatív ellenállás csak akkor áll fenn, mint már említettük, ha a rezgőkör frekvencia periódus tartama megegyezik az elektronok katód-rács közötti repülési idejével. Ha némi különbség áll fenn, akkor a negatív ellenállás értéke csökken, majd olyan értéket ér el, melynél tartós oszcillációt fenntartani nem lehet. Miután a rács az elektronok legnagyobb részét már az első áthaladásuk felfogja, a váltóáramú és egyenáramú komponens aránya kicsi, azért ily pozitív rácsú oszcillátor hatásfoka alacsony. Ez lényeges hiba, mert az elérhető teljesítmény ezért is alacsony, mert a rácsot terhelni a rács erős melegevése miatt nem lehet. Ez különösen

a legrövidebb hullámoknál káros, mert csak a rácsfeszültség növelésével és a méretek csökkentésével lehet a repülési időt csökkenteni, mint ezt már képleteink is mutatták.

Különböző kísérletezők ezen a legkülönbözőbb megoldási formával óhajtottak segíteni. Az eredeti Barkhausen-féle gondolathoz képest némi javítást el is értek, de soha nem sikerült a hatásfokot 2%-nál magasabbra emelni. Ily megoldás pl a Clavier-féle spirálrácsú cső, (7.) melynél a rezgőkört a spirális alakú rács két végéhez kötik. Ezen csővel előállítható frekvencia az 5.000 Mc-t is eléri és érdekes, hogy ez a frekvencia sokkal magasabb, mint azt az egyszerű elektron oszcillációs elmélet megadja. Kísérletek mutatták, hogy a rács és a vele kapcsolt kör rezonancia tulajdonságaitól függ. Fay és Samuel nagy kísérletsorozatot végeztek, több mint 70 különböző nagyságú ilyen rendszerű csővön. (8.) Az elérhető frekvencia 50–2000 MHz-ig terjedt és optimális dimenzionálási adatokat kaptak a rácsméretek, anód és rácsátmérők meghatározását illetően. A hatásfok általában 0,5 és 1% közé esett. Egy másik konstrukció a Thompson és Zottu által leírt két negatív anódú cső, (9.) melynél a legnagyobb rácsfelület elérése céljából elhagyták a hengeres konstrukciót. Lapos ráccsal és egy síkban elhelyezett több fűtőszállal konstruálták a csövet. A fűtőszálak között negatív feszültségű lemezek voltak, a rács körül pedig a szokásos és negatív feszültségű anód. (4. ábra). Ily csővel értéket el több, mint 3000 Mc-t 0,37% hatásfokkal. Egy másik megoldás az osztott anódú oszcillátor, melyet elsőnek Hershberger ismertetett, (10.) Ez hasonló a spirálrácsú csőhöz, ellenben az anódja több részre van osztva, és a részek külön kivezetve. (5. ábra). A külső rezgőköröket a spirális rács végeihez, de esetleg az anód kivezetésekhez is, kötik, sőt a külső köröket egymással is csatlakoztatják. Az anód rezgőkör a hatásosabb az oszcillációs frekvencia meghatározásánál és a beálló frekvencia általában független a rácsfeszültségtől, tehát ez a stabilitás nagy mértékben fokozza. Ily csövekkel 1–2%-os hatásfokot érhetünk el.

Egy következő cikkünkben külön kívánunk foglalkozni a legrövidebb hullámok gerjesztésének ma használatos csöveivel, a magnetronnal és klystronnal.

IRODALOM:

- 1 W. R. Forris: Proc. IRE 1936. 24. 82.
- 2 Samuel: Journ. Appl. Physics 1937. 8. 677.
- 3 Salzberg-Burnside: Proc. IRE 1935. 23. 1942.
- 4 Barkhausen-Kurz: Physik. Zeit. 1920. 21. 1.
- 5 Gill-Morell: Phil. Mag. 1922. 44. 161.
- 6 Scheibe: Ann. Physik 1924. 73. 54.
- 7 Clavier: Electr. Comm. 1933. 12. 3.
- 8 Fay-Samuel: Proc. IRE 1935. 23. 199.
- 9 Thompson-Zottu: Proc. IRE 1934. 22. 1374.
- 10 Hershberger: Proc. IRE 1936. 24. 964.

FOLYÓIRATSZEMLE

Elektromos egységek és az MKS mértékrendszer

(Electrical units and the MKS system. — Electrical Communication

1946 március)

Az I. E. C. (International Electrical Commission) 1935 júniusában Scheveningen-Brüsszelben tartott plenáris ülésén, melyen 15 nemzet képviselője volt jelen, egyhangúan elfogadta a méterkilogramm-szekundum

egységeken alapuló Giorgi mértékrendszert. Ez a mértékrendszer van hivatva helyettesíteni a jelenleg használtban levő különböző rendszereket (abszolút elektromágneses és rendszer, abszolút elektrosztatikus és

rendszer és a gyakorlati rendszer). Minden elektromérnököt érdekelni fog ennek az egyégei és ezeknek összefüggései a többi rendszerekkel, melyeket az I. és II. táblázat foglal össze.

I. TÁBLÁZAT.
MKS egységek.

Mennyiség	Egység	Dimenzió
Hosszúság	Méter	
Tömeg	Kilogramm	
Idő	Másodperc	
Energia	Joule	Volt-Coulomb
Teljesítmény	Watt	Joule/sec.
Erő	Newton	Joule/méter
Elektromos töltés	Coulomb	
Elektromos eltolódás sűrűsége	Coulomb/méter ²	
Elektromos áram	Ampere	Coulomb/sec.
Áramsűrűség	Ampere/méter ²	
Elektromotoros erő	Volt	Joule/Coulomb
Elektromos feszültség	Volt/méter	Newton/Coulomb
Impedancia	Ohm	Volt/Ampere
Átvezetés	Mho	Ampere/Volt
Induktivitás	Henry	Ohm—sec.
Permeabilitás	Henry/méter	
Kapacitás	Farad	
Dielektromos állandó	Farad/méter	
Vezetőképesség	Mho/méter	
Magnetomotorikus erő	Ampere	
Mágneses feszültség	Ampere/méter	
Mágneses fluxus	Weber	Volt—sec.
Mágneses töltés	Weber	Volt—sec.
Mágneses fluxus sűrűsége	Weber/méter ²	
Mágneses áram	Volt	
Mágneses áram sűrűsége	Volt/méter ²	

II. TÁBLÁZAT.
Az egységek összefüggése.

A gyakorlati egység neve	MKS egységekben	Értéke Elektromágneses egységekben	Elektrosztatikus egységekben
Energia Joule	1	10 ⁷ erg	10 ⁷ erg
Teljesítmény Watt	1	10 ⁷ erg/sec	10 ⁷ erg/sec
Elektromos töltés Coulomb	1	10 ⁻¹	3x10 ⁹
Elektromos eltolódás sűrűsége Coulomb/cm ²	$\frac{10^4}{4\pi}$	10 ⁻¹	3x10 ⁹
Elektromotoros erő Volt	1	10 ⁸	1/300
Elektromos feszültség Volt/cm	10 ² Volt/méter	10 ⁸	1/300
Impedancia Ohm	1	10 ⁹	1/ (9x10 ¹¹)
Induktivitás Henry	1	10 ⁹	1/ (9x10 ¹¹)
Kapacitás Farad	1	10 ⁻⁹	9x10 ¹¹
Áram Ampere	1	10 ⁻¹	3x10 ⁹
Magneomotorikus erő Gilbert	$\frac{10^4}{4\pi}$	1	3x10 ¹⁰
Mágneses feszültség Oersted	10 ³	1	3x10 ¹⁰
Mágneses fluxus Maxwell	10 ⁻⁸ Weber	1	1/(3x10 ¹⁰)

G. Ö.



TUDOR
AKKUMULÁTOR
ÉS SZÁRÁZELEMGYÁR RT
BUDAPEST XIII, VÁCI ÚT 137
Gyártmányai:

TUDOR rendszerű helyhez kötött és hordozható akkumulátor telepek.

VARTA gyártmányú hordozható autó önindító és világító telepek az összes létező járművekhez

PERTRIX szalmiák és savmentes szárazelemek és telepek zseblámpákhoz és rádiókhoz

DEAC alkalikus fém akkumulátorok hosszú élettartalommal

CEAG rendszerű sujtó légbiztos robbanásmentes bányalámpák

SUGÁR nagylényhatású, hosszú élettartalmú törpe izzó zseblámpákhoz

Villamos távmérő
távjelző és automatikus berendezések, vészjelzők, hőfokkapcsolók (thermostatok), készülékjavítások

Elfer László okl. elektromérnök
Budapest V, Szent István körút 9. szám
Telefon: 126-253

LAKOS ÉS SZÉKELY

speciális gépek gyára

elektromos autogén-hegesztő és festék-szóró berendezésekre

*

Budapest XIII, Béke tér 3

Telefonszám: 127-958

Sürgőny cím:

Lakosszék Budapest

SOMMER és FEIN
mérnökök

szivattyú- és kompresszorgyára

BUDAPEST V, KATONA JÓZSEF U. 3
Telefon: 120-575

Bányaszivattyúk, légszivattyúk, kazántápszivattyúk minden nyomásra és teljesítményre, kompresszorok alacsony- és magasnyomásra

„SIHI” szabadalm. automatikus vízellátó berendezések

Korszerű telefon-berendezést

Vonalváltó
gépkapcsoló
félautomata
rendszerben
bérbead
elad
karbantart

DIAL TELEFONKERESKEDELMI RT
Budapest VI, Nagymező u. 68. Telefon: 123-566

Á. K. I. R. T.

TELEFUNKEN

RÁDIO- ERŐSÍTŐGYÁR
ÉS SZERVIZ



Budapest VI, Andrássy út 59
Telefon: *420-366

NIFE

AKKUMULÁTOR ÉS VILLAMOSSÁGI RT

BUDAPEST IX, VASKAPU UTCA 20. TELEFON: 137-65

Gyártja és szállítja a világ híru „NIFE” akkumulátorbatteriót minden célra; valamint az elsőminőségű „REFLEKTOR” szárazelemet minden típusban.

AEG
UNIO

**MAGYAR VILLAMOSSÁGI
RÉSZVÉNYTÁRSASÁG**

BUDAPEST

XIII, HUN UTCA 2

TELEFON: 126-780, 126-789

**MAGYAR OPTIKAI MŰVEK**

BUDAPEST, XII., CSÖRSZ U. 35-43

MOM földmérnöki műszerek,**MOM** optikai lencsék és prizmak,**MOM** különleges szemüvegek,**MOM** orvosi műszerek,**MOM** finommechanikai csavarok és tömegcikkék**MOM** mérőeszközök,**MOM** díszórák,**MOM** vízmérő órák.A felsorolt cikkek
pontos, szakzerű
javítása.**SZALAY ISTVÁN RT.**

VILLAMOS SZERELÉSI ANYAGOK ÉS KÉSZÜLÉKEK GYÁRA

BUDAPEST V, VÁCI ÚT 48 A-B

„NAGYBÁTONY-UJLAKI“

EGYESÜLT IPARMŰVEK R. T.

tégla, tetőcserép, cserépkályha, falicsempé, dunakavics, mozaiklap,
papírlemez, elektrokerámiai cikkek

Központi iroda: Budapest V, Bajcsy Zsilinszky út 16 * Telefon: *180-880

**MAGYAR ACÉLÁRUGYÁR
RÉSZVÉNYTÁRSASÁG**

*

BUDAPEST XIII, VÁCI ÚT 95 * TELEFON: 380-134, 180-738, 126-940

**IPARTELEPEK
ÉS ELEKTROMOS
KÖZPONTOK
FIGYELMÉBE!**

Működik a volt

SIEMENS

alkalmazottak

méréstechnikai osztályaElvállal kazánházi, hőgazdasági, hőelektromos és klimatikus berendezések rendbehozását
és azok műszereinek javítását és hitelesítését, valamint új berendezések tervezését és
kivitelezését.**VILLAMOS ÉS RÁDIÓIPARI VÁLLALAT**

BUDAPEST IV. KERÜLET, SÜTŐ UTCA 2 SZAM * TELEFON: 385-551

OETL ANTAL | *vasöntőde és gépgyár rt.*

BUDAPEST X, ASZTALOS SÁNDOR ÚT 9. TELEFON: 135-848, 135-312, 135-316, 139-043

**LÁNG L.
GÉPGYÁR RT.**BUDAPEST XIII,
VÁCI ÚT 152. SZ.
ALAPÍTÁSI ÉV: 1868

KÜLÖNLEGESSÉGEI

**teljes hőerőtelepek,
vegyszeriparok**

GÉPBERENDEZÉSEI

DR OEC.

**KÓS
ÁRPÁD****Műszaki cikkek****Gépek****Szerszámok****Műszerek****Mérőeszközök**

*

Budapest IV, Irányi utca 2

Telefon: 187-660

**KILIÁN FRIGYES
UTÓDA**

Egyetemi könyvtár Alapítva 1832-ben

*

Külföldi műszaki könyvek

Külföldi műszaki folyóiratok

*

BUDAPEST IV, HARIS KÖZ 2

**OSMAN ADOLF
UTÓDAI****„PRECISIO“
FÉMCSAVAR ÉS
VÁSÁRUGYÁR**Fényes esztergált
csavarok
csavarházak
alátétek
idomok stb.

ÚJPEST, KLAUZÁL UTCA 32-36. TEL.: 492-158

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

a Magyar Technika állandó melléklete

Szerkesztők: Gerő István, Salló Ferenc, Valkó Iván Péter — Szerkesztőség: Budapest V, Szalay utca 4 — Szerkesztési óra: szombaton 12-2-ig

Felelős szerkesztő: Zentai Béla — Dr. Móricz Miklós nyomda, Budapest VI. Jókai u. 38

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

TARTALOM:

Hetven éves a telefon.

Kováts Andor:

A Magyar Posta 3 éves műszaki fejlesztési terve.

Bálint János:

Antennacsatolás.

Bártfai Ferenc:

Kábelkorroziós tapasztalatok

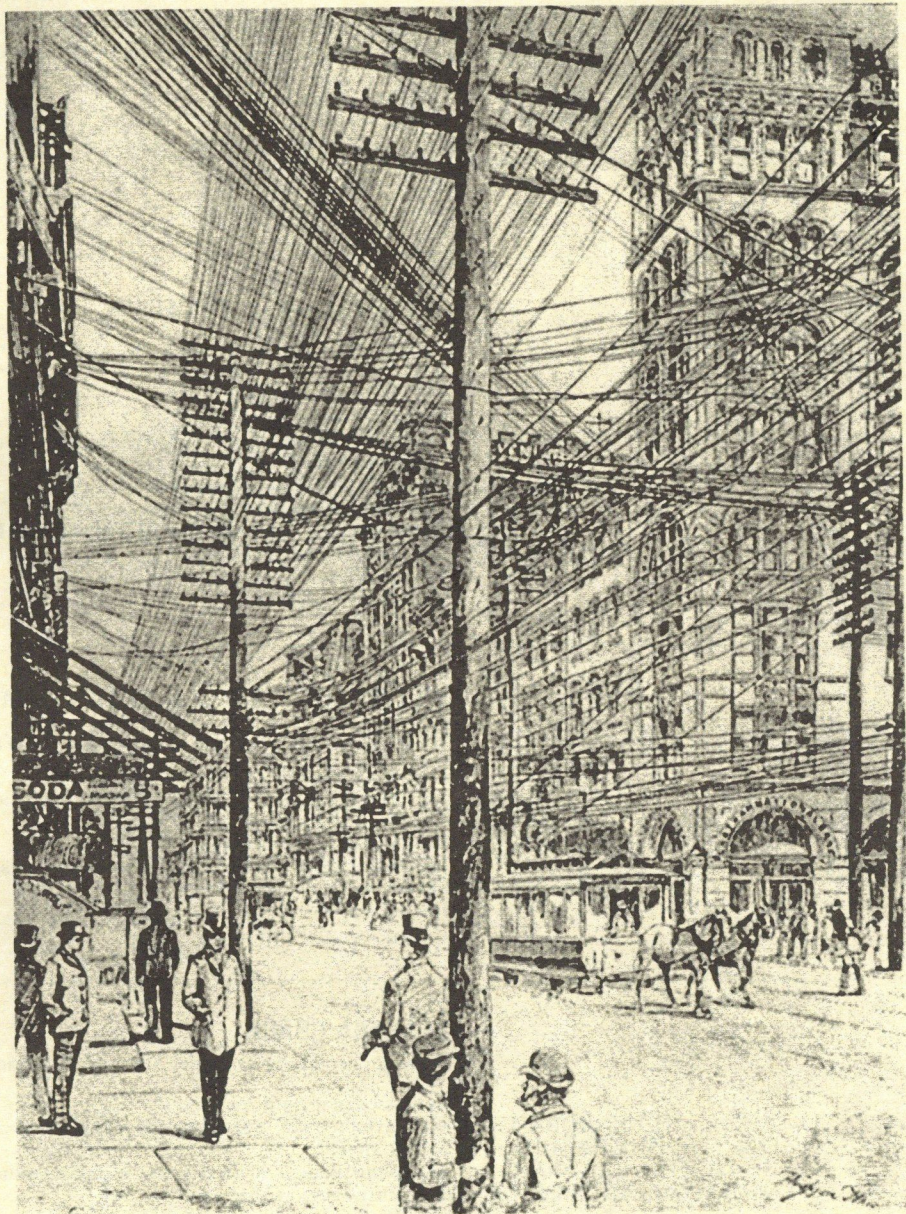
A mikrohullámú technika
elemei III.

Simonyi Károly:

Érnélküli kábelek.

Könyvszemle.

Folyóíratsszemle.



II. ÉVFOLYAM **4** SZÁM 1947. IV.

„Hetven éves a telefon“ című cikkünkhöz

TELECOMMUNICATION ENGINEERING

EDITORS: I. Gerő, F. Salló, I. P. Valkó.

- | | |
|-------------|--|
| A. Kováts: | Seventy years of telephone. |
| J. Bálint: | A three-years plan for the technical reconstruction of the Hungarian Post. |
| F. Bártfai: | Antenna coupling. |
| K. Simonyi: | Cable corrosion. |
| | Elements of microwaves technique III. |
| | Dielectric cables. |
| | Book Review. |
| | Review of Periodicals. |
-

NACHRICHTENTECHNIK

SCHRIFTFLEITER: I. Gerő, F. Salló, I. P. Valkó.

Inhalt:

- | | |
|-------------|--|
| A. Kováts: | Siebzig Jahre Telephon. |
| J. Bálint: | Drei jahresplan zum Wiederaufbau der technischen Einrichtungen der ungarischen Post. |
| F. Bártfai: | Über Antennenkopplungen. |
| K. Simonyi: | Die Kabelkorrosion. |
| | Elemente der Technik der Mikrowellen III. |
| | Die dielektrischen Kabel. |
| | Bücherschau. |
| | Zeitschriftenschau. |
-

TECHNIQUE DE LA TÉLÉCOMMUNICATION

REDACTEURS: I. Gerő, F. Salló, I. P. Valkó.

- | | |
|-------------|--|
| A. Kováts: | Le téléphone inventé il y a 70 ans. |
| J. Bálint: | Le plan triennal du développement technique des P. T. T. Hongrois. |
| F. Bártfai: | Couplage d'antenne. |
| K. Simonyi: | La corrosion des câbles. |
| | Éléments de la technique des micro-ondes (III). |
| | Câbles sans conducteurs. |
| | Revue des livres. |
| | Revue des périodiques. |
-

ТЕХНИКА СВЯЗИ

Редакторы: Иштван Гере, Ференц Шалло и Петер Иван Валко

- | | |
|-----------------|---|
| АНДОР КОВАЧ: | Семидесятилетний телефон. |
| ЯНОШ БАЛИНТ: | 3-х летний план развития средств электросвязи Венгерской Почты. |
| ФЕРЕНЦ БАРТФАИ: | Связь антен. |
| КАРОЛЬ ШИМОНИ: | Коррозия кабелей. Элементы микроволновой техники III |
| | Концентрические кабели. |
| | Библиография. |
| ФЕРЕНЦ ЭЧЕДИ: | О правах электрических музыкальных инструментов. |

HIRADÁSTECHNIKA

A Magyar Mérnökök és
Technikusok Szabad Szak-
szervezete Híradástechnikai
Szakosztályának lapja

TÁVBESZÉLŐ * RÁDIÓ * TÁVÍRÓ

SZERKESZTŐK: GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

70 éves a telefon

JUVANCZ ENDRE

Idén van a hetvenedik évfordulója annak, hogy Bell első távbeszélőkészülékei forgalomba kerültek. Ez-alkalomból érdemes összefoglalni a telefon történeti fejlődését.

Jóval Bell találmányát megelőzőleg is voltak már laboratóriumi jellegű és többé-kevésbé sikerült modellek, de ezek gyakorlatilag nem voltak használhatók. Mivel a technika akkori fejlettsége már meglehetősen megérett a távbeszélő kidolgozására, többen is, egymástól függetlenül, nem nagy időközökben értékes találmányokat jelentettek be, melyek körül később a szabadalmi perek légiója keletkezett. Részben nemzeti hiúságból, részben üzleti okokból más-más személyt jelölnek meg a különféle ismertetések, mint a telefon „feltalálóját”. Kétségtelen azonban, hogy *Alexander Graham Bell* volt az első, aki 1877-ben *iparszerűen* állított elő *gyakorlatilag használható készüléket*. Ennek mikrofona és hallgatója közös volt, elve megegyezett a mai telefonhallgató elvével. A 2. ábra Bell telefonját mutatja be. Ezzel a készülékkel csak néhány kilométer távolságra lehetett beszédet közvetíteni. 1878-ban találta fel *David B. Hughes* a ma is használt szénmikrofon elvét. Rövid idővel ezután forgalomba kerültek a szénmikrofonos készülékek. Ezeknek már a hatótávolsága jóval nagyobb volt. Szükség volt azonban még olyan berendezés létesítésére is, melynek segítségével az egyik készüléket tetszésszerűen másikkal össze lehet kapcsolni. Megszületett az első telefonközpont. Az 1. ábra egy newyorki telefonközpont-részletet tüntet fel, 1879-ből.

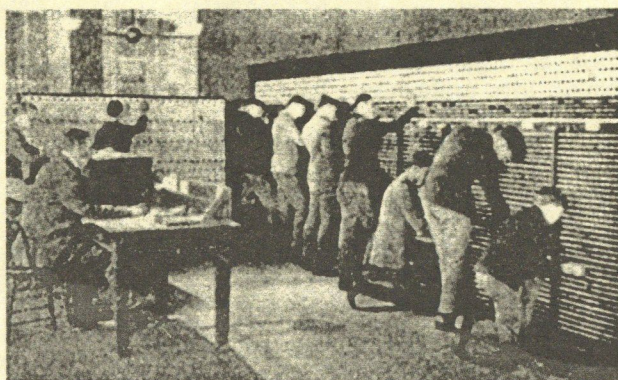
A telefon, az idő és távolság leküzdésének eszköze, páratlanul népszerű lett és rohamos fejlődésnek indult. Az egész világon gyors ütemben építik ki a helyi és a közös teleprendszerű távbeszélőhálózatokat és az interurbán összeköttetéseket. Az interurbán szolgálat minősége sokáig néhány száz kilométeren túl nem volt kielégítő, mivel a vezetékesillapítás legyőzésének eszközei — a pupinizálás és az erősítőlámpa — még nem voltak ismereteseek. Az erősítőlámpa megjelenéséig, tehát az első világháború utáni időkig,

a nagy távolságú összeköttetéseknek egyedül a távíró volt a megbízható eszköze. A távbeszélő további fejlődésének legjelentősebb mérföldkövei a beszédátvitel szempontjából nagyjelentőségű *pupinizálás*, melyet a század elején talált fel *M. Pupin*; az első világháború után megjelent *erősítőcső*, mely lehetővé tette az egész világot beszövő, üzembiztos kábelhálózat létesítését; a két világháború között feltalált *vivőáramú távbeszélő-rendszer*, mely a nagy terjedési sebességű és egy érpáron 600 egyidejű beszélgetésre alkalmas *koaxiális kábellel* együtt megteremtette a gazdasági és műszaki feltételeit a belföldi és nemzetközi gyorsforgalom bevezetésének és a kifogástalan világtávbeszélő szolgáltatnak.

A kilencvenes évek elején már automatikus telefonközpontokkal is kísérleteztek. Amerikában 1894-ben épült az első használható automataközpont (*Strowger-rendszerben*), amely több mint egy évtizeden át volt működésben. Az automata távbeszélőközpontok azóta hatalmas fejlődésen mentek át. Több kiváló rendszer kristályosodott ki és ma már a világon üzemben lévő távbeszélőállomások több mint fele gépkapcsolású. A fejlődés úgy helyi, mint interurbán viszonylatban a kapcsolás teljes gépesítése felé halad.

Ugyancsak még a kilencvenes években megkezdtek a városi földalatti telefonkábelhálózatok építését a légvezetékek helyett, melyek abban az időben áthatolhatatlan sűrűségben szőtték keresztül-kasul a városok levegőjét. Ennek érzékeltetésére szolgál *címképünk*, mely egy jellegzetes mult századvégi newyorki utcárészletet mutat be.

Egészen nagy távolságú (világrészek közötti) távbeszélésben, természetes segítőtársa a telefonjának a



1. ábra



2. ábra

rádiótechnika, mellyel együtt a legújabb időben már lehetővé vált, hogy a világ bármely telefonelőfizetője egy tetszőszerinti másik előfizetővel rövid idő alatt és minőségileg is kitűnő távbeszélőkapcsolatba juthasson.

A racionális fejlődés lehetővé tette, hogy mind nagyobb és nagyobb tömegek kapcsolódhassanak be a

A második világháború alatt a központok és a hálózat országos viszonylatban igen súlyos sérülést szenvedtek. A károk egy részét már helyreállították és a Magyar Posta 3 éves műszaki fejlesztési tervének megvalósítása országunkat a távbeszélő-technika szempontjából a korszerű fejlettség igen magas fokára fogja emelni.

A posta 3 éves műszaki fejlesztési terve

KOVÁTS ANDOR

Két évvel ezelőtt, amikor a tönkrement magyar hírközlési hálózat kárait felmérni elsőízben megkíséreltük, valamennyien reménytelenül nagyinak láttuk az újjáépítés feladatait. Akkor kevesen reméltük, hogy a súlyos katasztrófa nyomait ilyen gyors ütemben tüntethetjük el és hogy aránylag rövid idő után már 3 éves terv megvalósítása előtt állhatunk, amely a békenívó elérését tűzi ki célul.

Szerény ismertetésem címűl azonban szándékosan nem «3 éves újjáépítési», hanem «fejlesztési terv» elnevezést használtam, mert igen helytelen volna a távközlési tudományág rohamos haladása idején 3 éves tervet egyszerűen újjáépítési céllal elkészíteni. Nem mindegy, hogy 3 év elkövetkezendő hatalmas erőfeszítéseit milyen irányban végezzük. A magyar hálózat további fejlődésének iránya, üteme, nemzetközi helyzete és sok minden más a 3 éves terv megfelelő kidolgozásától függ. Ezért a tervet igen gondos mérlegeléssel és több alapvető szempont állandó szem előtt tartásával kellett elkészíteni.

A terv elkészítésénél figyelembe kellett venni a belföldi és nemzetközi igényeket, a gazdaságos, korszerű megoldásokat, a várható jövő fejlődésirányát,

az üzem gazdaságossági követelményeit és végül, de nem utolsósorban a rendelkezésre álló pénzügyi és egyéb erőforrásokat.

Sajnálatosképpen már az első tervezések alkalmával fel kellett ismernünk azt a körülményt, hogy a feltétlenül megvalósítandó terv végrehajtásához a belföldi pénzügyi erőforrások nem elégségesek. A terv központi kérdése: távkábelhálózat megteremtése olyan formában és mértékben, amint azt nemzetközi kötelezettségeink szükségessé teszik. Ez a feladat pedig egyedül is jórészt felemésztené a 3 éves terv keretében a távközlés újjáépítésére biztosított 58 millió békepengőt. Erre való tekintettel jelentette ki a Közlékekügyi Miniszter Úr 1946. december 20-án: «...számításba fogjuk venni azokat a komolyabb erőforrásokat is, amelyek külföldről való tökebehozával útján esetleg lehetővé teszik, hogy messzemenő célokat tűzzünk magunk elé és gyorsabban haladjunk előre a felemelkedés útján».

A 3 éves tervet több változatban készítettük el. Állábbiakban röviden azt a változatot ismertetem, amelynek megvalósítása e pillanatban legvalószínűbbnek látszik s amely a fentebb említett 58 millió béke-

pengős belföldi s ezenkívül bizonyos külföldi kölcsönből eredő tőkére támaszkodik.

A terv szerves része annak a 10 éves tervnek, amelynek határozott körvonalai már hónapokkal ezelőtt kibontakoztak. Így tehát a 3 éves terv előrelátóan és átfogóan kidolgozott fejlődési irányvonalat követ és annak első lépését jelenti. Ezáltal kívánjuk biztosítani, hogy a fokozatos kiépítés homogén, korszerű távközlési rendszert eredményezzen és hogy a beruházások egyike se váljék a későbbi idők folyamán szükségtelemmé.

Térjünk tehát vissza magára a tervre, amelynek — mint már fentebb említettem — megfelelő távkábelhálózat megteremtése a központi kérdése. Két okból is ez a legsürgetőbb cél: egyrészt a nemzetközi feladatokra, másrészt a kizárólag belföldi célú ú. n. országos hálózat igényeire való tekintettel.

Annak az igen előnyös távközlés-földrajzi helyzetnek, amely Magyarországot a délkelet-európai tranzitforgalom természetes gyűjtőpontjává avatja, az elmúlt évben tartott sorozatos CCIF-konferenciákon elméletileg sikerült érvényt szerezni. Azért csak elméletileg, mert a gyakorlati, kézzelfogható eredményeket és előnyöket csakis a vállalt kötelezettségek határidőre történő teljesítésével biztosíthatjuk.

Feladatunk 1949. év végéig korszerű, gyors terjedési-sebességű kábelekkal átmenő utakat teremteni, amelyek révén Délkelet-Európa, valamint Nyugat és Észak felé kellő mennyiségű és minőségű összeköttetés biztosítható. A konferenciák az összeköttetések minősége és mennyisége tekintetében nem hagytak nyitott kérdést, sőt a kívánatos útvonalakat is tisztázták. Nyugat felé Budapest—Magyaróvár—Bratislava, észak felé Budapest—Kosice, dél felé Budapest—Szeged—Beograd, délkelet felé pedig Budapest—Békéscsaba—Bucuresti útvonalon fog a nemzetközi forgalom lebonyolódni.

Jelenleg azonban csupán a kosicei irányban áll rendelkezésünkre nagy terjedési-sebességű távkábel és pedig Miskolcig, ahonnan a határig meg kell hosszabbítanunk (csehszlovák oldalról Kosiceig a csatlakozással már el is készültek). A fentebb felsorolt többi kábeleket tehát teljesen újonnan kell megépítenünk. Az összeköttetések mennyiségére és a várható fejlődésre való tekintettel a nyugati, magyaróvári irányt teljes hosszában koaxiális kábelként terveztük meg, míg a többiek a meglevő miskolci távkábelhez hasonló terheléssel, ú. n. U-kábelek lesznek.

A vázolt nemzetközi távkábel-rendszerrel Budapest nemzetközi tranzit központi jellege még inkább kihangsúlyozódik és kiaknázható azokat a rendkívül jövedelmező lehetőségeket, amelyeket a nemzetközi tranzitforgalom ideterelése számunkra nyújt. Természetesen ez a távkábelhálózat távbeszélő és távíró célokat egyaránt szolgál, sőt a nemzetközi rádióműsor-kicserélő programba való bekapcsolódást is lehetővé teszi.

A vázolt terv távíró szempontból is igen fontos, mert a rövidesen létrejövő nemzetközi automatikus távgépíró hálózatba való bekapcsolódásunkat az eddigi tárgyalásokon biztosított mértékben teszi lehetővé. Budapest így a négy európai automatikus távgépíró központ egyike lehet, tehát e téren is átveheti nemzetközi tranzitközponti szerepét.

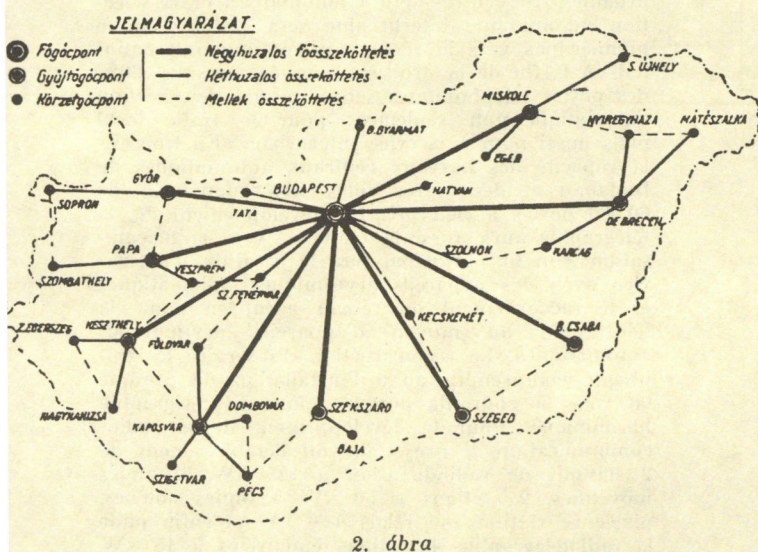
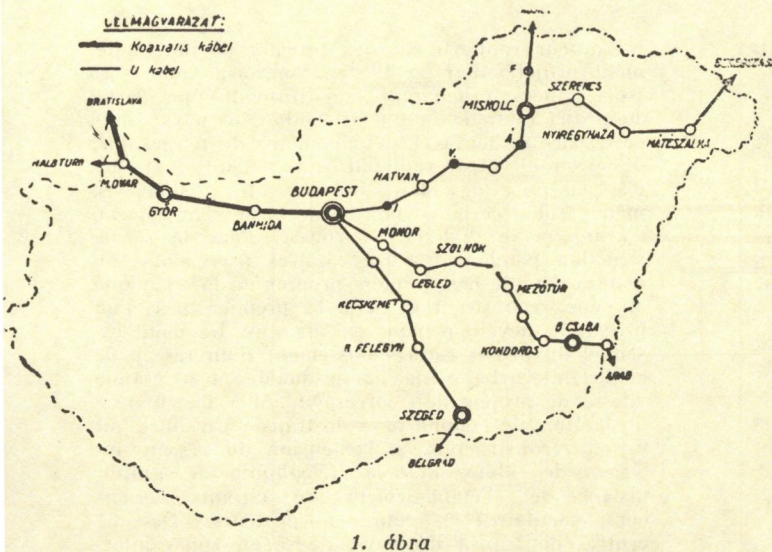
A 3 éves terv keretében kiépülő nemzetközi távkábelhálózatot az 1. sz. ábra szemlélteti. A budapesti helyközi központ ennek a hálózatnak éppen olyan fontos és szerves része, mint a távkábelek erősítő állomásai és vívóáramú végberendezései. Az új budapesti helyközi központot ezért olyan kivitelben kell

L'auteur rapporte sur les travaux de développement projetés par la Poste Hongroise pour les trois années prochaines, qui forment une partie du projet total de la reconstruction du pays. Dans cet espace de temps les équipements de télégraphie, de téléphonie et de radiodiffusion, détroits à mesure d'à peu près de 80%, doivent être renouvelés, même sous certains points de vue leur niveau d'avant-guerre doit être surpassé. Pour la reconstruction pendant les trois années prochaines on tiendra compte des derniers progrès de la technique et cette reconstruction sera le premier pas d'un projet de développement de dix ans. Le point essentiel du projet est l'établissement d'un réseau de câbles interurbains de haute qualité et à grande vitesse de propagation correspondant à la situation de la Hongrie comme pays de transit. Un autre but est la reconstruction et l'extension du réseau intérieur de câbles pour la téléphonie à grande distance et l'établissement de circuits aériens complémentaires à courants porteurs. Des 31 centres de transit du pays, divisé en zones interurbaines, 16 centres seront automatisés et la sélection automatique interurbaine sera établie comme premier pas vers le réseau automatique international. A la fin de la troisième année presque 60% des postes téléphoniques seront munis de sélection automatique non seulement pour le trafic local mais aussi pour le service interurbain. En trois ans la capacité des bureaux centraux automatiques de Budapest et des autres villes sera augmentée de 60.000 postes à peu près. Le développement de la télégraphie aura aussi la tendance vers la mécanisation: son but principal sera la création d'un service avec des appareils arithmiques automatiques et le raccordement au réseau européen pour la télégraphie au moyen d'appareils arithmiques automatiques. La reconstruction du service télégraphique comprendra aussi l'installation de presque 90 voies à courants porteurs pour la télégraphie harmonique. Pour le développement de la radiocommunication le projet prévoit l'établissement de 2 stations de radiodiffusion à 135 kW à ondes moyennes, 2 stations à 50 kW à ondes courtes, plusieurs stations de relais à 6 kW et enfin pour la radiotélégraphie 4 stations émettrices à 15 kW et une station réceptrice. Le projet prend en considération l'instruction progressive du personnel technique et l'équipement du service avec des véhicules mécanisés. La réalisation du projet commencera le premier août de cette année.

megépíteni, hogy a nemzetközi távbeszélő szolgáltatásban bevezetni tervezett gyorsforgalom lebonyolítására is alkalmas legyen és a korszerű átviteltechnikai feladatoknak is teljes mértékben megfeleljen. A budapesti helyközi központban előreláthatólag 2—300 elsőrendű nemzetközi távbeszélő áramkör fog végződni.

Az új nemzetközi távkábelek megépítése azonban a belföldi, országos hálózat szempontjából is döntően fontos. Az országos hálózat újjáépítésénél ugyanis már a legkorszerűbb átviteli-, kapcsolás- és forgalomtechnikai elveket kívánjuk következetesen keresztülvinni. Ezért a tervezésnél olyan gócpontosított országos távíró és távbeszélő hálózat kialakítását tartottuk szem előtt, amely a természetes forgalmi követelményekhez legjobban simul, átviteltechnikai szempontból homogén egységet képez, végül gyorsforgalom bevezetésére is alkalmas.

Az országos hálózatban két előfizető közti távolsági összeköttetés tervezett átviteli viszonyait a 3. ábra tünteti fel. A nemzetközi rész, valamint a nemzetközi tranzitközpont-gyűjtőközpontok közti szaka-



szok a leghosszabbak lévén, ezeken — a sok kéthuzalos erősítővilla áram hatásának elkerülése céljából — négyhuzalos áramköröket alkalmazunk.

Fenti szempontoknak az országos hálózat csak akkor felel meg, ha annak gerincét távkábelek képezik. Kellő mennyiségű belföldi távkábeláramkör biztosításában pedig a megépítendő nemzetközi távkábelek nagy segítséget jelentenek. Ezek ugyanis a meglévő távkábeleket nagy mértékben leterhelik, s így utóbbiak a belföldi forgalom számára felszabadulnak. Sőt ezenfelül az új békéscsabai U-kábel a belföldi forgalom számára megfelelő mennyiségű pupináramkört is fog tartalmazni, minthogy Szolnokig az U-

kábelnek mindkét iránya pupinkoszorú borítást kap. Az egyik koszorút a meglévő tisztántúli távkábel felvételére használjuk, amely ennek segítségével négyhuzalos módon juthat be Budapestre. A másik koszorú továbbjut Békéscsaba felé és felveszi ennek az iránynak belföldi forgalmát. A 3 éves terv keretében végrehajtandó távkábelépítés kihatása folytán tehát a belföldi nagytávolságú forgalom lebonyolításának minősége ugrásszerűen fog javulni.

Az országos hálózat távkábeleit a 3 éves terv végén a 4. ábra szemlélteti. A Dunántúl főirányainak kábelzésére a 3 éves terven belül a nemzetközi kötelezettségek előnyben részesítése folytán nem kerülhet sor.

A feljavított országos hálózat gazdaságos kihasználása és a minél homogénebb átviteli rendszer megvalósítása érdekében a távbeszélő szolgálat gépesítését is célul kellett kitűzni. A 3 éves terv keretében belül természetesen a gépesítés teljes mértékben épügy nem oldható meg, mint a teljes távkábelrendszer kiépítése. Elsősorban a gócpontokat, és pedig a távkábelek mentén fekvőket igyekezünk gépesített helyi és helyközi központtal ellátni. A 3 éves terv végén a 31 gócpontból már 16 lesz gépesített. Valamennyi gépesített gócpont helyközi központja egyforma típusú, gyorsforgalomra is alkalmas, zsinór nélküli, automatikus csillapításvezérlésű berendezés lesz.

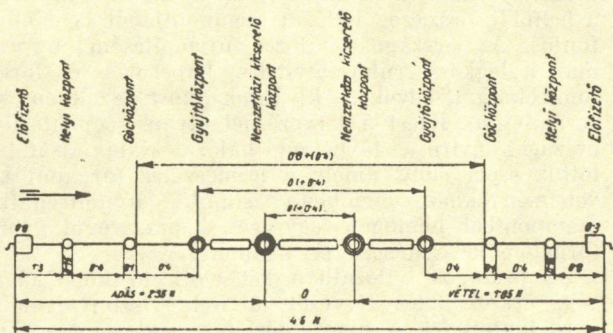
Helyközi viszonylatban a gépesítés felé még csupán az első lépést tervezzük megtenni a kezelői távvalasztlás fokozatos kiépítésével. Ennél a rendszerenél egy-egy távolsági összeköttetés felépítésében csupán egy kezelő vesz részt, ami a kapcsolási időt csökkenti és növeli az összeköttetés stabilitását. Az áramkörök a gócpontok között közös nyálábokba foghatók össze, s így kihasználásuk ezáltal is javul.

A harmadik év végéig gépesített gócpontokat és felépített távvalasztó hálózatot az 5. ábra szemlélteti. A gépesített vidéki távbeszélő központok állomásbefogadóképessége 14.000-el növekszik meg a 3 éves terv keretében.

A tervezett gépesítéssel a 3 éves terv végén az ország távbeszélő állomásainak közelítőleg 60%-a nemcsak helyi, hanem helyközi forgalom szempontjából is gépesítve lesz.

A budapesti hálózatban az elpusztult és egyelőre ideiglenesen újjáépített József-központban végleges 7A2 rendszerű 20.000-es automata központ, a Teréz-központban a régi 7A1 típusú, 10.000-es kapacitásra lecsökkent központ helyett egy új ugyancsak 7A2 típusú automata központ, Óbudán 2.400-as automata központ, a Krisztinában pedig 4.000-es automata központ megépítésére kerül sor. 3 év alatt tehát a budapesti hálózat befogadóképessége és ezzel párhuzamosan kapcsoló-áramköri kapacitása is jelentős mértékben meg fog növekedni.

Az országos gépesítés irányában haladó fejlődésre való tekintettel az új automata központokat már helyesebb a korszerűbb és az előfizetői távvalasztás követelményeinek is megfelelő 7A2 rendszerben megépíteni. Ezek a központok már alkalmasak lesznek áttárcsázásra, többszörös időszámításra, körzeti központokkal való forgalomban idő és zóna számításra, pénzbedobó készülékek beszédidő korlátozására és a későbbi idők folyamán bevezetésre kerülő előfizetői távvalasztásnál a beszédjegy nyomtatással kapcsolatos azonosításra. A végcél természetesen az, hogy a budapesti hálózat — a homogenitás érdekében — egységesen 7A2 központ típusú központokból álljon. Ezt a célt azonban még hosszabb időn át nem lehet teljes mértékben elérni. Csak, ha a még megmaradó 7A1 típusú főközpontok élettartama letelik, válik le-



hetségessé a hálózat valamennyi központjának 7A2 rendszerűre való kicserélése. A budapesti hálózat befogadóképessége 46400 állomással növekszik meg, tehát a 3 éves terv végére a korábbi nívót elérjük.

A központi és átviteltechnikai berendezések tervezett fejlesztése a távkábel hálózaton és az automatikus helyi központokon kívül természetesen kiterjed a légvezetékes távolsági hálózatra, a helyi kábelhálózatokra és a kézikészítésű rendszerben megmaradó központokra is.

A gépesítés kifogástalan, üzembiztos helyi hálózatot kíván, s ezért az időjárásnak és egyéb külső behatásoknak erősen kitett légvezetékes helyi hálózatokat gépesítés esetén célszerű kábelhálózatokká átépíteni. A 3 éves terv keretében a helyi hálózatok gépesítése kapcsán 14.000 km kábelérpár megépítésére fog sor kerülni.

A légvezetékes távolsági hálózat fejlesztését vívőáramú berendezések kiterjedt alkalmazásával célszerű megoldani. A vívőáramú összeköttetések jóminőségű, állékony építésű alapáramkörökön a távkábel áramkörökkel úgyszólván egyenlő minőségű összeköttetéseket jelentenek és így ezek segítségével a távkábel hálózatot főként a mellékirányokban jól ki lehet egészíteni. Kerekén 50 vívőáramú csatorna létesítésére és ezek céljaira 400 km hosszú elsőrendű légvonal megépítésére kerül a 3 éves terv keretében sor.

Az egyelőre kézikapcsolású rendszerben megmaradó központok befogadóképességét az előfizetői szám várható gyarapodására való tekintettel 6:300-al tervezzük a 3 éves terv keretében emelni. Ezekben a hálózatokban apróbb bővítésekre, előfizetői leágazások építésére a kellő mértékben kell számítanunk.

Feltétlenül el kell végezni ezenkívül a gyors munkával már helyreállított de átviteli szempontból nem kielégítő állapotban lévő légvezetékes hálózat felújítását is, különben az egész átviteli rendszer minőségét lerontaná.

A táviró szolgálat fejlesztésének főcélja az automatikus távgépíróhálózat megteremtése és bekapcsolódás az európai távgépíró hálózatba. Ezt a célt szolgálja a 3 éves terv keretében felszerelésre kerülő budapesti gépkapcsolású táviró központ, valamint a vidéki mellékközpontok. Ezenfelül a táviró hálózat újjáépítése érdekében 90 hangfrekvenciás távirócsatorna felszerelésére, valamint a hivatalok egy jó részének korszerű kapcsolókkal és távirógépekkel való ellátására fog sor kerülni. Mindenesetre a Hughes-rendszer kiszorítása és a Morse-gépek használatának a kevésbé forgalmas viszonylatokra való korlátozása is irányadó szempont.

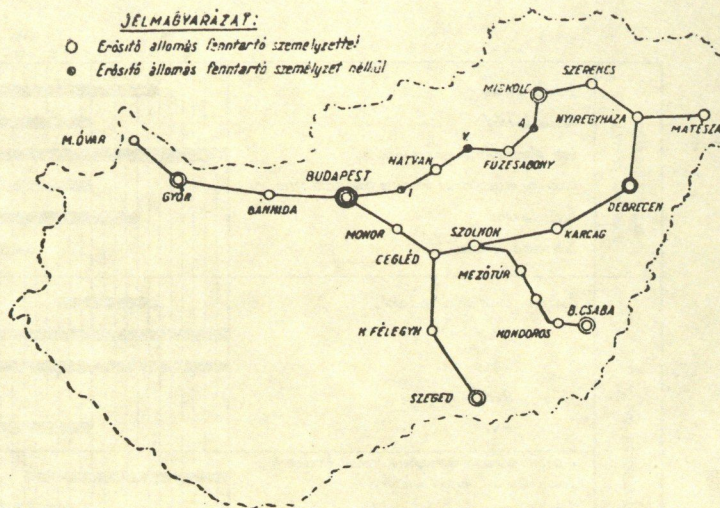
A táviró- és távbeszélő hálózat korszerűsítése és minőségi feljavítása egyoldalú, köteles eredményű törekvés lenne a fenntartási szolgálat színvonalának hasonló mértékű emelése nélkül. Ezért a 3 éves terv kidolgozásánál a fenntartási szolgálat minőségi feljavítását a műszaki személyzet erőteljes továbbképzésével és a szolgálat jelentős mértékű gépesítésével vettük tekintetbe.

A rádiószolgálat újjáépítése, illetőleg fejlesztése a 3 éves tervnek jelentős munkaterületét képezi. Két új 135 kW-os középhullámú és az érdekelt minisztériumok hozzájárulásával két 50 kW-os rövidhullámú műsorszóró, valamint több 6 kW-os reléadó építése tekintélyes feladatot jelent.

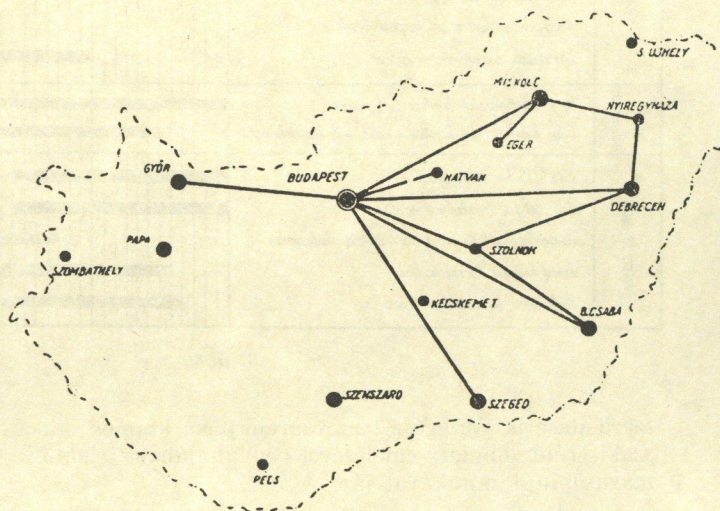
A rádió-táviró szolgálat, amely a békebelinél már ma is sokkal jelentősebb forgalmat bonyolít le, jelenleg szükségberendezésekkel dolgozik. Ezért Székes-

JELMAGYARÁZAT:

- Erősítő állomás fenntartó személyzettel
- Erősítő állomás fenntartó személyzet nélkül



4. ábra



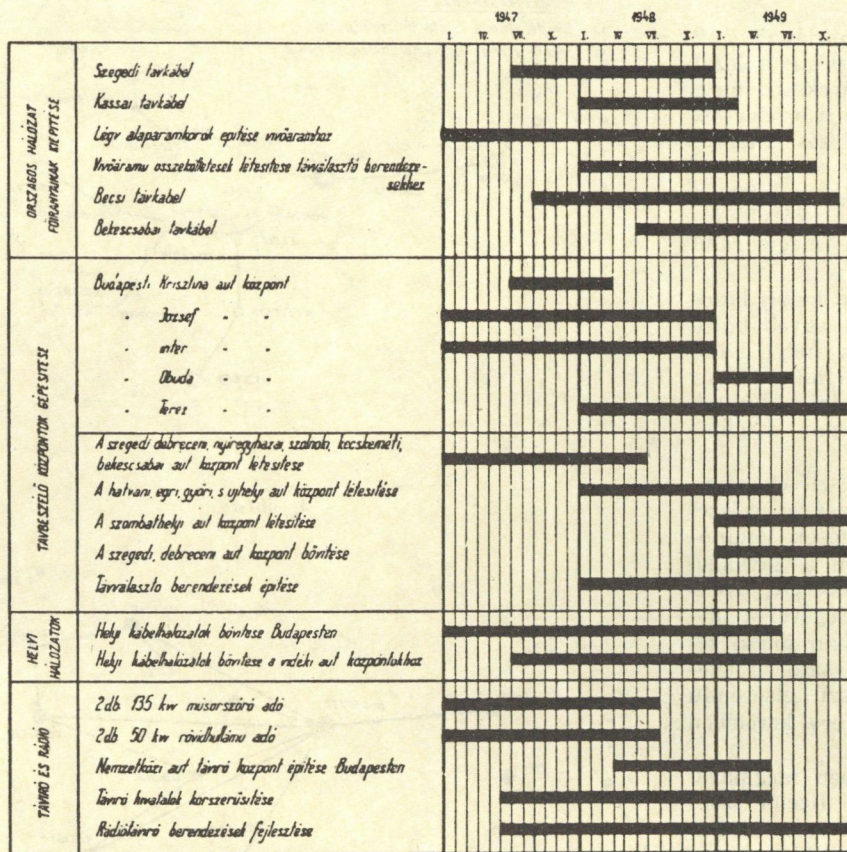
5. ábra

fehértárolt négy 15 kW-os rádiótáviró adó felszerelése szükséges. Hasonló mértékű fejlesztésre szorulnak a rádiótáviró vevőállomások is. Előreláthatólag sor kerül a tárnoki vevőállomáson kívül egy új, valószínűleg a Duna-Tisza közén felállítandó vevőállomás megépítésére is. A rádiótáviró szolgálat ilyen mértékű fejlesztésére rádiótáviró összeköttetéseink megtartása és a megkívánt nemzetközi színvonal biztosítása érdekében feltétlenül szükség van.

Végül szerves részét képezi a rádiószolgálat fejlesztésének a stúdió, a zavarvizsgáló állomás és a laboratóriumi felszerelések megfelelő kibővítése és kor-

Anyag	Egys.	1947	1948	1949	Össz.
Réz	t.	335	505	439	1.279
Ólom	t.	646	1.007	544	2.197
Vas	t.	835	1.129	928	2.892
Cement	t.	1.240	780	785	2.805
Tégla	1000 db	2.304	1.384	1.402	5.090
Épület	m ²	1240	780	785	2.805
Faoszlop	t.	27	32	33	92
Üveg	m ²	2.397	1.476	1.515	5.360
Porcellán	t.	117	146	171	434

1. sz. táblázat



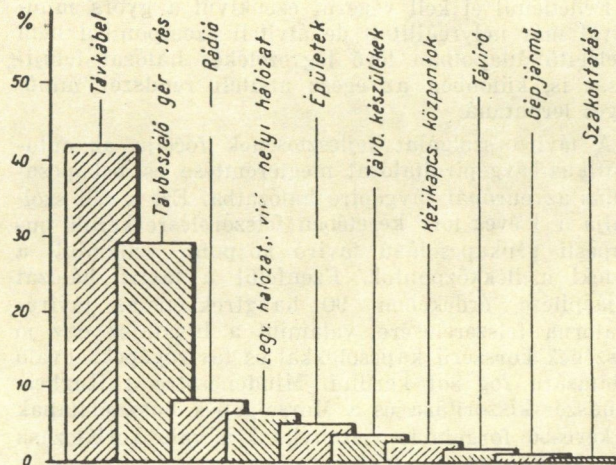
6. ábra

szerűsítése is. Az egész terv végrehajtása számos műszaki célú épület emelésével és általában jelentős magasépítési munkával jár.

A fentiekben röviden vázolt 3 éves munkaprogram időtervének kidolgozása különös gondosságot igényelt. Fontos, hogy a szerves egésznek képező távközlési rendszer fokozatos fejlesztése úgy történjék, hogy az egyes részletmunkák egymáshoz időbelileg okszerűen és műszaki szempontból is a legelőnyösebben kapcsolódjanak. A leegyszerűsített időtervet a 6. ábra szemlélteti. Az időterv az egyes munkafázisokat befejezésük időpontja alapján csoportosítva tünteti fel.

A terv költségeinek megoszlását az egész költség százalékában kifejezve a 7. ábra szemlélteti. Láthatjuk, hogy az előrelátható költségek túlnyomó része, mintegy 72%-a a távkábelek létesítése és a távközlő hálózat gépesítése kapcsán merül fel, s ez egyúttal arra is jellemző, hogy a magyar távközlési rendszer melyik szektorában van a legtöbb pótolni, illetőleg javítani való.

A 3 éves terv megvalósítása tekintélyes anyagfelhasználással is jár, mint azt az 1. sz. táblázat mutatja.



7. ábra

megnövekedésére is, ami viszont a hálózat további bővítését és fejlesztését fogja siettetni. Ez a természetes, gyors fejlődési folyamat teszi majd lehetővé, hogy a magyar távközlés valóban a legszelesebb néprétegek igazi közkincsévé váljék.

Antennacsatolás

Transzformátoros antennacsatolású rádiókészülékek bemenőkörének méretezése maximális antennatranszformációra.

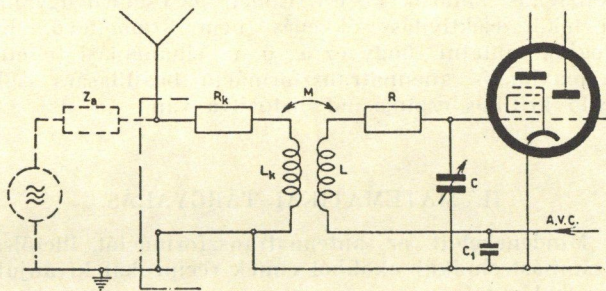
BÁLINT JÁNOS

—1—

I. ÖSSZEFOGLALÓ ÁTTEKINTÉS

1. Transzformátoros bemenet leírása:

Az 1. ábra szerint a transzformátoros csatolású rádiókészülékek bemenete az antenna csatolótekereséből, a rezgőköri tekeresből, a rezgőköri kapacitásból és az egyes körök veszteségeit jellemző ellenállásokból áll. A csatolótekeres útján táplálja az antenna a vevőkészüléket, mint feszültségforrás a maga belső impedanciáján keresztül.

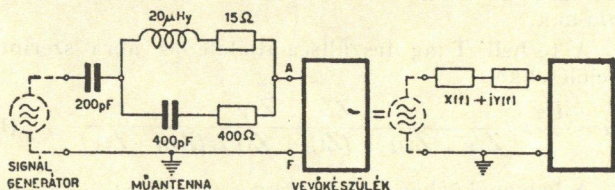


1. ábra

Za antenna belső impedanciája
Lk csatolótekeres önindukciója
M kölcsönös önindukciótényező
L rezgőköri tekeres önindukciója
K rezgőköri veszteségi ellenállás
Rk csatolási veszteségi ellenállás
C hangolókapacitás
C1 A. V. C. szűrőkapacitátor

2. Az antenna belső impedanciája:

Az antennára vonatkozó mérések szerint az antenna impedanciája minden frekvencián kapacitív jellegű és ohmos ellenállással sorbakötött kapacitással helyettesíthető egy adott frekvencián. Ezért a készülék érzékenysége adatait igen kis belső ellenállású (10 Ohm) hiteles feszültségforrásról, műantenna közbeiktatásával állapítjuk meg. (2. és 3. ábra)



2. ábra

Vizsgálatainkat erre a műantennára vonatkoztatjuk, de ezen túl figyelembe kell vennünk, hogy a gyakorlatban alkalmazott antennák mennyiben befolyásolják eredményeinket.

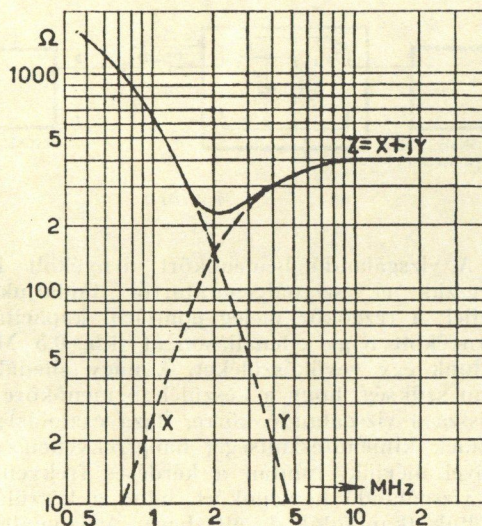
3. Méretezési alapelvek.

A bemenőkör méretezésénél különböző feltételekből indulhatunk ki: Közép-, és hosszuhullámon döntő szempont a megfelelő tükröszelektivitás elérése.

AERIAL COUPLING

Some mathematical and physical methods are given for obtaining maximum aerial coupling effect in the case of a transformer coupled aerial. The problem of the transformer coupled input circuits may be reduced to the problem of loaded T networks. The voltage gain ratio of these is a complex quantity, and the absolute value has a maximum at a given frequency depending upon the aerial coil inductivity and the coupling factor. The aerial transformation is a function of the aerial capacity and the frequency, and may be described by a circular-diagram. (Fig. 8.)

Igen nagy erősítésű készülékekben viszont a bemenőkör elemeit úgy kell méreteznünk, hogy a jel-zaj viszony a legkedvezőbbben alakuljon.



3. ábra

Végül rövidhullámon a készüléktől általában a lehető legnagyobb érzékenységet kívánjuk meg, azaz a bemenőkör segítségével az antenna elektromotoros erejét a lehető legjobban ki akarjuk használni, maximális antennatranszformációt akarunk beállítani. A továbbiakban ezzel a méretezési feltétellel dolgozunk.

4. A bemenőkör egyes elemeinek értékei maximális antennatranszformáció esetében:

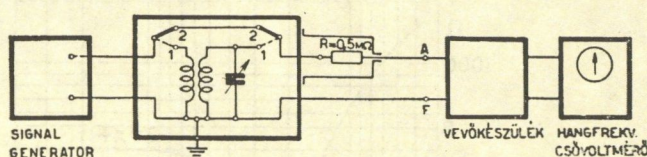
Az antennatranszformáció a részletes számítások szerint frekvenciafüggő. Így a maximális antennatranszformációt csak egy frekvenciára lehet beállítani. Tekintettel arra, hogy a készülék aperiódikus érzékenysége (az első cső rácsáról) növekvő frekvenciák felé növekszik, célszerűnek látszik a rövidhullámú sáv kisebb frekvenciájú hangolási pontján az antennatranszformációt maximumra beállítani.

A számítások szerint célunk elérésére két mennyiség felett rendelkezünk szabadon: a csatolótekeres önindukcióját és a csatolótekeres és rezgőköri tekeres közti kölcsönösindukciót kell úgy meghatároznunk, hogy az alsó hangolási ponton maximális antennatranszformációt kapjunk. Ez akkor következik be, ha egyrészt az antenna impedanciájából álló soros

rezgőkörnek rezonanciafrekvenciája az alsó hangolási ponthoz tartozó frekvencia, másrésztől, ha a csatolás a rezgőkör- és csatolótekeres között kritikus. Meg kell jegyeznünk, hogy ezen méretezési feltételek közelítőek, de a készülékekben szokásos jóságú körök esetében az elkövetett hiba kisebb, mint 10–15 %. Fenti méretezési feltételek jelentősége azért nagy, mert segítségével a csatolótekeres önindukciója és a csatoló- és rezgőkör tekeres közötti csatolási tényező kísérletileg könnyen megállapítható, míg a pontos méretezés hosszadalmas számításokat és speciális méréseket igényel, úgy, hogy a kísérleti közelítő módszer gyorsabban és kevesebb munkával vezet gyakorlatilag kielégítő eredményre.

5. Az antennatranszformáció mérése és kísérleti beállítása:

A mérés áramkörét a 4. ábra mutatja.



4. ábra

A vizsgálandó bemenőkört ányékolt házban helyezük el, szignálgenerátorról tápláljuk modulált jellel; a rezgőkör meleg pontjáról kapacitásszegényen ányékolt nagy ellenálláson át (kb. 0.5 MΩ) táplálunk egy vevőkészüléket. A nagy ellenállásra azért van szükség, hogy a készülék bemenőköre ne hasson vissza a vizsgálandó körre, (laza csatolás); a vevőkészülék kimenőfeszültségét hangfrekvenciás csővoltmérővel mérjük, miután a kérdéses frekvenciára mind a vizsgálandó bemenőkört, mind a készüléket ráhangoltuk (kapcsolók 1. állásban). A szignálgenerátorból akkora jellel tápláljuk a vizsgálandó bemenőkörön keresztül a készüléket, hogy a csővoltmérő körülbelül 50 mV-nak megfelelő feszültséget mutasson. Ez azért ajánlatos, hogy a készülék fading-automatája még ne lépjen működésbe és ne rontsa le a mérés érzékenységet, hiszen a fading-automata hatására aránylag nagy bemenőjel-növekedésnek, aránylag kis kimenőfeszültség-növekedés felel meg. Ezekután a kapcsolókat 2. állásba váltjuk és a szignálgenerátorról most a vizsgálandó bemenőkör kihagyásával az említett nagy ellenálláson át közvetlenül tápláljuk a készüléket akkora jellel, hogy a kimenőfeszültség ugyanannyi legyen, mint a mérés első lépésében. Ha elsőnek u_1 μ V-t, másodiknak u_2 — μ V-t szolgáltatott a szignálgenerátor, az antennatranszformáció

$$\dot{a} = \frac{u_1}{u_2}$$

Az antennatranszformáció maximumának beállítását két lépésben végezhetjük el. Először a szokásos kísérleti eljárások valamelyikével a csatolótekeresből és a műantenna impedanciájából álló rezgőkört — az antennacsatolótekeres önindukciójának megfelelő beállításával — a kérdéses frekvenciára rezonanciába hozzuk, majd a fent vázolt eljárás segítségével a csatolótekeres és rezgőkör tekeres közötti távolságot úgy határozzuk meg, hogy maximális antennatranszformációt kapjunk, vagyis kritikus csatolásra állunk be.

Az ismertetett mérési eljárással az antennatranszformáció frekvenciafüggőségét is megvizsgálhatjuk.

Az Orion-laboratóriumban lefolytatott méréseink számításainkat minőségileg és a szokásos hibahatárok között mennyiségileg is igazolták.

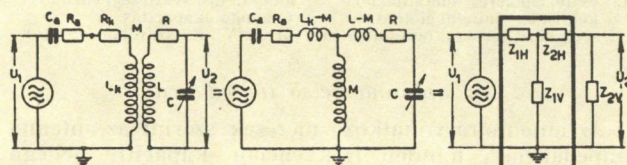
6. Elhangolási feltétel és maximális antennatranszformáció.

Mint a második pontban jeleztük, figyelembe kell vennünk, hogy különböző antennákkal táplálva a készüléket, ne lépjenek fel olyan jelenségek, amelyek a készülék egyéb tulajdonságait lerontják. Az egyes antennák belső impedanciái gyakorlatilag csak reaktanciájukban különböznek egymástól, míg az ohmos (vesztésre jellemző) komponens állandónak tekinthető. A reaktanciáknak megfelelő kapacitásértékek a gyakorlatban 50 és 450 pF között váltakoznak, a hangoláshoz használt műantenna 133–145 pF-jához képest. Ez annyit jelent, hogy különböző antennakapacitások különböző mértékben hangolják el a rezgőkört. Gyakorlatilag olyan csatolást követelünk meg a bemenőkörben, hogy a rezgőkör elhangolódása ne legyen több a sávzélesség felénél a szokásos antennakapacitás határok között. Ebben az esetben ugyanis a tükröselektivitás-csökkenés nem számottevő. Ki fogjuk mutatni, hogy ez az ú. n. elhangolási feltétel a maximális antennatranszformáció beállítására szolgáló kritikus csatolásnál biztosítva van.

II. MATEMATIKAI TÁRGYALÁS.

Mindenekelőtt az antennatranszformációt, illetőleg számítástechnikai okokból ennek reciprokát kívánjuk meghatározni.

A bemenőkör az 5. ábra szerint terhelt T taggal helyettesíthető.



5. ábra

A továbbiakban az antenna veszteségi ellenállását összefogjuk a csatolótekeres veszteségi ellenállásával és ezt nevezzük — ha nem is következetesen — R_a -nak.

A terhelt T-tag feszültség-áttele az ábra szerinti jelölésekkel:

$$\dot{a} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_{1V} \cdot Z_{2V}}{Z_{1V} \cdot Z_{1H} + (Z_{1H} + Z_{1V}) \cdot (Z_{2H} + Z_{2V})} \quad (1)$$

A bemenőkörben a T-tag egyes elemeinek az alábbi mennyiségek felelnek meg:

$$Z_{1H} = \frac{1}{j\omega C_a} + R_a + j\omega(L_K - M) \quad Z_{1V} = j\omega M$$

$$Z_{2H} = j\omega(L - M) + R \quad Z_{2V} = \frac{1}{j\omega c}$$

Ezeket az értékeket az 1) egyenletbe helyettesítve nyerjük a bemenőkör feszültség-áttele, azaz az antennatranszformációt. Az így kapott eredmény azonban további taglalásra nem alkalmas és ezért a nagyfrekvenciástechnikában szokásos derivált mennyiségeket vezetjük be:

Az antennakör jósági tényezője	$Q_a = \frac{\omega L_K}{R_a}$
A rezgőkör jósági tényezője	$Q = \frac{\omega L}{R}$
A bemenőkörben szereplő önindukciók viszonya	$\beta^2 = \frac{L_K}{L}$
A bemenőkörben szereplő kapacitások viszonya	$\gamma^2 = \frac{C}{C_a}$
A csatolási tényező	$k = \frac{M}{\sqrt{L \cdot L_K}}$
A kritikus csatolási tényező	$k_o = \frac{1}{\sqrt{Q \cdot Q_a}}$
Az alkalmazott csatolási tényező és a kritikus csatolási tényező viszonyszáma	$\alpha = \frac{k}{k_o}$

Ezekkel az antennatranszformáció reciproka

$$\frac{1}{\bar{a}} = \frac{\beta}{\sqrt{Q}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{Q_a}} \left(\alpha + \frac{1}{\alpha} \right) + j \frac{\sqrt{Q_a}}{\alpha} \left[1 - \left(\frac{\gamma}{\beta} \right)^2 \right] \right\} \quad (2)$$

A 2) egyenletből leolvashatjuk a 4. pontban közölt közelítő méretezési feltételeket:

A reciprok antennatranszformációnak minimuma van közelítőleg, ha képzetes részét nullává tesszük, és valós részét minimumra hozzuk:

Azaz

$$\frac{\gamma^2}{\beta^2} = 1, \quad \frac{C}{C_a} \frac{L}{L_K} = 1 \text{ de } \omega^2 LC = 1$$

$$\gamma = \beta \quad \text{illetőleg} \quad \frac{1}{C_a L_K} = \omega^2 \quad (3)$$

Tehát, mint állítottuk, a csatolótekeresből és antennakapacitásból álló rezgőkörnek a kívánt frekvenciára rezonanciában kell lennie.

Másrészről a valós rész akkor minimum, ha

$$\alpha = 1 \quad k = k_o = \frac{1}{\sqrt{Q \cdot Q_a}} \quad (4)$$

azaz a csatoló- és rezgőköri tekercs között kritikus csatolásnak kell fennállnia.

A 3) és 4) feltételek sem L -t, sem C -t nem tartalmazzák, tehát mint állítottuk, csak a csatolótekeres önindukciójával és a csatoló és rezgőköri tekercs közti csatolási tényezővel tudjuk az antennatranszformációt befolyásolni.

Amennyiben csak a valós részt tesszük minimummá, az antennatranszformáció reciproka:

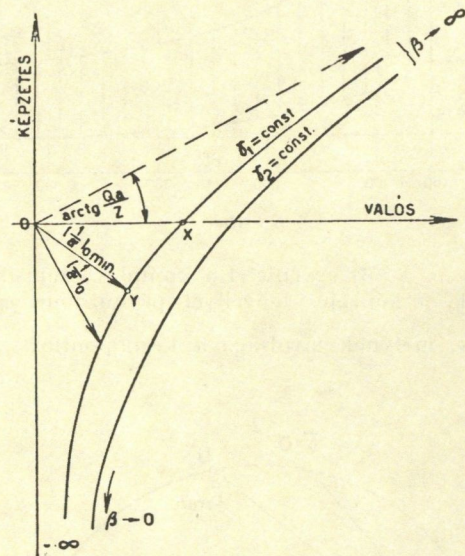
$$\frac{1}{\bar{a}} = \sqrt{\frac{Q_a}{Q}} \cdot \left[\frac{2\beta}{Q_a} + j \left(\beta - \frac{\gamma^2}{\beta} \right) \right] \quad (5)$$

Vezessük be a specifikus antennatranszformációt:

$$\left(\frac{1}{\bar{a}} \right)_0 = \frac{1}{\bar{a}} \cdot \sqrt{\frac{Q_a}{Q}} \quad (6)$$

$$\left(\frac{1}{\bar{a}} \right)_0 = \frac{2\beta}{Q_a} + j \left(\beta - \frac{\gamma^2}{\beta} \right)$$

A γ tényező állandó, hiszen egy antennánál és egy frekvenciánál a hangolókapacitás és az antennakapacitás állandó értékek. Konstans érték esetén a specifikus antennatranszformáció reciproka a komplex számsíkon a 6) ábrának megfelelően alakul.



6. ábra

Az ábrából világosan leolvasható, hogy nem $\beta = \gamma$ feltételnek megfelelő X pontban, hanem az Y. pontban van az antennatranszformáció maximuma, hiszen $OX > OY$.

Rövid számítással ki lehet mutatni, hogy az Y pontnak megfelelő beállítás feltétele:

$$\beta = \frac{\gamma}{\sqrt{1 + \left(\frac{2}{Q_a} \right)^2}} \quad (7)$$

Ez a feltétel lép a 3)-as helyébe, de mint az általános ismertetésben jeleztük, a szokásos jósági-tényezők mellett a 3) és 7) feltétel között nincs több eltérés, mint 15% és még kisebb az eltérés magában az antennatranszformáció értékében.

Vizsgálat tárgyává akarjuk tenni az antennatranszformáció frekvenciafüggőségét és egyben a különböző antennakapacitások hatását.

A 6) egyenlet szerint

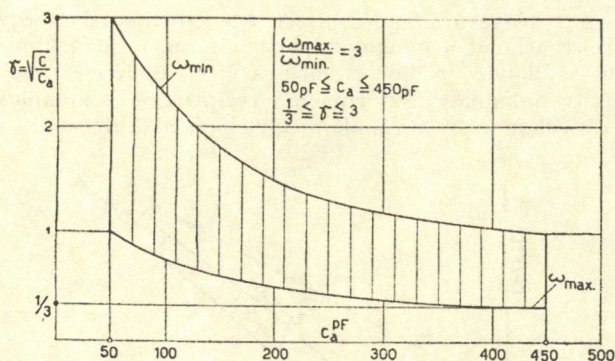
$$\left(\frac{1}{\bar{a}} \right)_0 = \frac{2\beta}{Q_a} + j \left(\beta - \frac{\gamma^2}{\beta} \right)$$

A β értékét $\left(\sqrt{\frac{L_K}{L}} \right)$ akár a 3), akár a 7)

feltételből határoztuk meg, jelenlegi vizsgálatunknál állandóként szerepel. Így a specifikus antennatranszformáció reciproka csak a kapacitások viszonyától függ $\left(\gamma = \frac{C}{C_a} \right)$, amely viszont mind a frekvenciát, mind az antennakapacitást tartalmazza.

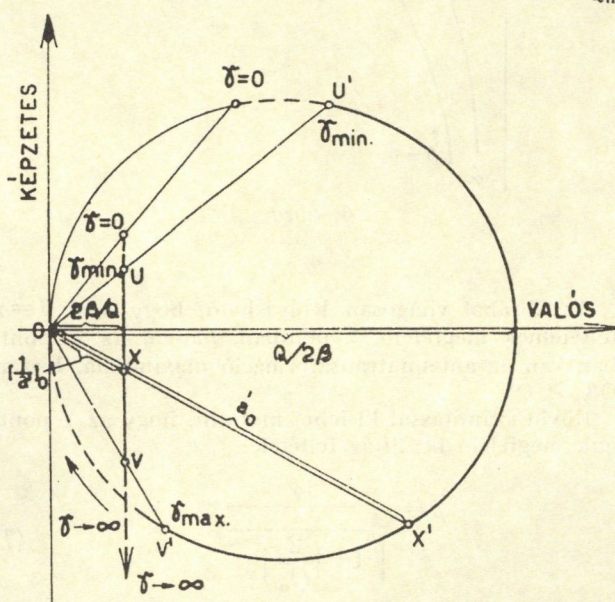
Ezért kezelhető együtt a két probléma.

A γ tényező változását a 7. ábra mutatja a szokásos antennakapacitás határok között (50–450 pF) 1:3 sávátfogás esetére. A γ tényező 1/3 és 3 között változik.



7. ábra

Ha a . . . 6) egyenletet a komplex számsíkon ábrázoljuk, a képzetes tengellyel párhuzamos egyenest kapunk, melynek távolsága a kezdőponttól $X_0 = \frac{2\beta}{Q_a}$



8. ábra

(Az ábrában Q helyett, Q_a olvasandó)

Ezen az egyenesen a γ min. illetve γ max.-nak megfelelő pontot (U, V) kijelölve nyerjük a specifikus antenna-transzformáció reciprokának változását a frekvencia, illetve az antennakapacitás függvényében.

A specifikus antennatranszformációt inverzióval kapjuk. Az UV egyenes inverze az O ponton átmenő és a valós tengelyre szimmetrikus helyzetű kör, mely-

nek átmérője $\frac{Q_a}{2\beta}$. Így pl. a γ -hoz tartozó X

a kezdőpontból a körre vetítve megkapjuk X'-t, és OX' a specifikus antennatranszformáció, ez, $\sqrt{\frac{Q}{Q_a}}$ -val szorozva adja magát az antennatranszformációt.

Ennél a vizsgálatnál nem vettük figyelembe a jósági tényezők frekvenciafüggőségét, ez azonban egy sávon belül nem szokott $\pm 10\%$ -nál nagyobb ingadozást mutatni helyes méretezés esetén.

Még egy megjegyzés a rezgőkör jósági-tényezőjének hatásáról. Tudjuk, hogy

$$\hat{a} = \sqrt{\frac{Q}{Q_a}} \cdot \hat{a}_0$$

azaz az antennatranszformáció a rezgőkör jósági-tényezőjének négyzetgyökével arányos. Ez pl. annyit jelent, hogy kétszeres antennatranszformáció növekedést négyeszeres jósági-tényező növelésével lehet elérni. Így a tekercs jósági-tényezőjét nem érdemes túlzottan növelni, mert a költségtöbblet nem áll arányban az eredménnyel. Fenti méretezési eljárás a többi szabadon választható tényezőre kíván útmutatástul szolgálni.

Vizsgáljuk meg most az elhangolási feltételt.

A bemenőkör egyes elemei a rezgőkör kapacitáshoz parallel kapcsolt impedanciával helyettesíthetők.

Vezessük be a csatoló körből és antennaimpedanciából álló eredő soros rezgőkör rezonanciafrekvenciáját

$$\omega_K^2 L_K C_a = 1 \quad (8)$$

A számításokat elvégezve a parallel impedancia:

$$Z_p = R + \frac{\omega^2 M^2 R_a}{R_a^2 + \omega^2 L_K^2 \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)^2} + j\omega L \left(1 - \frac{\omega^2 M^2 \frac{L_K}{L} \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)}{R_a^2 + \omega^2 L_K^2 \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)^2}\right) \quad (9)$$

A csillapítás-növekedéstől el lehet tekinteni; az effektív önindukció:

$$L' = L \left(1 - \frac{k^2 \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)}{\frac{1}{Q_a^2} + \left(1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right)^2}\right) \quad (10)$$

Az önindukció-változás abszolút értéke

$$\left|\frac{\Delta L}{L}\right| = \frac{k^2 \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right]}{\frac{1}{Q_a^2} + \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2}\right]^2} \quad (11)$$

Az önindukció-változásnak megfelelő frekvencia-változás

$$\left|\frac{\Delta \omega}{\omega}\right| = \left|\frac{\Delta L}{L}\right| \cdot \frac{1}{2} \quad (12)$$

A bevezetésben közölt elhangolási feltétel

$$\Delta \omega \leq \frac{2\pi B}{2} \quad (13)$$

A sáv szélesség

$$B = \frac{\omega}{2\pi Q} \quad (14)$$

A maximális antennatranszformáció által kívánt kritikus csatolás esetére a megengedhető relatív önindukció-változás

$$\left| \frac{\Delta L}{L} \right| = \frac{k^2 \cdot \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right]}{\frac{1}{Q_a^2} + \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right]^2} \leq \frac{1}{Q} \quad (15)$$

illetőleg kritikus csatolásnál

$$\frac{Q_a \cdot \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right]}{1 + Q_a^2 \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right]^2} \leq 1 \quad (16)$$

Vezessünk be új változót:

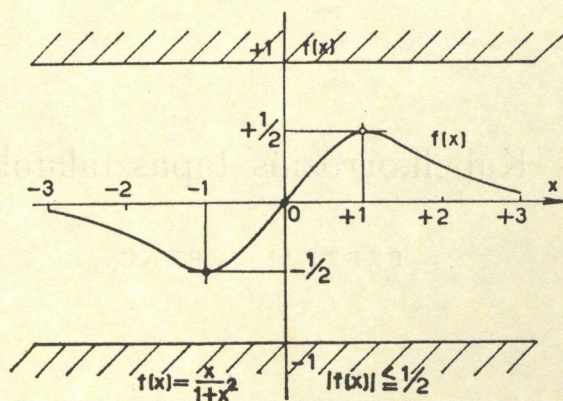
$$x = Q_a \left[1 - \frac{\omega_K^2}{\omega^2} \right] \quad (17)$$

így

$$f(x) \equiv \frac{x}{1+x^2} \leq 1 \quad (18)$$

feltételnek kell teljesülnie akkor, ha azt kívánjuk, hogy az elhangolódás a sáv szélesség felénél kisebb legyen. Ez azonban mindig teljesül a 9. ábra szerint, sőt ha a csatolás a kritikusnak $\sqrt{2}$ -szerese, még akkor sem több az elhangolódás az előírtnál.

A kritikusnál 40%-kal szorosabb csatolást a jóságtényező frekvenciafüggősége általában nem okoz. Ha



9. ábra

ez mégis bekövetkezne, akkor a hangolási ponton a kritikus csatolásnál annyival lazább csatolást kell beállítani, hogy sehol a sávon belül ne álljon elő a kritikusnál 40%-kal szorosabb csatolás. Ez annyit jelent, hogy ilyen esetben nem lehet az elméletileg lehetséges maximális antennatranszformációt elérni.

Az irodalomban ezzel a témával sokan foglalkoztak, de az alkalmazott tárgyalásmód nem teljes, amennyiben az antennatranszformációnak vagy csak a valós, vagy csak a képzetes részét vették figyelembe és így nem juthattak megfelelő eredményre, nem tudtak az antennatranszformációban maximumot kimutatni.

Irodalom:

M. J. O. Strutt: Verstärker und Empfänger. S. 274—280.

Philips Monatsheft No. 45. S. 13. 1937 február.

TERMAN: Radio Engineering 1937. P. 78 — P. 85.

Kábelkorróziós tapasztalatok

BÁRTFAI FERENC

A hazai és kontinentális távkábelhálózatunk kiépítésével néhány éven belül óriási mennyiségű és nagy értéket képviselő ólomkábel fogunk lefektetni. Ez indított bennünket arra, hogy röviden összefoglaljuk az ólom korróziójára vonatkozó hazai és külföldi tapasztalatokat.

Hogy mi a korrózió jelentősége, azt minden fémhasználó a saját kárán tapasztalja. Erről egyes államokban elég pontos becslések is készültek. Pl. az Egyesült Államokban a 30-as évek közepén az évi korróziós kár a közadósságok kamataival volt azonos nagyságrendű. Valószínű, hogy éppen a korrózió tanította meg az emberiséget bizonyos fémek többrebecsülésére és alkalmazására, figyelembevételével természetesen azok mechanikai tulajdonságait is. A C. C. I. a következőképpen határozza meg a korróziót: Egy fém korrodálódáskor felületén maródik és utána bevonódik, egy nem tapadó réteggel. Ezt eltávolítva, a fémén súlycsökkenés állapítható meg.

A jelenség elméletileg könnyen magyarázható. A nemesfémektől eltekintve, a fémeket vegyületeikből energiabefektetéssel állítjuk elő: redukáljuk. Ilyenkor (termodinamikai kifejezéssel élve) a rendszer szabad energiája nem csökken, hanem növekszik. Így valamennyi fém tulajdonképpen metastabil állapotban van. Kézenfekvő az a gondolat, hogy ha ismét vegyületté átalakulhat, olyan formában fog ez történni, amelyek kémiai reakcióinál a szabad energia csökkenése a maximális.

Ez csakugyan így is van. Az ólom korróziós termékei között megtaláljuk az ólomkarbonátot, ólom-szulfátot, e fém ipari érceinek kémiai formáit. Sajnos az említett termodinamikai elv semmit sem mond a korrózió mechanizmusáról és mértékéről. Egyazon fém kb. ugyanolyan, esetleg periódikusan is ismétlődő kémiai behatásra egészen másként viselkedik, mintha pl. mechanikai hatásokkal is kell számolnunk. De a marószér is fontos, például ez a három fém: magnézium, horgany és vas (ugyanazon hőfokon) konyhasó-oldatban a fenti sorrendben maródik, de erős lúgban a sorrend: horgany, vas, magnézium. Mint minden kémiai folyamatnál, úgy itt is fontos tényező a hőmérséklet. A korrózió nál az atmoszferilia, vagy a talaj hatásának kitett fém tisztasága, fizikai állapota, megmunkálásából származható esetleges feszültségei, felülete, kémiai reakcióképessége, mind olyan tényezők, melyek egymáshoz viszonyított nagysága esetenként változhat.

Láthatjuk, hogy a korrózió sokváltozós függvény, melynek megragadása éppen ezért igen nehéz.

Az ólomkábel a levegőn ólomoxiddal vonódik be, amely tömör, kompakt filmet ad, mely a további kémiai behatástól megóv.

Ha a levegő szándioxidot, vagy kéndioxidot tartalmaz (nagyobb tüzelőberendezések környezetében hazánkban), az ólom felületén képződő ólomkarbonát és ólom-szulfát szintén jó védőréteget ad.

Jóllehet, a talajba közvetlenül ólomköpenyt helyezni nem szoktak, mégis megvan a talajjal való közvetlen érintkezés veszedelem. A tapasztalatok alapján kezdtek el a Bureau of Standards és a Bell Telephone Lab. világhírű kísérleteiket a talaj hatásának kivizsgálására. Az USA 48-féle talajának mindegyikében egy négyzetméteres nagyságú letisztított fémlapot helyeztek el félméter mélységben. Különböző időkben a lemezek súlycsökkenését megmérték. Az eredmények statisztikus feldolgozása után kiderült, sok más mellett, hogy az (ön- és antimon-ötvöztetett) ötvöztölt lapok súlycsökkenése nagyobb volt, mint a tiszta ólomlapoké.

Vizsgáljuk tehát a talajjal kapcsolatban felmerülő eshetőségeket. Mint említettük a talaj azon összetevői, melyeknek az ólommal való reakciós termékei oldhatatlan, vagy nehezen oldódóak, korróziós szempontból nem veszélyesek. Érdekes tapasztalat, hogy a talaj kollóidális iszapja (ez általában pozitív töltésű) az ólomra rakódik és a korróziótól megóvja. A mésztartalmú cementek károsak. A kábelcsatornákat tehát oly betonból kell készíteni, melyhez használt cement kis (CaO, kalciumoxid) mésztartalmú. Általában a lúgos anyagokat, távol kell tartani az ólomköpenytől lehetőség szerint. (Mészhabarcs, mésztégla.) Ennek az a magyarázata, hogy alkális közegben az ólom felületén vörös, néha sárga, vagy zöldes ólommonoxid, lithargit képződik, amely a lúgos oldatból kiválva, az ólomfelületet tovább már nem védi. Ez komoly veszélyt jelent, de szerencsére egyszerű vízleemosással védekezhetünk ellene. Különös jelentősége van ennek a szikes talajoknál. Ezért a C. C. I. az alumíniumdús cementtel való építkezést ajánlja. A hazai bauxit-cement ilyen szempontból megfelel.

Külön figyelmet kell szentelnünk a talaj organikus eredetű szennyeződéseinek, illetve az ottlevő organikus savaknak. Különösen veszélyes, ha a kábelbefektetés tölgyerdő, vagy szemétdomb mellett történik. Ilyen helyeket a lehetőségig el kell kerülnünk. Ecetsav hatására bázikus ólomacetát képződik, mely a levegőben lévő szén-sav hatására ólomkarbonáttá alakul, ez mint említettük jó filmet ad. Megfigyelték, hogy szénkátránnyal itatott fák, a kátrányból származóan, kreozótot tartalmaznak. Ilyen kreozótos telítetű fa csak akkor szabadít fel ecetsavat (a kátrányból ered), amely korróziót okozhat, ha egész különleges körülményekkel kell számolnunk. USA-megfigyelések ilyen esetre: vasúti sín feletti hídon a mozdonnyok gőze szabadított fel ecetsavat a kábel tartalmazó fadobozból. Egy másik megfigyelésnél a kábel tokot a központi fűtés csöve melegítette fel. Phenol hatását dr. Barna János vizsgálta. (3)

A talajok hatása természetesen a talaj nedvességén, és pedig főként azok talajvizeinek milyenségén fordul meg. Így természetesen a víz egyes alkotórészei külön-külön is figyelmet érdemelnek. Általában a lágyvizek kedvezőtlenek. A sok kalcium- és magnéziumtartalmú «kemény»-vizek hatása kedvezőbb. A szikes talajok menti talajvizek igen károsak. Van azonban a lágyvizeknél egy jó segítség. Nagyon kevés vízüveg Na_2SiO_3 már 1:100.000 arányban igen jó védőhatást ad. (4) A vizek kloridtartalma nem nagyon veszélyes még oly gazdag kloridtartalom esetén sem, mint a tengervíz. A nitrátok károsan hatnak, a keményvizek hatását már 5:100.000 arányban észrevehetően kezdik lerontani. (5) Ez a töménység egyébként

húszszoros hatású, ha a lágyvizekével összehasonlítjuk. Más vizsgálatok megmutatták, hogy a vizek szulfationtöménységével egyenes arányban növekedett azok védőhatása. (6) 250:100.000 arányban 50%-kal kisebb a korrózió, mint desztillált vízben. A vizek foszfátion «PO₄»-tartalma hasonlóan kedvező. (7) A legkedvezőbb hatást, mint említettük, vízüveg-adagolással érhetjük el. Érdekes, hogy a vízüveg-adagolás akkor volt a leghathatósabb, ha a víz pH-ja 9–11 közé esett. Természetes, hogy az előbbieket ki kell még egészítenünk mocsárvizek, lápok, kanálisok, trágyadombokból származó szerves anyagok káros hatásának megemlítésével.

Sorompóknál, az igavonó állatok híg ürülékének hatásaként tapasztaltak korróziót. Sok korrózió van a légymányosi keserűvizek közelében. (Marschalkó Béla megfigyelése.) Veszélyes terület az újpesti bőrgyárak környéke a bőrgyári szennyvizek miatt. (Frimel Kálmán megfigyelése.) Általában, ha módunkban volna ilyen helyeken a kábelek közvetlen közelében a levegő széndioxid-tartalmának növelése, ez volna a legjobb védekezés. Így elősegítenénk a karbonátos védőréteg kialakulását.

A korróziós jelenségek egy másik csoportját elektrokémiai folyamatokkal magyarázhatjuk. Ismeretes, hogy ha rézlemez merül részóldatba, horganylemez horganysó-oldatba és a két fémelektrodát összekötjük műszeren át, akkor a műszer áramot jelez. A rézlemez súlya nő, a horganylemez csökken. Ugyanez a helyzet, ha a két fém pl. egy kábel köpenye és egy vasúti sín a talajvízzel alkot galvan-elemt. (A talajvíz mindig oldatként fogható fel.) Példa a kábelköpenyek forrasztási helyei. A forrasztóórnálunk 35% ónt tartalmaz. Így a forrasztási helyek óntartalomra nézve feldúsulnak. A Bell Laboratories mérései szerint a forrasztási hely 10⁴-mólos szóda és ecetsavoldatban anód a kábel többi részéhez képest. Ha két különböző pórustérfogatú talajrészlet veszünk, ezek oxigéntartalma a levegőátjárhatóság különbözősége miatt eltérő. Előttünk van egy oxigén-koncentrációs elem. Egy ezzel kapcsolatos kísérlet úgy folyt le, hogy híg konyhasó-oldatba ólomlapot helyeztek és erre üveggolyókat tettek. Hosszabb idő múltán a golyók érintkezési helye körül vörös ólom-dioxid-gyűrű képződött: ez volt az anód. (Philadelphia Electric Co.)

Talán a talaj geológiai szerkezetének hirtelen változásához, amely erős korróziót okozott a berlin–kölni távkábelben, a talajok oxigéntartalmának különbözősége is hozzájárult. (2) Vizsgáljuk meg ezeket közelebbről elméletileg. Hiszen ha a környezeti viszonyok mások is, kvalitatíve helyes útbaigazításokat kaphatunk. Egy fém, amely talajba van elhelyezve, ahhoz képest egy potenciált mutat. Ha két fémet helyezünk el, előttünk áll egy galvan-elem. Amennyiben áramra nem vesszük igénybe, az egyes fémpotenciálok, valamint az elem feszültsége logaritmikusan változik az oldatban lévő fémió nok mennyiségével.

Mi lesz, ha az elemet áramra is igénybe vesszük. A fellépő polarizáció az elem feszültségét oly kicsire csökkentheti, amilyen kicsi érték csak fenn tud tartani áramot. Az elektrokémiából ismeretes, hogy az áramsűrűség és az elektrodpotenciálok között az összefüggés négyféle lehet. Nem szándékozunk ennek részleteibe bocsátkozni, csak megemlítjük a következőt. Amennyiben nagyobbodó áramsűrűségnél az elektrodpotenciálok gyorsan leesnek, a korrózióelleni védekezés szempontjából ez az eset a legkedvezőbb. Még megjegyezzük, hogy a fenti tárgyalás szigorúbb tudományos szempontból bírálható.

Az elektródon a polarizáció úgy is létrejöhethet — és ez a mi szempontunkból a lényeges —, hogy az

elektrokémiai folyamat eredményeként egy többé-kevésbé tapadó réteg képződik, melynek eltávolításáról ha nem gondoskodunk, akkor e réteg úgyahogy megvédi a fémet a további behatástól (v. ö. a C. C. I. meghatározását a korrózióról). Természetesen fontos a talaj savassága, pH-ja. Gyakorlatban fontos a képződött filmek porozitása, ennek elbírálására laboratóriumi eljárásaink vannak.

A leggyakoribb és legismertebb esete a korrózió-nak a kóboráramok okozta kár. Mint ismeretes a vilamosvasúti sínekből a többé-kevésbé vezető talajba kilépő áram, amennyiben útjában egy kábelburkolatot talál (vagy gázcsövet, vízcsövet), részben ezen is átfolyik. Egy másik helyen aztán ismét kilép a talajba. Ezek a helyek elsősorban a talaj ellenállásától függenek. A talaj ellenállására Háber és társainak néhány adatát közöljük. Egy köbméter agyagos talaj ellenállása 50–100 ohm, homokos talajé 200–1000 ohm 5 fokon mérve.

Amennyiben a talaj és a fémrész kontaktusa jó, úgy elsősorban a köpeny maradását észleljük, ellenkező esetben a köpenyen foltokat találunk. 2 voltnál nagyobb feszültségesés esetén az ólomköpeny anódikus részein ólomdioxid képződik. Ez egy sötétbarna porózus anyag, amely a köpenyen kedvező feltételek mellett azonnal felismerhető. Egy amperes áram egy év alatt 100%-os áramkihasználást feltételezve kb. 35 kg ólomvesztéset jelent.

Amerikában sok módszert dolgoztak ki ennek csökkentésére. Így vörösréz-huzalokat helyeztek a sínek mellé, vagy szigetelték a síneket. Mindkettő drága és így nem vált be. Mac Collum (8) szerint az áram ötpercenkénti irányváltoztatása már kis értékre csökkent a korróziót. Ugyanazon szerző naponkénti, sőt heti frekvenciát is hatékonyan talált. Az ilyen típusú korrózió felismerése azonban nem mindig olyan egyszerű, mivel a vegyület könnyen elbomlik és így kimutatni nem tudjuk. A C. C. I. a vegyület kimutatására a következő eljárást ajánlja. 5%-os tetramethyldiamino diphenilmethán 50%-os ecetsavban való oldatát ráöntjük egy porcellán tálon a lekapt korróziós termékekre. Kék színeződést kapunk. (Michler keton.) Ha kevés volt az ólomdioxidunk, úgy 20 percig is kell várunk. A viszonyok sajnos nem ilyen egyszerűek. Két voltnál kisebb feszültségesés esetén ólomdioxid nem is képződik. A talaj organikus összetevői is könnyen elbontják. Az irodalom ezt nem nagyon részletezi, egy saját elgondolást legyen szabad itt ismertetnünk. E sorok írója évekkal ezelőtt az orosz Savrinnal kb. egyidőben, de tőle függetlenül, laboratóriumi kísérletekkel kimutatta, hogy a nascentis nitrogén-oxidok az ólomdioxidot redukálják. A talajbaktériumok között vannak olyanok, melyek a természet nitrogén-körforgalmában képződött nitrátokat elbontják. (Egy másik baktériumfajta, amely pl. a lucernával él symbiosishoz viszont nitrátot termel.) Ilyen baktériumkultúrák akcidentális felhalmozódását feltéve a kábelek közelében, természetesen, hogy a képződött ólomdioxidot nem találjuk meg.

A kóboráramra következtetni lehet még a talaj chloridion-tartalmának feldúsulásából is a kábel környezetében. Ilyen analitikai vizsgálatokat főként a németek végeztek.

Az elektromos korrózióra felemlítünk még egy-két érdekesebb megfigyelést. Szemétdomb és használaton kívüli (árammentes) sín között fekvő kábelben, korróziós terméket találtak. Itt a szemétdomb, mely egy szénelektrodának tekinthető és vas-galvániumról volt szó.

Az ólom katódikus korrózióját a lúgos hatásoknál említettük. Kiegészítjük egy nagyvárosi megfigyeléssel. (New York City.) Egy felborult fagyaltos kocsi

hűtőkeveréke, amely konyhasó- és kalciumklorid-tartalmú volt, beszivárgott a talajba. A kábel irányába tartó kóboráram szabályos klór-alkáli-elektrolízist végzett. Itt a mészkőképződés lehetősége esetén a veszély nem nagy. Hasonló esetekre számíthatunk, ha majd télvíz idején sót szornak ki az utcákon.

Végezetül szeretnénk röviden ismertetni azokat a kábelsérüléseket, melyeket mechanikai és termikus okokra vezethetünk vissza.

Lássunk néhány példát ezekre. A néhai déli összekötő vasúti hídon, az áthaladó vasútszerelvények keltette rezgések hatására a hídon lévő kábelek egyes részei átkristályosodtak. Néha majdnem borsónagyságú kristályokat lehetett kiszedni a köpenyből. (Marschalkó Béla megfigyelése.) Telefonkábelben, mely fűtőtest egyoldalú hatásának van kitéve, a hő hatására az ólom átkristályosodik és törékennyé válik. Ha hozzávesszük a felületi ólomoxid repesztő hatását (ennek fajsúlya kisebb, tehát fajlagos térfogata nagyobb az óloménál, úgy több változó egyidejű hatását figyelhetjük meg.

Ilyenkor jó segítség (zárt helyen) a kábel hajlított részeinek zsírral való bekenése. Itt az oxidréteg kévésbé fejlődhet ki, valamint a megmunkálásból származható esetleges feszültségei könnyebben kiegyen-

lítődhetnek. Rezgések ellen az ötvözés segít. Hazai előírásaink 2% ónt, illetve 1% antimont követelnek. Singleton (1) szerint 1% tellur háromszor oly ellenálló rezgések ellen, mint az előbbi két ötvöztettség.

IRODALOM

A korróziót tárgyaló legismertebb könyv: U. R. Evans: *Metallic Corrosion, Passivity and Protection*. 1946. Német kiadása: E. Pietsch-től 1939. Springer. A szövegben gyakran említett C. C. I. kiadvány teljes címe: XI.-ème Assemblée Plénière, Köbenhavn. 1936. Tome II bis Protection, Paris.

1. Singleton: Jour. Soc. Ind. 53. 49 T 1934.
2. Hoehnel: Zf. f. Fernmeldetechnische Werke und Geräte. 4. 1923.
3. Dr. Barna János cikke a Magyar Posta 1942-es évfolyamában.
4. Thresh: Analyst 47.500, 1922.
5. Höll: Gesundheits Ing. 58. 323, 1935.
6. Friend & Tidmus: Jour. Inst. Metals. 3-. 177, 1924.
7. Britton & Evans: Jour. Chem. Soc. (London.) 1773, 1930.
8. Cac Collum & G. H. Ahlborn: Bureau of Stan.
9. A. M. Sarvin: Chem. Zth. 1941—181—3118.
10. Burns: Bell Journal 1936. XV. 4. 619.

HELYREIGAZÍTÁS

Elektromos egységek és az MKS mértékrendszer

Lapunk 3. számának „Folyóiratszema” című rovatában közölt két táblázatba néhány értelemzavaró hiba csúszott bele, és pedig az I. táblázat 3. oszlopának címe helyesen: „*Dimenziós egyenértéke*”, az I. táblázat 21. sorában, valamint a II. táblázat 12. sorában „*Mágneses feszültség*” helyett „*Mágneses térerősség*” irandó.

Szerkesztők

A MIKROHULLÁMÚ TECHNIKA ELEMEI II.

Érnelküli kábelek

SIMONYI KÁROLY

A fémcsőben terjedő elektromágneses hullámokra vonatkozó elméleti vizsgálatokat Lord Raileigh kezdte meg a múlt század végén. A kérdés sokáig nem volt időszerű és így csak évtizedes lépésekben fejlődött mindaddig, míg a 30-as évek második felében a mikrohullámok gerjesztése terén elért eredmények ismét érdekessé nem tették őket. A második világháború elejéig elméletileg igen sok kérdést tisztáztak és nagy jelentőségű kísérleteket is végeztek, mindazonáltal komoly gyakorlati alkalmazásra nem került sor. A háború alatt, mint azt a most hozzánk érkező folyóiratokból látjuk, a különböző mikrohullámú berendezésekben, elsősorban RADAR-készülékekben, kiterjedten alkalmaztak nagy frekvenciájú elektromágneses energia továbbítására üres fémcsöveket: érnelküli kábeleket. Ezek fontossága és elterjedése a mikrohullámú rezgőkörű berendezések elterjedésével fut párhuzamosan.

Az alábbiakban röviden összefoglalva a végtelen hosszú csőben haladó hullámok sajátosságait, kissé részletesebben fogjuk tárgyalni a gyakorlat felvetette kérdéseket: mik azok a szempontok, amelyek segítségével dönthetünk afelett, hogy milyen csőalakot és milyen hullámformát célszerű választani egy adott esetben; hogy kell az elkerülhetetlen inhomogenitásokat — mint hajlítás, csavarás, összekötés — méreteznünk, hogy lehetővé kicsiny visszaverődést kapjunk; milyen impedanciákkal tudjuk az elkerülhetetlen inhomogenitások okozta reflexiót kompenzálni: más szóval, hogyan tudunk illeszteni. Ezzel kapcsos-

latban megemlítjük az adó- és vevőberendezéseknek a kábelbe való csatlakozását, végül a gyártásnál fellépő nehézségeket is. Hogy a csőhullámok természetét megismerjük, induljunk ki a koncentrikus kábel jól ismert erővonal ábrájából (1. ábra). A feszültség, az áram, a mágneses térerősség szinuszosan és azonos fázisban változik egy adott időpillanatban a cső hosszitengelye mentén. (1. b. ábra). Ez a pillanatnyi kép, ha a kábel dielektrikuma levegő, fénysebességgel halad tovább. Ha nem akarunk viszonyulni a kábel differenciálegyenletéből kiadódó összefüggésre, amely a feszültség és az áram, vagy ezeken keresztül az elektromos és mágneses térerősség közötti fönnáll, akkor írjuk fel a két alapegyenletet: a mágneses és az indukció törvényt az 1. c) ill. 1. d) ábrán külön kirajzolt áramkörökre és ezekből közvetlenül megkaphatjuk a keresett összefüggéseket. Az indukció törvényt minden további nélkül tudjuk alkalmazni, csak azt kell figyelembe venni, hogy a fluxus változásnak nem ugyanazon a helyen van egy adott pillanatban maximuma, mint ahol a fluxusnak. Az 1. d) ábra szerint a «menet» feszültség

$2V = 2E_K(r_K - r_b)$, ahol E_K a közepes térerősség, r_K , r_b pedig a külső, ill. belső henger sugara. V a feszültség a két vezeték között. A $d\Phi/dt$ fluxus változást a $\lambda/2 (r_K - r_b)$ felület és a $H_K \omega$ közepes fluxus változás szorzata adja. Az indukcióegyenletünk tehát:

$$2V = H_K \cdot \omega \lambda/2 (r_K - r_b)$$

A mágneses törvény alkalmazásánál csak akkor kapunk zárt mágnesező árammenetet, ha az eltolási (mező) áramot is figyelembe vesszük. Ennek nagysága

$$1/4\pi \delta E/\delta t = 1/4\pi E \cdot \omega,$$

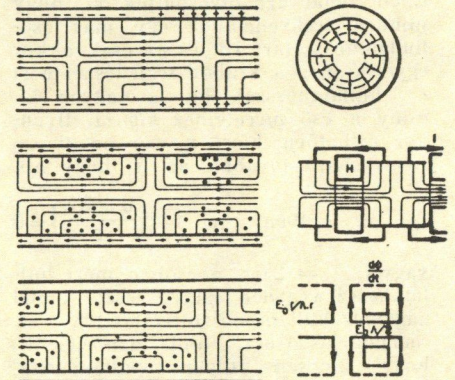
vagyis a térerősség időbeli változásával arányos és a mágneses tér létrehozása szempontjából teljesen azonos a rendes vezetésbeli árammal. Ez a dolog sarokpontja: ez teszi lehetővé a csőhullámok létrejöttét, ez teszi lehetővé a sugárzási jelenségeket is, vagyis azt, hogy vezetőktől távol létezhesek önállóan egymásra utalva elektromos és mágneses térerősség. Az indukciótörvény értelmében ugyanis a mágneses tér változása létrehozza az elektromos teret, ennek változása viszont a mágneses teret és így egymást építve haladnak. Az 1. c. ábrán lát-

hatjuk a mezőáram segítségével zárt áramkört és a $4\pi \cdot 10^{-7} T = 2\pi r_b H_b$ összefüggés is leolvasható. Ha a H_K közepes mágneses térerősséget kifejezzük a H_b belső vezető mentén vett térerősséggel, a két egyenlet a

$$V/I = 60 \ln \frac{r_K}{r_b} = Z$$

összefüggést adja. A továbbiak számára lényeges, hogy a végeredményben a frekvencia nem szerepel, ami abból adódik, hogy $\omega \cdot \lambda = 2\pi c$ konstans, függetlenül a frekvenciától. Eszerint tehát bármilyen frekvenciánál lehetséges az energiaátvitel.

Nézzük meg most kísérletképpen, mit kapunk akkor, ha a középső vezetékben folyó vezetésbeli áramot mezőárammal helyettesítjük. Az 1/b ábra helyett a 2/b ábrát kapjuk. Eleve érezzük, hogy ez csak igen nagy frekvencia esetén fog sikerülni: a jó vezetőfémekben igen könnyen tudunk



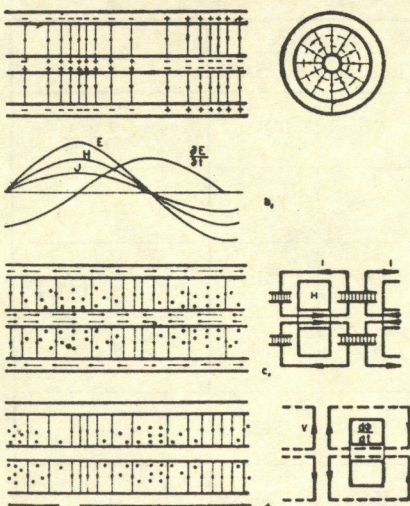
2. ábra

létrehozni aránylag nagy áramokat, még ha az E_0 voltokban, ω sec⁻¹-ben van adva, $10^{-13} E_0 \omega$ ad amp/cm² nagyságrendű mezőáramsűrűségeket. Itt eleve nem tételezhetjük föl, hogy minden frekvencia ugyanakkora sebességgel halad át a csőön, vagy ami más szóval ugyanazt jelenti, nem fogjuk a csőben mért hullámhosszot (Δ) azonosnak venni a szabad térben mért hullámhosszal, λ -vel. A mágneses törvény

$$4\pi/10 I_{\text{mező}} = 4\pi/10 I_{\text{mező}} \times \text{felület} = \frac{4\pi}{10} E_0 \omega \cdot \frac{1}{2} \pi \cdot 10^{-13} \frac{1}{4} M$$

ahol E_0 illetve H_0 a maximális térerősség értéke. (A $1/4$ faktor a középtérérték kiszámításához kell.)

Az indukciótörvény felírásánál a menetfeszültség kiszámítása kíván némi megfontolást: $\Delta/2$ úthosszon a térerősség E_0 , ill. ennek középtérértéke



1. ábra

veendő. Az r úthosszon a radiális tér-erősség erővonalai r/Λ arányban sűrűsödnek, ill. ritkulnak, aszerint, amint $r \leq \Lambda$, másrészt divergálnak is sugárirányban, amint egy $1/2$ faktorial veszünk figyelembe. Így az indukció-törvény

$$E_0 \Lambda/2 + 2 E_0 \frac{r}{\Lambda} r = H_0 \omega \Lambda/2 r \times 10^{-8} \times 2/\pi$$

Az M indukció és az I mágnesezési törvény összevetéséből

$$r/\Lambda \sim \sqrt{0.3 \omega^2 r^2 \times 10^{-23} - 0.5} \sim \sqrt{(r/\lambda)^2 - 0.5}$$

ahol λ a szabad terjedésnél mért hullámhossz. Ezt a következő alakban is lehet írni:

$$\Lambda = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - 0.5 \left(\frac{\lambda}{r}\right)^2}}$$

A pontos számolás a

$$\frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.385 \lambda}{r}\right)^2}}$$

összefüggést adja.

Ebből tehát azt olvashatjuk ki, hogy minden frekvenciához egy más cső-hullámhossz tartozik és ez csak akkor egyezik meg a szabad terjedésnél mért λ hullámhosszal, ha ez nagyon kicsiny a cső méreteihez képest. Ilyenkor érthetően kicsi a cső befolyása. Leolvasható továbbá az is, hogy ab-

ban az esetben, ha $1 - \left(\frac{0.385 \lambda}{r}\right)^2 = 0$

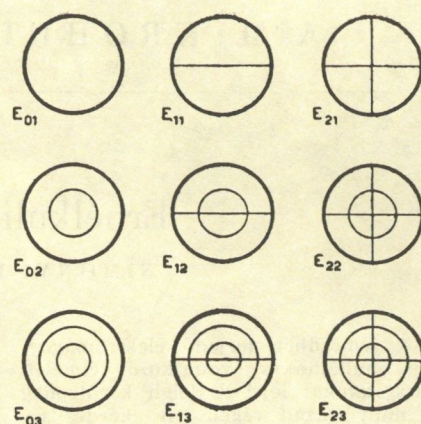
vagyis $\lambda = 2.6r$, a csőben mért hullámhossz végtelen nagy lesz; ennél nagyobb hullámhosszot választva Λ imaginárius lesz, ami azt jelenti, hogy nincsen olyan hullámhossz, amely mellett a két alapegyenletet ki tudnánk elégíteni. Ezen ú. n. határ-hullámhossznál hosszabb hullámon energia a csőben nem vihető keresztül. Az ehhez tartozó frekvenciát határfrekvenciának hívjuk. Másszóval: adott csőméret mellett létezik olyan határfrekvencia, amelynél kisebb frekvenciával a csőben nem tudunk energiát keresztülvinni.

A vezetésbeli áram útját a vezető meghatározza; a mezőáram és így az egész erővonal-eloszlás sokkal kötetlenebb, mert a vezető jelenléte csak azt írja elő, hogy az elektromos erővonalak merőlegesek legyenek a fém felületére. A csőben ilyen módon létrejövő hullámformák sokféleségnek elrendezésében az egész kérdéskör más nézőpontja segít.

Az ércéküli kábelek kérdéséhez ugyanis más oldalról is közeledhetünk: a 2. ábrán látható erővonalaképet úgy képzelhetjük, hogy akként jött létre, hogy a henger tengelyébe egy sugárzó antennt helyeztünk és annak sugárzása a henger falain visszaverő-

dött. Ez a nézőpont az elméleti tárgyalást is leegyszerűsíti, egyszersmind a való helyzetnek is ez felel meg, mert ennek a hullámformának ez a legtermészetesebb rezgéskeltési módja. Ilyen módon sok jelenség, legalább is kvalitatíve magyarázható. Az oda- és visszaverődő hullámok interferenciájából adódó hullámhossz Λ más lesz, mint a rezgés szabad terjedésénél mért hullámhossza. Másrészt a cső tengelyéből kiinduló, a cső falán 180° fázisugrást szenvedő hullámok a középpontban kioltanak egymást, ha a hullámhossz nagyon nagy volna a cső méreteihez képest. Ezzel a határhullámhossz is szemléletesebbé válik. Már most az összes létrejövő hullámformákat két nagy csoportra osztjuk, aszerint, hogy elektromos vagy mágneses dipolus segítségével keltjük-e őket. (Az elektromos dipolust egy λ_2 antenna, a mágneses dipolust egy áramhurok valósítja meg.) Az előbbieket az E hullámok, az utóbbiak a H hullámok. Az E hullámoknál csak az elektromos térerősségnek van tengelyirányú komponense, míg a H hullámoknál csak a mágneses térerősségnek. Ebből persze az is következik, hogy az E hullámoknál a mágneses térerősségnek csak transzverzális komponensei, a H hullámoknál az elektromos térerősségnek vannak, ezért az előbbieket főleg Amerikában TM, az utóbbiakat TE (transverse magnetic resp. electric) hullámoknak is nevezzük. Mindjárt megállapíthatjuk, hogy a koncentrikus kábel 1. ábrán látható (de korántsem egyedül lehetséges) erővonal elrendezése egészen különleges jellegű hullám (transv. el. and magn.). Ilyen hullámfajták léte a belső vezetőnek létehez van kötve.

Bármely keresztmetszetű csőben létrejövő akár TM(E), akár TE(H) hullámforma két index-vel jellemezhető. Körkeresztmetszetű csövek esetén az első index egy (belső) kör mentén vett periodicitást jellemez. Ha ez 0, akkor az erővonal elrendezés körszimmetrikus, ha 1, akkor már van egy csomó átmérőssik stb. A második index a csomóhengernek számát jelöli. A 3. ábrán az E hullámoknál az elektromos térerősség hosszirányú



3. ábra

komponensének csomó felületeit és a megfelelő elnevezést tüntettük fel.

A 2., 4., 5. ábrán a legfontosabb hullámformákat rajzoltuk föl kör és négyszögkeresztmetszetű csövek esetén. Ugyanaz a hullámforma igen sokféle különbséggel létezhetik kör- és négyszögkeresztmetszetű csőben is, de más lesz az elnevezése. Így pl.: a TM_{01} körkeresztmetszetű csőben létrejövő hullámformának a TM_{11} felel meg négyszögkeresztmetszetű csőben. A TE_{11} -nek a TE_{10} . Nincs azonban a TE_{01} -nek megfelelő erővonal elrendezés négyszögkeresztmetszetű cső esetén.

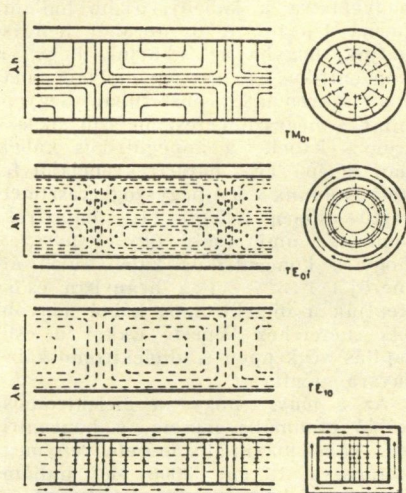
Az I. és II. táblázatban látható összeállítva az egyes hullámformák határfrekvenciája mind négyszög-, mind körkeresztmetszet esetére. Alá vannak húzva azok a hullámformák, amelyek valamely oknál fogva külön figyelmet érdemelnek. Ezek erővonalai láthatók az egyes ábrákon. A TM_{01} (2. ábra) körszimmetrikus, könnyen elállítható, egyik legalacsonyabb határfrekvenciával bíró hullámforma. A TE_{01} (4. ábra) szintén körszimmetrikus, igen nehezen állítható elő; érdekessége, hogy csillapítása növekvő frekvenciával csökken. A TE_{11} és a négyszögkeresztmetszetnél neki megfelelő TE_{10} (4. ábra) a legalacsonyabb határfrekvenciájú az összes lehetséges hullámformák közül, köny-

Elnevezés		λ_h
Európa	USA	
E00	TM01	1.30 d
E10	TM11	0.82 d
E01	TM02	0.56 d
H00	TE01	0.82 d
H10	TE11	1.70 d
H01	TE02	0.45 d

Elnevezés		λ_h
Európa	USA	
E11	TM11	$2/\sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}}$
E12	TM12	$2/\sqrt{\frac{1}{a^2} + \left(\frac{2}{b}\right)^2}$
E21	TM21	$2/\sqrt{\left(\frac{2}{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{b}\right)^2}$
H10	TE10	2 a
H01	TE01	2 b
H02	TE02	b

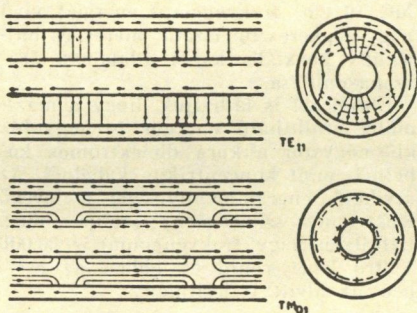
nyen előállítható, a gyakorlatban legfőképpen ezt alkalmazzák.

Koncentrikus kábelnél a legalacsonyabb



4. ábra

nyabb határfrekvenciájú ú. n. domináns forma természetesen a TEM (1. ábra), mert ilyen módon még nulla



5. ábra

frekvencián (egyenárammal) is sikerül energiát átvinnünk. Ha azonban a hullámhosszat annyira csökkentjük,

hogy az a kábel külső kerületénél is kisebb lesz — feltéve, ha a külső vezeték és a belső vezeték átmérője nem nagyon különbözik — újabb hullámforma lehetséges (TE₁₁ 5. ábra).

Ha egy másik szélső esetet veszünk, amikor a belső átmérő kicsi a külsőhöz képest, akkor a $\lambda = 2.61 r_k$ határnál kisebb hullámhosszok esetén újabb hullámforma, a TM₀₁ (5. ábra) is felléphet.

Az eddigiek alapján megrajzolhatjuk kör-, négyszögkeresztmetszetű és koncentrikus kábelek „átlátszósági” spektrumát. Így pl. (6. ábra a.) a körkeresztmetszetű cső 0-101 $1.76 \times 10^{10}/d$ frekvenciáig teljesen sötét, nem átlátszó. Ennél magasabb frekvencián elektromos energia már a TE₁₁ hullámformán áramolhat a csővön keresztül. Egyre magasabb frekvenciák felé haladva csővünk mind több és több hullámforma számára lesz átlátszó. 6. b. ábrán négyszögkeresztmetszetű csővekre látjuk ugyanezt. Igen fontos jelenség, hogy a TE₀₁, TE₀₂ hullámformák határfrekvenciája csak egyik mérettől függ, míg a többi hullámforma határfrekvenciáját a másik méret változtatásával tág határok között változtathatjuk, mindenesetre annak csökkentésével a határfrekvencia tetszőszerint mértekben növelhető.

Koncentrikus csővek bármilyen frekvenciájú TEM hullámformán haladó rezgésre átlátszóak. A külső és belső átmérő optimális viszonyára látjuk az újabb rezgési formák fellépésének frekvenciatartományát és szaggatott vonallal berajzoljuk a szélső helyzeteket is.

Ezeknek a spektrumoknak igen nagy jelentőségük van az egyes kábel-fajták használhatóságának megítélésénél. Egy-egy adott méretű hullámcső jó hatásfokú kihasználása érdekében azt kívánjuk, hogy csak egy

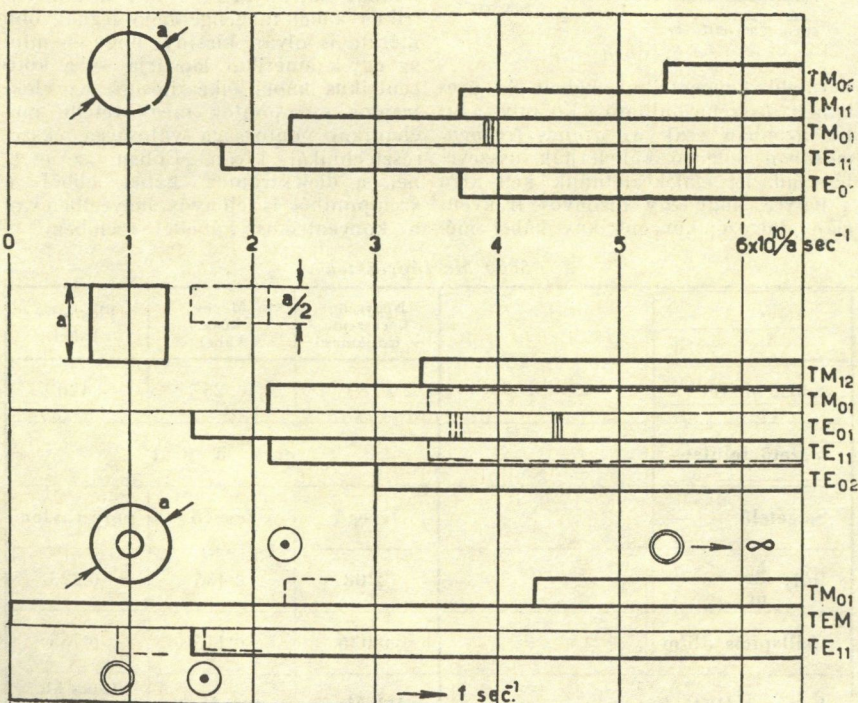
hullámforma jöhessen létre benne. Egy a nem kívánt hullámformák közül csak főlőleges veszteséget, a cső főlőleges igénybevételét vonja maga után. Minthogy a leggondosabban az adott hullámformára szabott rezgőkeltő berendezés is a felharmonikusok egész sorát kelti, ezek kiszűréséről mindjárt a cső méretezésével gondoskodunk. A kábel sokszoros kihasználása különböző hullámformákon elvileg lehetséges, gyakorlatilag azonban már az is komoly akadály, hogy a különböző idomdarabok, könyök, csatlakozó, adott frekvenciasávra és hullámformára méretezendő. Hogy a veszteséget okozó más hullámformát eleve kikapcsoljuk, egy kábel üzemi frekvenciáját a domináns hullámforma határfrekvenciája és a közvetlen következő határfrekvencia közé eső sávban választjuk.

A 6. ábrára ránézve a koaxiális kábelek előnye itt szembeötlő. Nullától a TE₁₁ határfrekvenciáig terjed a felhasználható hullámsáv. Négyszögkeresztmetszetű csőben a két oldal viszonyának megválasztásával el lehet érni, hogy a domináns TE₀₁ hullámforma határfrekvenciája után a TE₀₂ határfrekvenciája következék elsőnek; a $b = 1:2$ arány esetén, mint az ábra is mutatja, ez már bekövetkezik. Ebben az esetben a cső $1.5 \times 10^{10}/a$ ciklustól $3 \times 10^{10}/a$ ciklusig terjedő sávban használható anélkül, hogy valamilyen más hullámforma is fellépne. A sáv szélesség itt 2:1, míg a körkeresztmetszetű csőnél csak 1.3:1-hez. Ez a tény, másrészt az, hogy a körkeresztmetszetű kábel domináns hullámformája, a TE₁₀ nagyon érzékeny a keresztmetszet deformációja iránt, amennyiben az a mező polarizáció irányát változtatja meg és így a vételnél nehézséget okoz — a négyszögkeresztmetszetű csőveket helyezi előtérbe a körkeresztmetszetűvel szemben. Mindazonáltal néha feltétlenül szimmetrikus erővonalrendezésre van szükség (pl.: RADAR-készülékeknel gyakran fellépő forgóátvezetők esetén). Ilyenkor a TM₀₁ hullámformát alkalmazzuk.

Már említettük a TE₀₁ hullámformát: ennek csökken a csillapítása növekvő frekvenciával. Előállításra nagyon körülményes, három másik hullámforma is létrejöhet és létre is jön ugyanakkor, amellet csökkentő is újabb hullámformákat hoz létre, amelyek együttesen megakadályozzák, hogy az említett kiváló tulajdonságát gyakorlatilag kihasználhassuk.

Az egyes hullámformák alkalmazásának célszerű voltára derít további fényt a csillapítási viszonyok vizsgálata. Tökéletes dielektrikumot (rendszerint levegő) tételezve ugyanis fel csak a cső falában folyó áramok okoznak veszteséget, emiatt a térerősségek a cső tengelye mentén csökkennek. A vezeték falában folyó áramok vizsgálatát már ez egymagában is indokoltá teszi, fonos azonban a cső falában vágott lukak, rések befolyásának megítélésében is.

A TM₀₁-nél (2. ábra) csak axiális áram van, maximális értéke egybeesik a feszültség, helyesebben térerőss-



6. ábra

ség maximális értékével. TE_{01} (4. ábra) esetében csak transzverzális áram van. Az áram közvetlenül a rá merőleges mágneses térrel van összefüggésben, maximuma ott van, ahol a mágneses tér axiális komponensének maximuma van, tehát a maximális térerősség síkjától $\sqrt{4}$ távolságra. Töltések sehol sincsenek a henger falán.

A TE_{10} hullámformának kör vagy a TE_{11} hullámformának négyszögkeresztmetszetű csőben teljesen hasonló az áram eloszlása. Ebben az esetben van axiális és transzverzális áram is. Az előbbi a fedő- és alaplapon mozgó töltésekből adódik, maximális értéke tehát egybeesik a térerősség maximális értékével. Az utóbbi a mágneses tér axiális komponensével függ össze, maximuma tehát $\sqrt{4}$ -re el van tolva a térerő maximumától.

A csillapítás menete annyiban mind-egyik hullámformánál megegyezik, hogy a határfrekvenciánál és az alatt a csillapítás végtelen nagy, ami érthető, mert hiszen addig, még ideális vezető esetén sem haladhat semmi energia. A csillapítás rohamosan csökken ezután a frekvencia növelésével, majd egy minimum elérése után — a körkeresztmetszetű csőben fellépő TE_{01} kivételével — a csillapítás ismét nő.

A körkeresztmetszetű csőben létrejövő TM_{01} (2. ábra) hullámforma esetén, ha a frekvencia nő, úgy, hogy az átáramló teljesítmény konstans, ami abban az esetben, ha már nagyon messze vagyunk a határfrekvenciától, azt jelenti, hogy a H mágneses tér konstans, akkor természetesen az ezzel összefüggő axiális köpenyáram is konstans lesz. A frekvencia növelésével a szkin mélység $\sqrt{f}$ arányban csökken, az ellenállás ennek megfelelően megnő, végülis a r_c^2 veszteség $\sqrt{f}$ arányban nő.

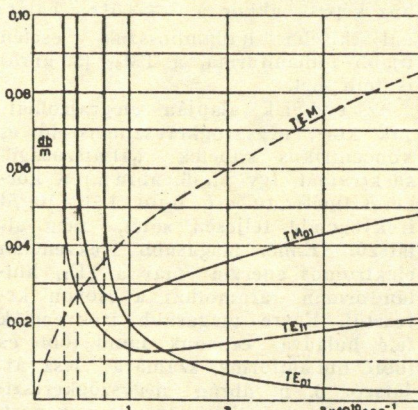
Mézőben másként viselkedik jóval a határfrekvencia fölé eső tartományban a TE_{01} hullámforma (szintén körkeresztmetszetű csőben). Konstans átáramló energia mellett a mágneses tér közepes értéke konstans, de a λ/r viszony csökkenése miatt az axiális térerősség egyre csökken, márpedig ez hozzá létre a transzverzális köpenyáramokat, tehát a köpenyáram annyira csökken, hogy az ellenállás-növekedés ellenére is a veszteségek csökkennek.

A TE_{11} veszteség szempontjából átmeneti alak az előző kettő között. A transzverzális áram csökken, az axiális konstanshoz tart. Elég nagy frekvenciák esetén a veszteség ugyanúgy fog nőni, mint TM_{01} esetében, de a határhullámhossz környezetében erősebben csökken. A csillapítás görbéje az előző kettő között megy.

Számszerű viszonyok a 7. és 8. ábrán láthatók. Emeltettük, hogy négyszögkeresztmetszetű csövek esetén a TE_{10} hullámforma határhullámhossza nem függ a b mérettől (vagyis az erővonalakkal párhuzamos oldal méretétől). A csillapítás azonban már függ, mint azt a 8. ábra is mutatja. Berajzoltuk azt a sávot, ameddig a

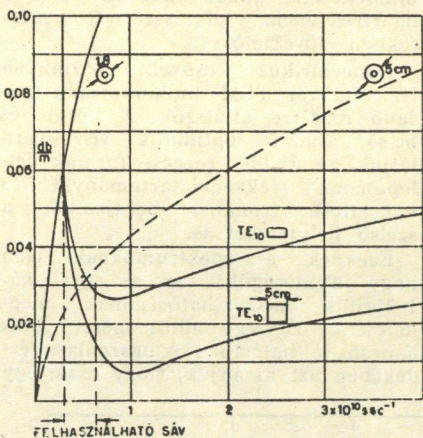
csövet a fentiek értelmében célszerű használni. Látjuk, hogy a cső minimális csillapítása nem esik bele ebbe a frekvenciatartományba.

Összehasonlítva a hullámcsövek csillapítását az elméleti, minden dielektrikumtól mentes, merev kon-



7. ábra

centrikus kábelek csillapításával, azt találjuk, hogy az előbbieké jobb, még akkor is, ha azonos külső-átmérőt veszünk. Összehasonlítással itt szokás még azonos területű és azonos



8. ábra

kerületű koncentrikus kábelt és üres kábelt összehasonlítani. Komoly adatot azonban csak az azonos frekvenciasávon dolgozó kábelfajták összevetése ad. Itt emlékeztetnünk kell arra a tényre, hogy egy bizonyos frekvencián dolgozó koncentrikus kábel mé-

retének felső határa van: ha ugyanis a kábel külső kerülete a hullámhossz értékéhez közeledik (aurlól, vagyis nagycbbitva a kábelt), újabb hullámforma lép föl. A 6. ábrából leolvashatjuk, hogyha azt akarjuk, hogy a koncentrikus kábel ugyanolyan magas frekvenciákig használható legyen, mint a négyszögkeresztmetszetű dielektromos kábel, a koncentrikus kábelben fellépő TE_{11} határfrekvenciáját fel kell tolnunk a négyszögkeresztmetszetű csőben fellépő TE_{02} határfrekvenciáig, ami csak úgy lehetséges, hogy a koncentrikus kábel külső átmérőjét 1:3 — 1:2 arányban csökkentjük a dielektromos kábel nagyobb méretéhez képest. Ekkor a csillapítás végképpen a dielektromoskábel javára dönt.

Az a tény, hogy a dielektromos kábel minimális mérete, a koncentrikus kábel maximális mérete van meghatározva, 10 cm (3000 Mc) hullámhossz alatt egészen pár cm-ig, az elvárható cólnak megfelelően bármelyiket használhatjuk.

A III. táblázatban látható egy 5000 MC (6 cm) frekvenciájú energiát vivő négyszögkeresztmetszetű, merev és hajlékony koaxiális kábel adatainak összehasonlítása.

Ebből azt is láthatjuk, hogy a maximális szállítható energia is nagyobb, kb. négyszer akkora dielektromos kábelnél, mint koncentrikus kábelnél. Az átvihető energiamennyiséget a levegő dielektromos szilárdsága szabja meg. Ezt ilyen nagy frekvenciánál is 30.000 Voltra lehet venni és ebben az esetben az átvitt teljesítmény

$$W = 3.85 (a \cdot b) \frac{\lambda}{\lg} 10^6 \text{ watt}$$

A koncentrikus kábel egyetlen előnye a kisebb mérete és alig $1/8$ a súlya. Ez az előny 1—2 cm-es hullámmal hátrányára válik: a koncentrikus kábel megengedhető legnagyobb mérete is olyan kicsiny, hogy — mint az egyik amerikai lap írja — a koncentrikus kábel elkészítésnek az elektromos szempontok megkövetelte mechanikai pontossága valóságga ékszerésztechnikát kíván. Ebben az esetben a dielektromos kábel ebből a szempontból is előnyös helyzetben van a koncentrikus kábellel szemben.

5000 Mc tápvezeték

	Négyszög keresztm. v. hullámcső	Merev koax kábel	Flexibilis kábel
Külső méret	2"×1"	0.25"	0.420"
Vezető felület	e z ü s t		
Szigetelő	levegő	levegő	polyethylen
Súly $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$	2.08	0.435	0.223
Csillapítás db/m	0.036	0.115	0.755
Energiaszállító képesség	1.2 Mw	0.3 Mw	Csúcs kb. 0.3 Mw 66 watt folyt.

K Ö N Y V S Z E M L E

Alkalmazott Elektronika

(Applied Electronics, J. Wiley & Sons, Inc. New York 1943, hetedik lenyomat 1945)

Bevezetés az elektrotechnikába, az elektroncsövek és ezekkel kapcsolatos áramkörök technikájába.

A Massachusetts Institute of Technology elektronmérnöki szakosztályának tanári kara néhány év óta dolgozik egy tankönyv-sorozaton, melyhez a fenti címen megjelent könyv is tartozik és amelynek eddig a következő kötetei jelentek meg:

Elektromos Áramkörök (bevezetés az áramkörök analizisbe elektromérnök-hallgatók számára.)

Mágneskörök és Transzformátorok (bevezető erősáramú és híradástechnikai mérnök-hallgatók számára).

Előkészületben van több kötet haladottabbak számára is:

Az Áramkör-Analyzis Mathematikája.

Quasistationer Áramkörök Elméletének Alkalmazásai (Applications of Lumped-Circuit Theory).

Átviteli vezetékek, Hullámvezetékek és Antennák Elmélete.

Mindezek a tankönyvek a tanári kar kollektív munkájának eredményei, az egyes könyveken, az egyes fejezeteken az egyéni szerzők neve fel sincs tüntetve. Ennek az újszerű munkamódszernek, a jól koordinált kollektív munkának, igen nagyok az előnyei: ismétléseket mellőz, jól egybehangolja a különböző tárgyakat, támogatja a látókört nemcsak a tankönyvek használóinak, hanem azok íróinak is.

A tankönyvsorozat az általános számúra érthető tárgyalásmódot használ és rendes képzettség elnyerésére ad lehetőséget, de emellett mélyebb és exaktabb ismereteket is közvetít a kiváló diáknak és képzett mérnöknek. Közös alapot kíván adni az elektrotechnika különböző ágaiban dolgozni szándékozóknak, függetlenül attól, hogyan specializálják későbbi tanulmányaikat.

Az „Alkalmazott Elektronika” tankönyve is a fenti általános elvek sze-

rint készült. A könyv 12 fejezetre beosztott három főrészből áll. Az első rész a elektronikai berendezések működésének fizikai alapjait ismerteti. A második rész azt taglalja, hogyan adódnak az első részben tárgyalt jelenségekből a különböző elektronikai eszközök jellemző tulajdonságai. A harmadik rész az alkalmazásokat foglalja magában.

A könyv anyagáról kimerítő képet adnak a fejezetek címei:

I. Elektron-ballisztika.

II. Fémek elektron-emissziója.

III. Elektromos vezetés vákuumban, gázokban és gőzökben.

IV. Vákuumcsövek.

V. Gáztöltésű csövek.

V. K. ZWORYKIN és G. A. MORTON:

Television The Electronics Of Image Transmission

Kiadó: John Wiley and Sons, Inc. New York. Chapman and Hall Limited London. Első kiadás 1940. Harmadik lenyomat. 1945. 646 o.

A könyv társszerzője Zworykin, aki a távolbalató-készülékek kifejlesztése terén maga is komoly érdemeket szerzett, jelenleg pedig az R. C. A. (Radio Corporation of America) kutató-laboratóriumainak társ-igazgatója, Morton pedig az R. C. A. elektrontechnikai kutató-laboratóriumának tagja.

A könyv célja, hogy általános áttekintést nyújtson a rohamosan fejlődő távolbalató-technika mai állásáról. Kiválóan alkalmas tankönyv céljára, de a gyakorlati távolbalató-technikusok is haszonnal forgathatják. A készülék tervezéséhez szükséges számítások elvi alapjait közli, de lehetőség szerint a gyakorlati megoldásokhoz szükséges adatokat is szolgáltatja. Különös értéke a könyvnek, hogy minden fejezet végén a rá vonatkozó irodalom gazdag jegyzékét találhatjuk.

A mű négy főrésze tagozódik. Az

VI. Egyfázisú egyenirányító áramkörök.

VII. Többfázisú egyenirányítók.

VIII. Vákuumcsövek mint lineáris áramköri elemek. A-osztályú egyfokozatú erősítők.

IX. Többfokozatú A-osztályú erősítők. Negatív visszacsatolás.

X. Erősítők, melyeknek működése a csőkarakterisztikák nem lineáris tartományába is kiterjed. AB-, B- és C-osztályú erősítők.

XI. Vákuumcsöves oscillátorok.

XII. Moduláció és demoduláció.

Függelékek.

Gyakorlófeladatok az egyes fejezetekhez.

A könyv természetszerűleg nem merítheti ki a tárgy minden részletét és erre nem is törekszik. Ezzel szemben a gondolat és az elemzés szigorúságára igen nagy súlyt helyez. Mindenütt a gondolatlánc teljességére törekszik, hogy elkerülje azokat a hézagokat, melyeken a tapasztalt mérnök ugyan átsiklik, de amelyek a gondos diáknak nehézséget okoznak.

Kornfeld Albert

első rész az alapvető fizikai fogalmakat tárgyalja. Az elektronemisszió és a fluorescens-anyagok ismertetése után az elektronoptika matematikai alapjait foglalja össze, majd bevezetést nyújt a vákuumtechnikába.

A második részben a távolbalató-készülékek elvi alapjaival és az idők folyamán felmerült különböző gyakorlati megoldásokkal ismerkedhetünk meg. A harmadik rész a ma forgalomban levő készülékek főrészeivel foglalkozik. Részletesen bemutatja az ikonoszópot, kineszópot, az elektronágyút, szélessávú erősítőt, időeltérítő berendezést, a televíziós adó- és vevőberendezések felépítését. A negyedik részben az R. C. A.—N. B. C. távolbalató-rendszert ismerteti, röviden bepillantást enged a stúdiók munkájába és körvonalazza a távolbalítás mai problémáit.

A. Gy.

FOLYÓIRATSZEMLE

Késleltetett jelfogók

(*Electrical Engineering*, 1946 dec.)

Az A.I.E.E. (*American Institute of Electrical Engineers*) távközlési bizottsága, a gyors és lassú működésű jelfogók albizottságának ösztönzésére 1946. évben a késleltetett jelfogókról értekezletet tartott, melyen tárgyalta anyagról és az eddigi kutatásokról számolt be a cikk keretében három szerző.

A cikk 1. részében *Arthur Bessey Smith* (Aut. El. Laboratories Inc. Chicago, alelnöke) a késleltetett jelfogók történetét ismerteti. Foglalkozik a késleltetés fogalmával, amely szerinte nem meghatározott idő, hanem a késleltetést bizonyos feltételek mellett működő jelfogók átlagos sebességéhez kell viszonyítani. Késleltetett jelfogókat ma már sok területen alkalmaznak, úgy mint: erősáramú berendezéseknél, távirónál és távbeszélőnél. A távbeszélő az a terület, ahol ezek a jelfogók igazán érvényesülnek. A kézikészítésű központokban késleltetett jelfogókra általában nincs szükség. 1904. évben alkalmazta először az *Automatic Electric Co.* a gyors és a lassú jelfogókat a számjegyek szétválasztásánál, utóbbiak lassítására rézhüvelyt használva fel. Más eszközök, mint pl. óramű levegőszabályozással is szerepeltek a régebbi megoldások között, de úgy látszik a távbeszélőüzemben a rézgyűrű és rézhüvely a legjobban bevált eszközök a késleltetésre.

A cikk 2. részében *H. N. Wagar* (a newyorki Bell Telephon Lab. műsza-

ki törzsének a tagja) a késleltetett jelfogóknak a távbeszélő kapcsolástechnikában való alkalmazását ismerteti. Bemutatja a távbeszélő központokban milliószámra alkalmazott *«U» típusú jelfogót* megjegyezve, hogy működési ideje 1/20 mp. alatt van és elengedése 50—500 ezredmásodpercig késleltethető megfelelő pontossággal az érintkező rugók számáraak feláldozása nélkül. Ismerteti a késleltetett működés elvét késleltető gyűrű, vagy rövidzáras menetek esetén. Kifejezi az elengedési idő egyenletét és kifejtja az

egyenletben szereplő *«conductiv»* és *«induktív»* tényezők befolyását az elengedési időre. Végül összegezi a lassú elengedést elősegítő tényezőket. Bemutatja az *«Y» típusú jelfogót*, mely a lassú elengedés követelményeinek szem előtt tartásával készült.

A cikk 3. részében *Andrew W. (Stromberg-Carlton Comp. Rochester NJ. tagja)* behatóan tárgyalja a jelfogó meghúzásakor és elengedésekor lejátszódó mechanikai és mágneses erőviszonyokat. Bemutatja az ütközőpecek-nélküli lassú elengedésű jelfogó túlterhelésének hatását az elengedési időre is. Vizsgálja a rövidzáras menetek (gyűrű) és a meghúzott maglégrés, az ütközőpecek *magasság* és más tényezők befolyását az elengedési idejére.

Salló

Thermistorok, hőérzékeny ellenállások sajátságai és alkalmazásai

J. A. BECKER, C. B. GREEN, G. L. PEARSON, Bell Telephone mérnökeinek cikke az Electrical Engineering 1946. novemberi számából.

A thermistor vagy hőmérséklet változására érzékeny ellenállás szilárd félvezetőkből készül és ellenállása a hőmérsékletének változására nagymértékben változik. A thermistor meglepő alkalmazási lehetőségeket ad a tervező mérnöknek a műszaki alkalmazások számos területén, hogy feladatait egyszerűbben, gazdaságosabban és jobban hajthassa végre, mint az eddigi rendelkezésre álló eszközökkel.

Az első rész a félvezetők szerkezeti elrendezését és annak feltételeit tárgyalja, hogy miképpen lehet azokat

áramkörü elemekként kihasználni.

A második része a thermistorok alkalmazását tárgyalja. Ilyen alkalmazási területek: érzékeny hőmérők, hőellenőrző-elemek, egyszerű hőkompenzátorok, nagyfrekvenciájú teljesítménymérők, átviteli rendszerek erősítői, ellenőrzői, feszültségszabályozók, beszédvolumen-korlátozók. Azt, hogy a thermistoroknak időkonstansra igen csekély, bolométereknél és hangfrekvenciás oszcillátoroknál, modulátoroknál és erősítőknél használhatjuk ki előnyösen.

s. P. V.

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

a Magyar Technika állandó melléklete

Szerkesztők: Gerő István, Salló Ferenc, Valkó Iván Péter — Szerkesztőség: Budapest, V., Szalay-utca 4

Szerkesztőségi óra: szombaton 12—2-ig — Felelős szerkesztő és kiadó: Zentai Béla — 509.47. Hungária Hírlapnyomda Rt. Budapest, V. Bajcsy-Zsilinszky-út 34. Felelős: dr Bródy László

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

TARTALOM:

Pósa Jenő

Korszerű sínáramkörök és alkalmazásuk az újabb vonalbiztosító rendszerekben.

Izsák Miklós

Sok-csatornás vivőhullámú távbeszélő rendszerek kábelek számára

Ecsedi Ferenc

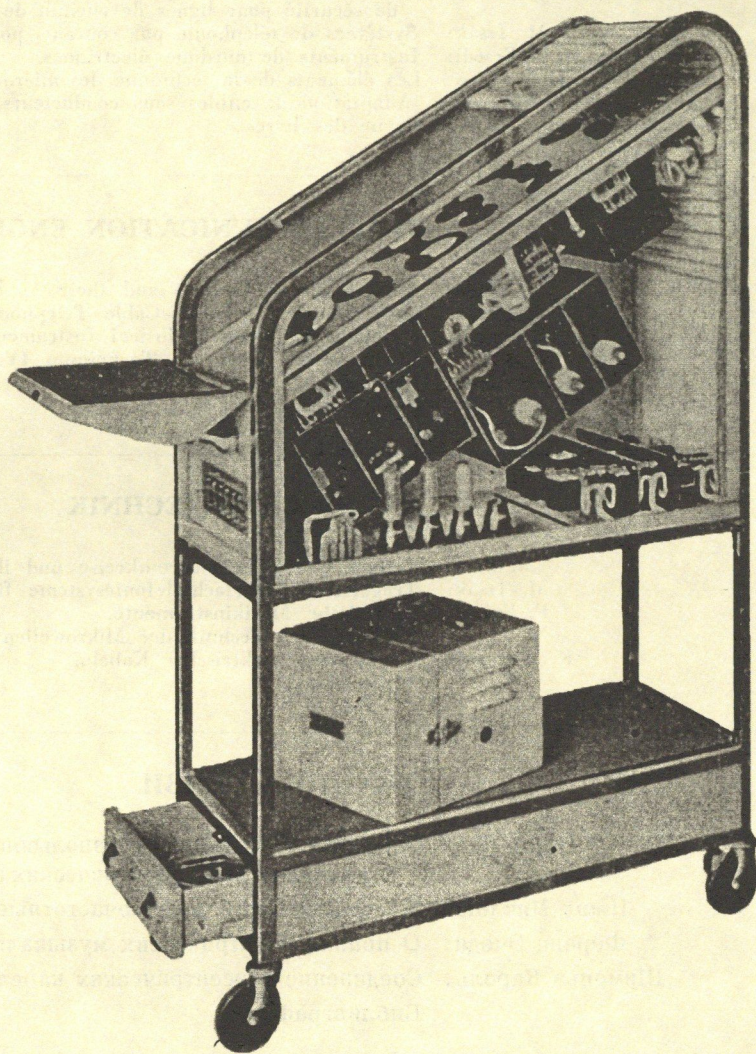
Az elektromos hangszerek létjogosultsága.

Simonyi Károly

A mikrohullámú technika elemei: IV. Érnélküli kábelek illesztése.

Könyvszemle.

Folyóiratszemle.



II. ÉVFOLYAM **5** SZÁM. 1947. VI.

KORSZERŰ VIZSGÁLÓ KOCSI SOKCSATORNÁS VIVŐHULLÁMÚ TÁVBESZÉLŐ ÁLLOMÁSOKHOZ.

TECHNIQUE DE LA COMMUNICATION

- J. Pósa: Circuits de voie modernes et leur emploi dans les systèmes récents.
de sécurité pour lignes de chemin de fer.
M. Izsák: Systèmes de téléphonie par courants porteurs sur câbles à voies multiples.
F. Ecsedi: Instruments de musique électriques.
Les éléments de la technique des micro-ondes: IV.
K. Simonyi: Adaptation de câbles sans conducteurs.
Revue des livres.

TELECOMMUNICATION ENGINEERING

- J. Pósa: Modern Track Circuits and their Application in Railway Signalling Systems.
M. Izsák: Multichannel Carrier-on-Cable Telephone Systems.
F. Ecsedi: Problems of Electric Musical Instruments.
Elements of Microwave Technique: IV.
K. Simonyi: Matching of Wave Guides.
Book Review.

NACHRICHTENTECHNIK

- J. Pósa: Zeitgemässe Schienenstromkreise und ihre Anwendung in Bahnsicherungsanlagen.
M. Izsák: Trägerstrom-Mehrfachtelefoniesysteme für Kabeln.
F. Ecsedi: Elektrische Musikinstrumente.
Elemente der Technik der Mikrowellen: IV.
K. Simonyi: Anpassung dielektrischer Kabeln.
Bücherschau.

ТЕХНИКА СВЯЗИ

- Поша Енё: Описание современного использования железнодорожных рельс для
токопроводящих электрических цепей сигнализации и автоблокировки.
Ижак Миклош: Многоканальные высокочастотные системы для кабельных линий.
Ференц Эчеди: О правах электрических музыкальных инструментов.
Шимоньи Кароль: Соединение концентрических кабелей.
Библиография.

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

A Magyar Mérnökök és
Technikusok Szabad Szak-
szervezete Híradástechnikai
Szakosztályának lapja

SZERKESZTŐK: GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

TÁVBESZÉLŐ * RÁDIO * TÁVÍRÓ

Korszerű sínáramkörök és alkalmazásuk az újabb vasútbiztosító rendszerekben

POSA JENŐ

A vasúti jelző- és biztosítóberendezések klaszszikus értelemben vett rendeltetése a vasúti balesetek elleni védelem, a forgalom biztonságának megóvása az emberi tévedések lehető kiküszöbölése révén. Ez az elsődleges cél természetes és közismert. Csak arra a sok laikus feltalálóra gondoljunk, akik egy-egy súlyosabb kimenetelű vasúti baleset után jelentkeznek, a legváltozatosabb módon és eszközökkel képzelve el a tökéletes biztonság megvalósítását. A vasútüzemek fejlődése során azután mind nagyobb és nagyobb jelentőséget nyert a jelző- és biztosítóberendezések egy második rendeltetése is, az, hogy ezek a forgalom gyorsaságát és gazdaságos lebonyolítását mozgósítsák elő.

A vasútbiztosító berendezések lényege, a váltók és a járművek gyorsaságát szabályozó jelzők között bizonyos szerkezeti összefüggések létrehozása oly módon, hogy a jelzőkkel csak olyan utasításokat lehessen a vonatszemélyzet részére adni, amelyek káros következmény nélkül végrehajthatók.

Bármilyen bonyolult, vagy bármilyen rendszerű legyen is egy valamely biztosítóberendezés, az első és legfontosabb, amit meg kell állapítania, mielőtt egy jelző szabadraállítását lehetővé tenné, szabad-e a vágány. Ezt a vágányvizsgálatot látja el a korszerű biztosítóberendezéseknél az úgynevezett pályadetekció és ennek úgyszólván kizárólagos megoldási alakjai a szigetelt sínrendszerek, vagyis ahogyan a későbbiekben nevezzük a sínáramkörök.

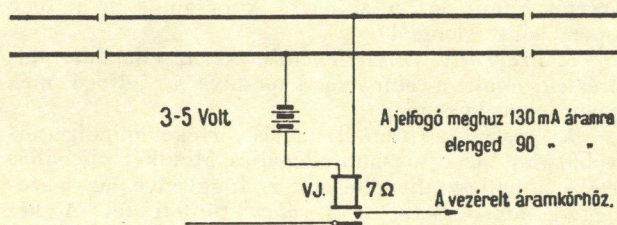
A szigetelt sínáramköröket, mint szerkezeti elemeket, a magyarországi vasútbiztosító berendezések eddig is alkalmazták és pedig, mint úgynevezett rövid szigetelt sínáramköröket, de nem pályadetektorokként. Ezek a kb. 16-24 fm. hosszú sínáramkörök az üzemből nem a legmegbízhatóbbaknak mutatkoztak és a velük való kedvezőtlen tapasztalatokat hajlamosak voltunk általánosítani, úgy, hogy a biztosítóberendezési szakembereink, főleg azok, akik ezekkel a sínáramkörökkel az üzemből is foglalkoznak, el sem tudják képzelni, hogy több száz méter, vagy pláne 2 kilométer hosszú szigetelt sínszakaszok megbízhatóan működhessenek.

MODERN TRACK CIRCUITS AND THEIR APPLICATION IN RAILWAY SIGNALLING SYSTEMS

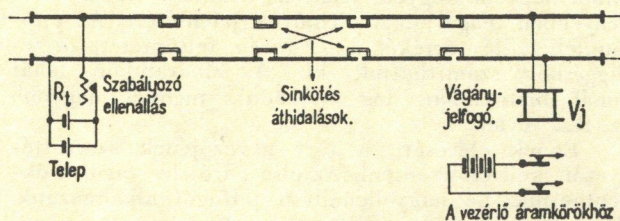
The different kinds of railway signalling and interlocking systems of the Eastern European railroad companies are chiefly of German design and no long track circuits were used as basic elements of safety. The Hungarian State Railways, however, in the course of their work of reconstruction, will introduce Automatic Block Signalling Systems on their lines. The author therefore explains some definitions arising in connection with this problem, such as: ballast resistance, rail impedance, drop-and prevent-shunt values; further some relations among these terms. The article is also dealing with the classical D. C. track circuit as used in the U. S. A., further some modifications thereof. After discussing the various types of A. C. track circuits, the author describes the typical basic circuits of the coded track circuit system which is the latest development on this field and concludes that the Hungarian manufacturers having supplied the Balkan States with signalling and interlocking systems must now change over to turn out equipments of the Anglo-American types to replace the German types.

Időszzerűnek látszik tehát ezekkel az áramkörökkel megismerkedni, mert a hazai vasútbiztosítóberendezések újjáépítése során a pályadetekciónak a jövőben nagy jelentősége lesz.

A Mávnál és a délkelet-európai vasútak biztosítóberendezéseinél alkalmazott sínáramkörök vázlatos elvi kapcsolását az 1. sz. ábra mutatja. A sínáramkör jelfogója a sínzálakkal sorosan kapcsolt és szabványos (nyugalmas) állapotban árammentes. Teljesen eltérő kapcsolásuk van azoknak a sínáramköröknek, amelyeket az Egyesült Államokban alkalmaznak pályadetektorokként. Ezek elvi kapcsolását a 2. ábra



1. ábra. Az Államvasutak biztosítóberendezéseinél használatos rövid sínáramkörök elvi kapcsolása.



2. ábra. Egyszerű egyonáramú sínáramkör elvi kapcsolása.

tünteti fel. Az előbb említett kapcsolással szemben itt jellemző, hogy a jelfogó és a telep külön-külön vezetékekkel kapcsolódnak a sínzszakaszhoz. Míg az 1. ábrán bemutatott kapcsolat soros kapcsolásként fogható fel, ez a kapcsolat párhuzamos kapcsolásnak felel meg. A jelfogó szabványos helyzetben gerjesztett állapotban van, ha a sínzszakaszon jármű áll, a kerékpárok kisöntő hatása folytán a jelfogó elenged. Mithogy a később ismertetendő áramkörök ebből az egyenáramú sínáramkörből fejlődtek ki, célszerűnek látszik egy-két vonatkozó alapfogalommal megismernednünk. Ezek:

1. **Ballasztellenállás.** Ez az ellenállás a kaviáság, és az aljak, talpfák kombinációs ellenállása. Megfelel a telefoniában ismert vonallevezetés fogalmának. Ha levezetésről beszélünk, ez az a levezetés, amit a két sínzsal között mérhetünk. Fajlagos értéke igen változó. Függ a felépítmény rendszerétől, a környezettől, az időjárástól. Nagyságrendileg folyóméterenként 1200–600 ohm kedvezőtlen időben, ugyanakkor száraz, vagy kifagyott vágány fajlagos ballasztellenállása folyóméterenként 300.000–600.000 ohmra is felszökhet. Az ellenállásviszonyok tehát körülbelül 1:500 viszonyban változnak.

2. **Sínellenállás.** Ez mindkét sínzsalnak hurokban mért teljes ellenállása, beleértve az áthidaló sínkötések ellenállásait is. A sínközéseket ugyanis feltehetően áthidalókötésekkel kell ellátni, ha biztos sínáramkörműködést akarunk szavatolni.

A sínellenállás értéke megközelítőleg állandó. Egyébként a sínáramkörök villamos viselkedése a távbeszélő áramkörökhöz hasonló. A feszültség és áramerősség a sínzsalak mentén logaritmikusan esik, 2–3 kilométer hosszú sínáramkörök már «hosszúaknak» minősülnek. Ha a sínellenállás a ballasztellenálláshoz képest kicsiny, például rövidebb sínzszakaszokon, a feszültségesezt a gyakorlati lineárisnak viszi.

3. **Vonat-shuntellenállás.** Ez a vonatnak vagy járműnek a két sín áthidaló ellenállása, tehát az egyes kerékpárok ellenállásainak eredője. A vonat-shuntellenállás sok tényezőtől függ. Függ a kerékpárok (tengelyek) számától, a járművek jellegétől, a vágány állapotától, az időjárástól és egyéb körülményektől. A vonatshuntellenállás értéke — még egyetlen kerékpár ellenállása is — a sínfeszültség növekedésével bizonyos határfeszültségig csökken. Ettől a határfeszültségtől felfelé közel állandó.

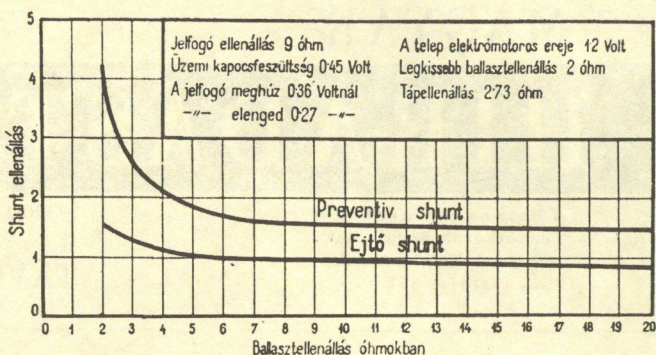
4. **Ejtő shuntellenállás.** Ez az az ellenállás határérték, amit ha a sínparra kapcsolunk a jelfogó éppen hogy elenged.

5. **Preventív shuntellenállás.** Az az ellenállás határérték, amit a sínparra kapcsolva a jelfogó még éppen nem húz meg.

A preventív shuntellenállás értéke mindig nagyobb, mint az ejtő shuntellenállás. Mindkét ellenállás értéke a ballasztellenállásnak is függvénye. Az összefüggést adott esetben a 3. ábra tünteti fel. A két ellenállás közötti eltérés annál nagyobb, mennél kisebb a ballasztellenállás.

A sínáramkörök tervezésénél és kivitelénél arra kell törekedni, hogy az ejtőshuntellenállás értéke minél nagyobb legyen, tehát az áramkör minél érzékenyebben reagáljon a járművek jelenlétére. Az ejtőshuntellenállás értékét a 4. ábrán feltüntetett összefüggésből számíthatjuk ki. A sínáramkör tehát annál biztosabban fog működni, mennél nagyobb az R_{es} érték.

Ennek elérésére a tört nevezőjének szorzattétezzőt kell csökkenteni. Az első zárójeles tagot csökkenthetjük, ha nagyellenállású jelfogót alkalmazunk. Ennek határt szab azonban az, hogy az R_j növelésével az R_{es} mindinkább függésbe kerül a B



3. ábra. Az ejtő- és preventív-shuntellenállások és a ballasztellenállás közötti összefüggés.

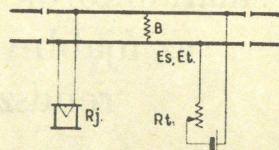
R_j = a jelfogó ellenállása.

B = a ballaszt ellenállás.

R_t = a teleppel sorba kapcsolt szabályozó ellenállás.

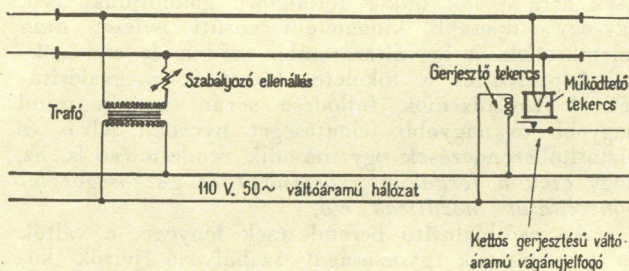
E_s = sín kapcsolófeszültség szabad vágánynál.

E_j = a jelfogó ejtő kapcsolófeszültsége



$$Ejtő shuntellenállás = R_{es} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_j} + \frac{1}{B} + \frac{1}{R_t}\right) \left(\frac{E_s}{E_j} - 1\right)}$$

4. ábra.

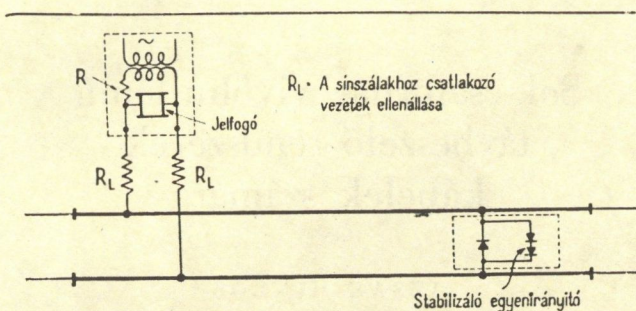


5. ábra. Váltakozó áramú sínáramkör elvi kapcsolása.

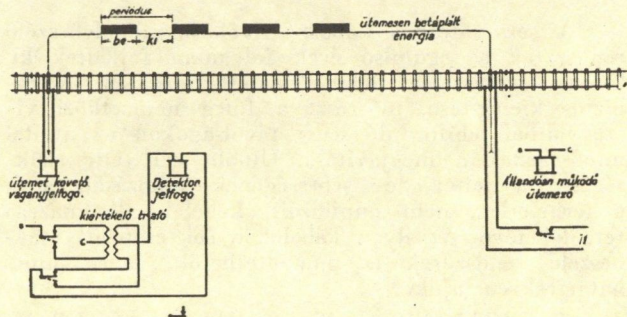
ballasztellenállással, ami a ballasztellenállás változékonysága miatt nem kívánatos. Csökkenthetjük továbbá a B ballasztellenállás növelésével. Ez pályafenntartási kérdés és a sínzszakasz különleges fenntartása nem kívánatos. Végül csökkenthetjük azzal, hogy az R_t ellenállás értékét a sín és a jelfogó ellenállásának összegéhez képest nagyra választjuk. Ennek az eljárásnak hátránya, hogy egyúttal a tápláló telep feszültségét is emelni kell, vagyis több primer elemet kell alkalmazni.

A második zárójeles tagot azzal csökkenthetjük, ha olyan jelfogót alkalmazunk, melynek elengedési és meghúzási kapcsolófeszültsége közel esik egymáshoz, tehát a preventív és ejtőshuntellenállások értékeit egymáshoz közelítjük, továbbá ezzel egyidejűleg a szabad vágány vágánykapcsolófeszültségét úgy állítjuk be, hogy éppen csak valamivel legyen magasabb, mint a jelfogó elengedési kapcsolófeszültsége. E két feltétel egyidejű betartása esetén az E_s/E_j érték az egységhez közeledik.

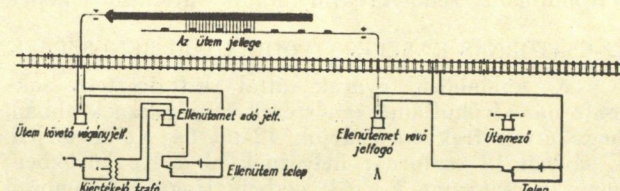
Mint láthatjuk az egyszerű konvencionális egyenáramú sínáramkör felépítése is — mint általában a



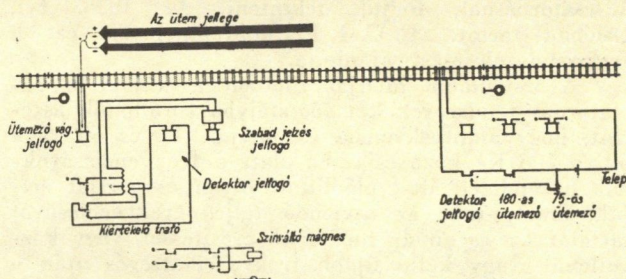
6. ábra. „Westrak” rendszerű sínáramkör elvi felépítése.



7. ábra. Az ütemezett sínáramkörök működés alapelve.



8. ábra. Ellenütemű sínáramkör neutrális vágányjelfogóval.



9. ábra. Neutrális vágányjelfogóval működő sínáramkör térközbiztosító berendezést vezérel.

legtöbb műszaki feladat — kompromisszumok sorozatának eredménye. Viszonylag rövid, 100–500 méteres sínáramköröknél ezek a problémák talán nem élesednek ki ennyire, ezeknél viszont más szempontok merültek fel, melyeket nem szabad figyelmen kívül hagyni.

Mindenekelőtt megemlítendő a nagyvárosok közelében fellépő kóboráramok jelensége. Az egyenáramú vontatású villamos vasutak kóboráramai iránt az ilyen egyszerű sínrendszerek érzékenyek, ezért ilyen zavart helyeken más megoldáshoz kellett folyamodni. A sínrendszert például a közepén táplálják és mindkét végén egy-egy jelfogót alkalmaznak. Egyszerűbb megoldás azonban ilyenkor váltakozóáramú sínáramkörök alkalmazása. Az első ilyen sínáramkörök — mivel azok az egyenáramúakból fejlődtek ki — az egyenáramú sínáramkörök alapkapcsolását vették át. Ilyen kapcsolást tüntet fel az 5. ábra. Új itt az, hogy a jelfogó képfelől kap táplálást. Az itt alkalmazott váltakozóáramú jelfogókat ugyanis az érzékenység növelése végett kívülről gerjesztették és ezek a Ferraris elven működtek.

Az előbbiektől teljesen eltérő elven működik a *Westinghouse Brake & Signal Co.* „Westrak” néven ismert sínáramkör. Elvi kapcsolását a 6. ábra mutatja. Ennek az áramkörnek az a nagy előnye, hogy a vágány foglaltságát érzékelő jelfogó és a tápláló áramforrás azonos helyen van, tehát beállítása könnyű és felszereléséhez kevesebb vezeték szükséges. A vágány szabad állapotában az egyenirányítóra nézve záró áramlökés alatt a jelfogó meghúzó, az ellenkező értelmű félperiódus alatt a jelfogó tekercsét az átbocsátó egyenirányító kisöntötte, ugyanakkor a jelfogó saját önindukciós áramát fenntartani igyekszik, a jelfogó tehát rezgésmentesen húzva marad. Az egyenirányító kisöntölésekor a jelfogó elenged.

A sínáramkörök biztos működésére nagy befolyással van a jelfogó meghúzási és elengedési kapcsolási feszültsége közötti különbség. Mint a 3. sz. ábrán láttuk a preventív söntellenállás nagyobb, mint az ejtősöntellenállás és pedig annál nagyobb, minél kedvezőtlenebbek az üzemi viszonyok, minél kisebb a ballasztellenállás. Közelfekvő volt tehát a gondolat, nem lehetne-e valamilyen módon olyan rendszert megvalósítani, amelyek ennek a magasabban fekvő söntgörbének az értékeit hasznosítja. Így jöttek létre a különféle intermittens sínáramkörök, az ütemezett sínáramkörök elődjei.

Ha ugyanis a telepoldalon nem folytonosan, hanem szakaszosan táplálunk, akkor a jelfogó az áramszünetekben el fog engedni, újból meghúzni viszont csak akkor lesz képes, ha a vonatsöntellenállás a preventív shuntellenállásnál nagyobb. Az ejtő shuntellenállás helyébe tehát az ennél mindig nagyobb preventív shuntellenállás lépett, ami, ahogyan ezt a diagramból közvetlenül is leolvashatjuk, éppen a kritikus kis ballasztellenállásoknál, tehát a kritikus állapotban jelent nagy előnyt.

Az intermittens sínáramkörök továbbfejlesztése során alakultak ki a különböző ú. n. ütemezett sínáramkörök, (angol elnevezésük: *coded track circuit*), melyek ma a fejlődés legfelsőbb fokát jelentik. A rendszer újabb kiviteli alakjainál a jelzők vezérlését, távolból való kivilágítását, lég- és kábelvezetők alkalmazása nélkül, tisztán a sínáramkörök végzik. A pálya mentén evégből semmiféle vezetékre sincsen szükség.

Az ütemezett sínáramkörök alapáramkörét a 7. ábra tünteti fel. A telep áramát a jobboldalon látható állandóan működő ütemező szakaszosan kapcsolja a sínparra. A kép baloldalán látható vevőjelfogónak, az ütemkövetőnek, két érintkezőrendszere van. Felső érintkezőrendszerével egy az ábrán fel nem tüntetett helyi telep áramát felváltva kapcsolja egy ú. n. kiértékelő trafo primer tekercsének egyik vagy másik felére, lényegében tehát ez egy közönséges vibrátor kapcsolás. Az alsó morze érintkező ugyanekkor a trafo szekunderjében indukált váltóáramokat mechanikusan egyenirányítja. Az így egyenirányított áram azután a jelzőt vagy egyéb áramköröket vezérlő detektor jelfogót állandóan meghúzott állapotban tartja, természetesen csak addig, amíg az ütemkövető vágányjelfogó bizonyos ütemben játszik.

Előfordulnak olyan esetek, mikor kívánatos, hogy a detektorjelfogó és az ütemező a sínszakasz ugyanazon a végén, egy helyen legyenek. Ilyenkor a 8. ábrán feltüntetett ellenütemű sínáramköröket alkalmaznak. A sarkított kivitelű ellenütemet vevő jelfogó az ütemező által kiadott telepimpulzusokra nem reagál, hanem csak az ütemkövető jelfogóval működöttetett ellenütemet adó jelfogótól jövő telepimpulzusok hatnak rá. Ilyen módon a detekciót térbelileg visszavezették az ütemezőhöz.

Az ütemezett sínáramköröknek egy igen érdekes és jelentős alkalmazási területe az önműködő térköz-biztosítás. Az alkalmazott alapkapsolást a 9. ábrán mutatjuk be. Az ábra jobboldalán a sínáramkör telepét látjuk és két ütemezett. Ezek egyike 180, másika 75 ütemet ad percenként. A baloldalon a már ismert ütemkövető jelfogón és kiértékelő trafón valamint detektorjelfogón kívül, még egy szelektáló áramkörrel sorbakapcsolt jelfogót, a «szabadraállító» jelfogót is láthatjuk.

Ez a jelfogó csak akkor tud meghúzni tartani, ha az ütem periódusa legalább 180/perc. A térközbiztosítóberendezés működése a következő: Ha a sínáramkör és a jobboldali hozzá csatlakozó sínszakasz is szabad, a jobboldali detektorjelfogó, aminek részletes áramkörét nem rajzoltuk ki, meghúzott állapotban van. Az állandóan működésben levő ütemezők közül a 180-as ütemező szaggatja a telep áramát. A baloldalon az ütemkövető jelfogó követi az ütemet, a detektor jelfogó és a szabadra állító jelfogó meghúzott állapotban vannak, tehát a jelző «Szabad» jelzésnek megfelelő jelzési képet mutatja.

Tegyük fel, hogy a sínáramkörhöz csatlakozó jobboldali szakaszban vonat van. Ez a szakaszt kishuntöli. A jobboldali detektor jelfogó elenged, a telep áramát tehát most a 75-ös ütemező fogja szaggatni. Eredmény: a baloldalon a szabadra állító jelfogó elenged, a detektor jelfogó továbbra is húzza marad, tehát a jelzőn a «Lassan» színekép fog megjelenni. Ha a sínszakaszban vonat van, a vonatot az ütemkövető jelfogót kishuntöli, ez elenged és a jelzőt «Megállj» állásba hozza. Bármilyen hiba vagy hiányosság mindig az aggodalmasabb jelzési képet hozza létre.

Kombinálják ezt a kapcsolást önműködő jelzőkivilágításai is, természetesen a jelző távolból való kivilágításának vezérlését már reverse impulzusokkal, ellenütemű áramkörökkel oldják meg.

A sínáramkörök mint áramkörök igen egyszerűek. Az alkalmazott jelfogók száma csekély, ezért a gépkapcsolású távbeszélőtechnikával összehasonlítva ezek az áramkörök primitíveknek tűnnek fel. Más képet kapunk azonban az áramkörökről, ha ezeket az alkalmazás szemszögéből vizsgáljuk. Ezek az áramkörök élet és vagyonbiztonság fölött őrködnek, tévedniük nem szabad, mert ennek súlyos következményei lehetnek. Anyagtakarékoskodásnak itt nincs helye, mert egyetlen vasúti balesetből származó kár és költség, többszörösét is kiteríti egy biztonsági berendezés költségeinek. Az alkalmazott készülékek tehát rendszerint nagyméretűek, érintkezőrendszereik sokszorosán túlméretezettek. Szerkesztésüknél a főszempont, hogy ezek teljesen magukra hagyatva, a legszélsőségesebb időjárási viszonyok mellett is, üzembiztosan és megbízhatóan tudják feladatukat ellátni.

A mozgó alkatrészek számát a minimumra kell szorítani és olyan szerkezeteket kell választani, amelyek kenést, olajozást nem igényelnek. A vágányjelzőkbe nemes mágneses anyagokat kell beépíteni, mert ezeknek igen érzékenyeknek kell lenniük. E téren különösen az utóbbi 10 évben mutatkozott nagy fejlődés.

Hazai szempontból azért érdekesek ezek a sínáramkörök, mert az újjáépítés folyamán létesülő korszerű vasútbiztosító berendezéseinkben már kiterjedten kerülnek alkalmazásra és pedig mint pályadetektorok. Hazai iparunkra vár az a feladat, hogy ezeknek az áramköröknek szerkezeti elemeit minél előbb tanulmány tárgyává tegyék és hazai előállításuk lehetőségével foglalkozzanak.

Sok-csatornás vivőhullámú távbeszélő rendszerek kábelek számára

IZSAK MIKLÓS

A sok-csatornás kábeles vivőhullámú távbeszélő rendszerek a legutolsó évek folyamán fejlődtek ki. Céljuk egyrészt a megnövekedett forgalom üzembiztos kielégítése, másrészt a főleg nemzetközi vízszonylatban előforduló nagy távolságokon az átvitel minőségének a megjavítása. Utóbbi cél tette szükségessé a jelterjedés sebességének fokozását, amit a terheletlen, nem pupinizált, kábelek alkalmazása tett lehetővé. Az ilyen kábeleken sok-csatornás távbeszélő rendszerek is működtethetők, mert nincs határfrekvenciájuk.

Az alábbiakban a 12- és 24-csatornás kábeles vivőhullámú rendszerekről adunk áttekintő képet.

12-CSATORNÁS KÁBELES VIVŐHULLÁMÚ RENDSZEREK.

A különböző gyárak által kifejlesztett sok-csatornás vivőhullámú rendszerek megegyeznek abban, hogy átvitt frekvenciasávjuk 12-től 64 Kc-ig terjed. E sávban 12 csatornát helyeznek el 4 Kc közökben, vagy 16 csatornát 3 Kc közökben. Hogy a különböző rendszereket összehasonlíthassuk, mindegyik rendszert 12-csatornásnak fogjuk tekinteni. Az 1938. évi, Oslóban tartott, C. C. I. F. konferencia is ezt a frekvencia-elosztást ajánlotta.

A moduláció módját illetően a különféle 12-csatornás rendszerek két főosztályba sorolhatók aszerint, hogy alappfrekvencia csoportjuk 12 és 60 vagy 60 és 108 Kc közé esik. Ez alatt a frekvenciasávoknak a rendszer által előállított olyan csoportját értjük, amely már az átvendő teljes frekvenciasávot tartalmazza és amely megfelelő erősítéssel, vagy közvetlenül, vagy kellő újabb frekvenciaáttevés után a kábelre kiadható.

a) 12—60 KC ALAPCSOPORTÚ RENDSZEREK.

Az ilyen rendszer megvalósítható egyetlen modulációval oly módon, hogy az egyes beszédcsatornákat 12, 16, s. i. t. 56 kc-sal moduláljuk. Ha a vivőhullámot a modulátorban, az alsó oldalsávot pedig a sávszűrőben elnyomjuk, akkor a hasznosított felső oldalsávok összessége képezi a 12—60 Kc-u alapsoportot.

A 12—60 Kc alapsoportú rendszer előmodulációval is megvalósítható. Ez esetben mind a 12 beszédcsatornát ugyanazzal az f frekvenciával előmoduláljuk és a továbbított alsó oldalsávot ($f-4$, f) második modulátorban $12+f$, $16+f$, s. i. t. $56+f$ frekvenciával ismét moduláljuk. Az előmoduláció után szükséges sávszűrők mind a 12 csatornához egyformák. Ha a második moduláció után ismét az alsó oldalsávot hasznosítjuk, akkor a keletkezett csatornák most is 12 és 60 Kc közé jutnak. A második moduláció után alkalmazandó szűrők, a csatorna sávszűrők, különböznek csatornánként, de könnyebben megvalósíthatók, mint az előző rendszerben, mert az elválasztandó két oldalsáv most már nem szomszédos, hanem egymástól ($2f-8$) Kc távolságra van.

MULTI-CHANNEL, CARRIER-ON-CABLE TELEPHONE SYSTEMS.

Different kinds of 12-channel carrier-on-cable telephone systems have been developed in the last years, the main difference between them lying in the method of the frequency transportation. A comparison was made the conclusion of which is, that the most perfect is the K-System. Accordingly the K-System has been discussed more detailed and the article is completed with a short review of the 24-channel system.

Athallások elkerülése végett az f frekvencia nem eshet a 12 és 60 Kc közé. Aszerint, hogy az f előmodulációs frekvencia az átvitt sáv alatt vagy fölött van, ismét két típust különböztetünk meg.

Az első rendszer kevésbé előnyös, mert ha pl. $f = 8$ Kc, akkor az elválasztandó oldalsávok frekvencia távolsága csak $2f - 8 = 8$ Kc, azaz aránylag közel vannak egymáshoz.

A másik típus 60 Kc-nál nagyobb előmodulációs frekvenciát használ. E rendszerek csatorna sávszűrői rendkívül egyszerűek, mivel az elválasztandó oldalsávok egymástól kb. 120 Kc. távolságokra vannak.

b) 60—108 KC ALAPCSOPORTÚ RENDSZEREK.

E rendszerek is az egyetlen modulációs és az előmodulációs rendszerekbe osztályozhatók.

Az első típusnál a vivőhullámok: 64, 68 s. i. t. 108 Kc. Az alsó oldalsávot visszük át, a felsőt a csatorna sávszűrőben elnyomjuk. Ha a 12—60 Kc sávban akarunk átvinni, akkor az egész alcsoportot ismét moduláljuk 120 Kc-sal, megint az alsó oldalsávot hasznosítva. Ilyen az amerikai ú. n. K-rendszer.

A másik típus az előmodulációs rendszer volna, tudomásom szerint azonban ezideig ilyen rendszert seholsem dolgoztak ki.

Attekinthetőség kedvéért a különböző rendszereket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Az ismertetett rendszerek közül a táblázat utolsó sorában feltüntetett K-típusú rendszer a legtekélyesebb, mert stabilitása az összes rendszerek közt a legnagyobb, torzítása a legkisebb, és helyszükséglete is kicsi. E jó tulajdonságok a kristálysűrők alkalmazásából következnek.

1. táblázat.

Alap-csoport	Modulációs módja	1. moduláció			2. moduláció		
		vivő fr.	oldalsávok		vivő fr.	oldalsávok	
			átvitt	elnyomott		átvitt	elnyomott
12-60 Kc	egyetlen	12	12-16	8-12			
		.	.	.			
		56	56-60	52-56			
12-60 Kc	előmod. kis frekv.-án	8	4-8	8-12	20	12-16	24-28
		.	.	.	.	.	.
		64	56-60	68-72	64	56-60	68-72
12-60 Kc	előmod. nagy frekv.-án	68	64-68	68-72	80	12-16	144-148
		.	.	.	.	.	.
		124	56-60	188-192	124	56-60	188-192
60-108 Kc	egyetlen	64	60-64	64-68			
		.	.	.			
		108	104-108	108-112			

Gyakorlatilag megvalósítható méretekkel a kristálysűrők csak 60 Kc feletti frekvenciákra készíthetők. Viszont ilyen frekvenciákra tekercses sávszűrő nagyon nehezen gyártható. Különösen a stabilitás elérése okoz nehézségeket, mert már aránylag kis hőmérséklet ingadozások is megváltoztatják az átvitt frekvenciasáv határait. Emellett nehezen kerülhetők el az átvitt sáv szélein fellépő lineáris torzítások.

A K-típusú rendszer tehát szükségképpen használna kristálysűrőket, a többi rendszer azonban erre nem alkalmas. Még egy nagy előnye van a K-típusú rendszernek a többivel szemben. Ha megnézzük, hogy a csatornasűrőket milyen frekvenciahatárok között kell elkészíteni, azt látjuk, hogy a K-típusú rendszer sűrői nagyjából azonos méretűek, mivel a 60—108 Kc sáv kevesebb, mint egy oktáv szélességű, míg a többi rendszer csatornasávszűrői több mint két oktáv szélességet foglalnak el. A K-típusú rendszer sűrőinek az elemei ilyen módon azonos nagyságrendűek, ami nemcsak gyártási szempontból, hanem a csatornák egyforma jóságának szempontjából is előnyös.

A kristályoknak, mint rezgőköröknek a vesztesége rendkívül kicsi. Míg egy jóminőségű tekercs jósága a szóbanforgó frekvenciákon legfeljebb 200—300, addig a kristálysűrőknél ez az érték 15.000 körül van. Ezért a kristálysűrők lineáris torzítása igen kismértékű.

ATHALLÁS.

A 12—24 csatornás vivőhullámú rendszerek 4-huzalos alapon működnek, azaz külön érpár szolgál az egyik, és külön érpár a másik irányú átvitelhez. Elég nehéz feladat az egyes rendszerek közötti áthallások elkerülése. A közelségi áthallás általában a megengedett határok között marad, ha a két irányhoz külön kábelt használunk. A legcélszerűbb elrendezés az, hogy egyik kábel tartalmazza a 12-csatornás vivőhullámú rendszerek egyik irányának az áramkörét és az összes terhelte vonalakat, a másik kábel pedig csak a 12-csatornás rendszerek másik irányának az áramkörét. A két kábel egymás mellett fektethető le. A távolvégi áthallásokat az egy kábelben vezetett különböző rendszerek között az érpárok aszimmetriája okozza. A gondos kábelgyártás és a gondos szerelés az áthallás veszélyét csökkenti, de ezenkívül minden erősítőállomás bemenete előtt kiegyenlítő áramköröket kell alkalmazni. Ezek minden érpár közé kapcsolt állítható differenciál kondenzátorok, melyeket úgy kell beállítani, hogy az érpárok erei közötti kapacitáskülönbségeket kiegyenlítsék.

A «K» TÍPUSÚ RENDSZER.

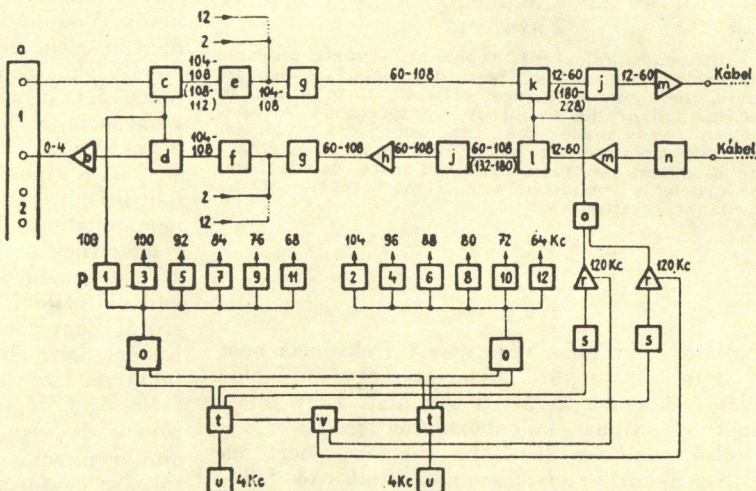
A Standard Telephones and Cables Ltd. (London) által kidolgozott K-típusú 12-csatornás rendszer vázlatos elvi kapcsolását az 1. ábra szemlélteti.

A hangfrekvenciás végződő berendezés 12 beszédáramkörre, az ú. n. 12 derivált csatorna részére, általában 4-huzalos végződő egységeket tartalmaz, melyek a központhoz csatlakozó 2-huzalos áramköröket 4-huzalosakká alakítják, azonkívül csengető, vagy hangfrekvenciás jelátvivő berendezéseket, stb.

Kövessük először az adó áramkört.

A 12 hangfrekvenciás végződő áramkörből a jel egy-egy csatorna modulátorba jut. Ez gyűrűs modulátorokkal dolgozik. Itt történik az első moduláció a modulátorba vezetett megfelelő csatorna vivőfrekvenciával. A modulátor a vivőfrekvenciát nem engedi át, az utánkövetkező csatornasávszűrő pedig

a hangfrekvenciás végződő berendezés,
 b demodulátor erősítő
 c csatorna modulátor,
 d csatorna demodulátor,
 e modulátor sávszűrő,
 f demodulátor sávszűrő,
 g szűrő kiegyenlítő,
 h csoport erősítő
 j aluláteresztő csoportszűrő,
 k csoportmodulátor,
 l csoportdemodulátor,
 m adó, ill. vevő vonalerősítő,
 n vonalkiegyenlítő
 o hybrid tekercs,
 p csatornavivőhullám tápszűrők,
 r 120 Kc erősítő,
 s csoportvivőhullám tápszűrő,
 t harmonikus generátor,
 A felső sarokba beírt számok az áthaladó frekvenciasávokat mutatják, zárójelben az elnyomott oldalsávokat.



1. ábra. K-rendszerű 12 csatornás kábelvívőhullámú végállomás vázlatos kapcsolása.

elnyomja a felső oldalsávot. A csatornasávszűrők, mint említettük, kristályos kivitelűek. A 12 sávszűrő kimenete párhuzamos kapcsolásban van és a legkisebb és legnagyobb frekvencián dolgozó szű-

rők impedanciáját kiegyenlítők hozzák a megfelelő értékre. A közös kimenet ily módon mind a 12 alsó oldalsávot tartalmazza (alsóport) és továbbviszi a csoportmodulátorhoz. Ez is fémegyenirányítókkal dolgozik. A bevezetett 120 Kc modulálja az egész csoportot. Ez a vivőhullám ismét nem jut tovább, az oldalsávok közül pedig a modulátort követő aluláteresztő szűrő csak az alsó oldalsávot engedi át, amely ezután a vonalerősítőn át a kábelbe jut.

A vevőáramkör hasonló az adóáramkörhöz. A lényeges különbség csak az, hogy mindkét demodulátor után egy-egy erősítő a szintet a szükséges mértékben felemeli. A keletkezett felső oldalsávot a csatorna-demoduláció után maga a demodulátor nyomja el.

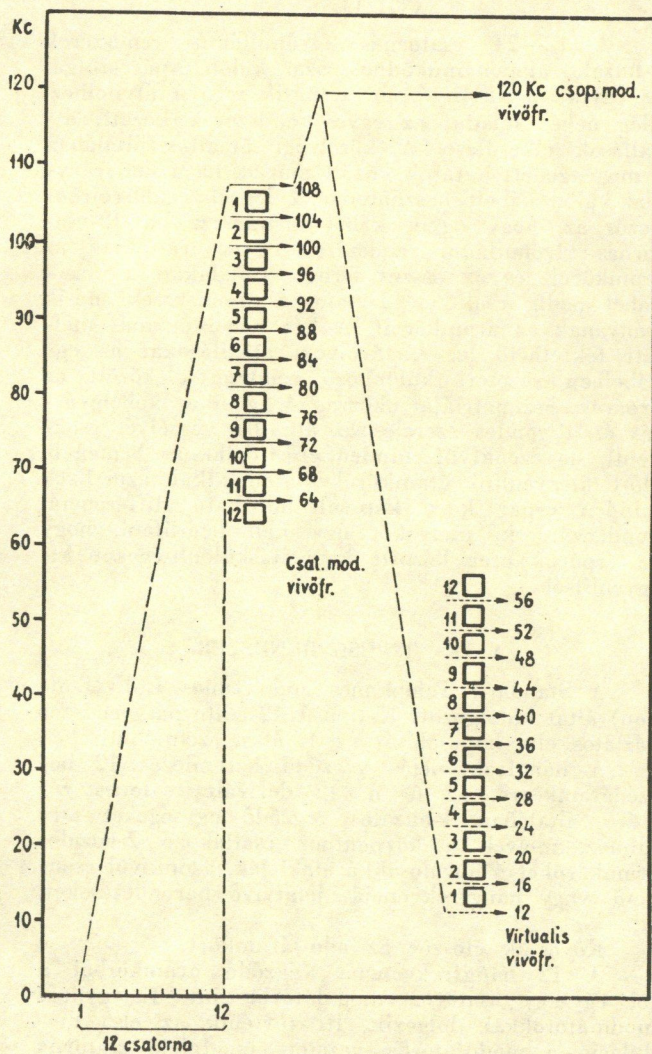
A vonalerősítők 3-fokozatú negatív visszacsatolásúak, melyek a 12–108 Kc sávban egyenletesen erősítőknek. Normális erősítésük 7 N, mely 7,5 N-ig emelhető.

A vevőáramkör két külön erősítője is negatív visszacsatolású, a csoporterősítő 2, a demodulátor-erősítő 1 fokozattal.

A közbelső erősítők csak erősítőt tartalmaznak, hasonló a vonalerősítőhöz és kis-szintű oldalukon vonalkiegyenlítőt. E kiegyenlítők csillapításgörbéje tükrösképe a vonalnak és feladatuk az erősítők bemenőszintjének egyenlővé tétele az egész erősítendő frekvencia sávon belül. A közbelső erősítő állomások ezenkívül a távolvégi áthallás csökkentésére szükséges említett áramköröket is tartalmaznak.

A vivőhullámokat 4 Kc-u főszeccillátor és a kimenetére kapcsolt harmonikus generátor termeli. Ez tulajdonképpen olyan erősítő, melynek a kimenete erős nonlineáris torzítást okozó elemeket tartalmaz és pedig egy telítésig gerjesztett porvasmagos tekercset és egy fémegyenirányítós híd-áramkört. Az előbbi a páratlan, az utóbbi a páros felharmonikusokat termeli. E harmonikusokat kristályszűrők választják szét és vezetik az egyes csatorna-modulátorokhoz. Csak a csoportmodulációhoz használt 120 Kc-u vivőhullámot erősítjük még külön erősítővel.

A frekvencia-eloszlást szemléltetően a 2. ábra mutatja. Látjuk, hogy az átvitt frekvenciasáv ugyanolyan elosztású, mint a beszédfrekvenciával közvetlenül modulált vivőhullámok csoportja a felső oldalsávok hasznosítása esetén. Ezek a vivőhullámok teljesen nem léteznek, a harmonikus generátorra kapcsolt szűrők ilyen rezgéseket nem választanak ki.



A K típusú rendszer frekvencia elosztása.

2. ábra.

Ezért a frekvenciákat virtuális, képzetes vivőhullámoknak hívjuk.

Az üzembiztonság fokozását célozza, hogy a tápláló áramkörben minden olyan egységből, amely csöveket tartalmaz, kettőt alkalmazzunk. A tartalék egységeket is felfűtött állapotban tartjuk. A működő és a tartalék egységek kimenete hybrid tekercsek (differenciál transzformátorok) szembenlévő oldalaihoz csatlakozik, ami lehetővé teszi, hogy mindkettő egyidejűleg zavarmentesen a terheléshez csatlakozzék. Az átkapcsolás hiba esetén automatikusan következik be az előfeszültségek megváltoztatásával. Az átkapcsolás ideje kb. 4 msec., tehát észrevehetetlenül rövid.

Szinkronizálás céljából a főoszillátor rezgőköri kondenzátorával párhuzamosan motorhajtotta forgókondenzátor van kapcsolva. A motort a főoszillátorból vett 4 Kc és egy szinkronizáló áramforrás frekvenciájának a különbségéből termelt és felerősített áram táplálja. Ha a frekvencia különbség valamilyen okból a megengedett mértéket meghaladja, akkor a motor a főoszillátort utánahangolja.

A szinkronizáló jel kétféle forrásból vehető:

1. 1 Kc-t szolgáltató standard oszcillátorból, melyet frekvenciamegőrző egységen vezetünk át, vagy

2. a távoli állomásról vett 60 Kc-u ú. n. pilot jelből, melyet a harmonikus generátorból nyert 56 Kc-sal modulálunk. Ekkor a keletkezett 4 Kc névleges frekvenciájú oldalhullámot használjuk fel a szinkronizáláshoz.

A berendezés által átvitt frekvenciasáv a C. C. I. F. ajánlásainak megfelelően 200—3400 periodus.

Az erősítő szakaszok max. csillapítása 7 N lehet. Ez kb. 35 km hosszú kábelszakasznak felel meg, ami a terhelt áramköröknél szokásos erősítő szakasz fele.

Az erősítő állomások felügyelet nélküliek is lehetnek. Ez esetben a legközelebbi felügyelet alatt álló állomással riasztó áramkörök kötik össze.

A szerelő állványok rendszerint 3.2 m magasak és kereken 0.5 m szélesek. A végállomási berendezés pl. 8 rendszer, azaz 96 csatorna számára 20 ilyen állványból áll, azaz rendszerenként $2\frac{1}{2}$ állványból. Az erősítő állomásokon 8-rendszerezésként 2 állvány szükséges. A helyszükséglet tehát valóban igen kicsi.

24-CSATORNÁS «K» TÍPUSÚ VIVŐHULLÁMU RENDSZER.

Ha a K-típusú rendszerben a 120 Kc-u modulációt elhagyjuk, olyan 12-csatornás rendszer keletkezik, amelynek vivőhullámai 64 és 108 Kc között vannak. Evvel egy 12—60 Kc-u 12-csatornás vivőhullámú rendszert együtt működtethetünk. Így a 24-csatornás rendszerhez jutunk.

A 12-csatornás rendszerhez kidolgozott vonal-erősítők változatlanul jók a 24-csatornás rendszerhez is, ezért a kezdetben 12-csatornára kiépített rendszer a meglévő egységek lényeges módosítása nélkül bővíthető ki 24-csatornára. A felső 12 sáv frekvenciáin azonban a vezeték csillapítása nagyobb, ezért rövidebb erősítő szakaszokat kell alkalmaznunk, pl. 35 km helyett 25 km-es szakaszokat.

Elektromos hangszerek

ECSEDI FERENC

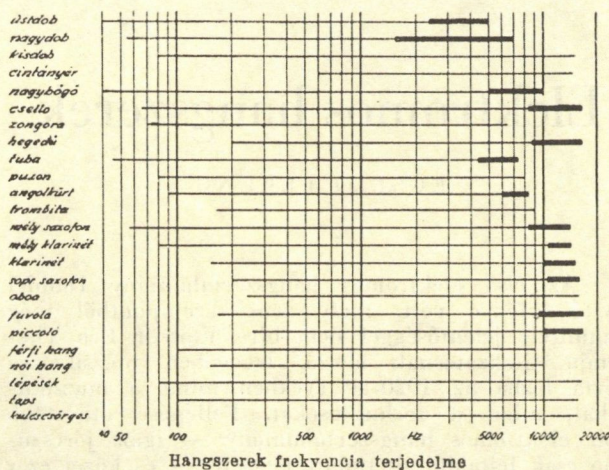
Az első elektromos hangszertalálmány Duddel sívító ívfénye volt, mely zenei szempontból még semmiféle jelentőséggel nem bírt. Először Leo Theremin titokzatosnak látszó, levegőben muzsikálása hozta lázba az 1920-as években mind a muzikusokat, mind a technikusokat. Fellépése óta több száz elektromos hangszertalálmány — igaz, jórésztükön csak feltalálójuk tudott játszani — és közel ezer szabadalmi bejelentés keletkezett. Ugyanakkor azt is meg kell sajnálnunk, hogy mai napig egyetlen elektromos hangszer sem tudott a zeneművészetben polgárjogot nyerni, bár az újabb találmányok teljesítménye minden tekintetben messze felülmúlja a zeneművészek által alkalmazott hanghatásokat. Ezért nem lesz érdektelen közelebbről megvizsgálni a sorozatos kudarcok okát.

Az elektromos hangszerek általában négy fő alkotóelemből állanak, ezek: 1. hangforrás, 2. erősítő, 3. hangszóró, 4. játszóasztal.

1. A hangforrás, minden esetben elektromosság rezgése, bármilyen eljárással történjék is a rezgéskeltés. A nevezetesebb rezgéskeltő eljárások: a) interferencia hang előállítása (Theremin, Delaborde, Jörg Mager, Martenot, Zoltán—Sziklay, Ecse di), b) áttételezés nélkül, közvetlen alacsonyfrekvencia előállítása akár elektroncsővel, akár ködfénylámpával (W. Burs-tyn, L. de Forest, P. Givélet, H. Gernsback, B. Hellberger és P. Lertes, c) fűrészrezgések előállítása Bertrand, Trautwein, Halmágyi és Langer), d) fotocellás hanggenerátor (dr. Ernst Jentsch, Tarján), e) mechanikus rezgések átalakítása elektromos rezgésekké (Förster), f) filmre rajzolt hang (Humphries) végnélküli hangosfilm és körforgó generátorok inkább csak szírenázás, jelzések, automata szünetjelek, stb. céljára, tehát nem hangszerjátszási célra.

Bármely eljárással történjék is a rezgéskeltés, elektromos úton a zeneművészetben használt hangszerek hangjánál lényegesen tökéletesebb hang állítható elő, tehát semmiesetre sem az előállított hang minőségében keresendő az eddigi kudarcok oka.

2. Az erősítő elvileg semmiben sem különbözik a rádió és kinetchnikában használatos és bevált erősítőktől. Gyakorlatban előnyös úgy kivitelezni, hogy a hangmegszakítást, hangszínezet változtatást és hangszóró csoportok ki- és bekapcsolását is az erősítési folyamat keretében lehessen eszközölni. Stabilitás szempontjából ugyanis nem célszerű a generátor rezgését szünetjelek alkalmazásával megszakítani, vagy más felhangok elérése végett torzítani, még kevésbé terhelését változtatgatni. Hangmegszakítás végett egyszerűbb zajtalan kikapcsolás, ha az erősítő egyik közbenső fokozatának anódáramát nagy negatív rácsfeszültséggel lezárjuk. A hangszínezet változtatása lehet ugrásszerű, vagy folytonos. Fix hangszíregisztréket el lehet érni az egyes erősítőfokozatok közé iktatható néhány különféle szűrőkörrel, folytonos hangtompítást a magas felhangok lapos vagy akár meredek folyamatos vágásával (hasonlóan rádiókészülékek hangszínezetszabályozásához, hol a végső anódja van kondenzátoron és változtatható soros ellenálláson át földelve), fokozatos hangélesítést pedig például az által, ha az első erősítőfokozatnak



A vastagon kihúzott vonalak a kísérezaj — pl. vonó érintés, megütés stb. — spektrumát mutatják

addig növeljük negatív rácselőfeszültségét, míg saját felharmonikusait is kezdi hozzá keverni az erősített rezgésekhez. Az állandó hangszórón kívül további hangszórók ki- és bekapcsolására a hang harmadik dimenziójának érzékelteése céljából lehet szükség. A helyiségben céltudatosan elszórt elhelyezésű hangszórók váltott működteésével érdekes térhatások érhetők el, például zeneművek egyes szólamai külön hangsíkokba is beállíthatók.

3. Wide range berendezésre nincsen szükség, ellenben annál kívánatosabb az előadóhelyiség akusztikájának előzetes alapos kipróbálása, nem csak az utánzengés és zavaró visszaverődések szempontjából, hanem éppen az előbbi pontban említett térhatások kiaknázási lehetőségének szempontjából!

4. A keresett kudarcok igazi okozói kétségkívül az eddig megszerkesztett különféle zenei játszóeszközök, melyek részben nem elektromos hangszerek rossz sikerült utánzatai voltak, részben pedig inkább elektromos kapcsolótáblák, mint hangszerjátszásra alkalmas szerkezetek. Vessünk csak egy pillantást ennek megértéséhez a nem elektromos hangszerekre.

A vonós hangszereken játszó balkezü ujjaiával szabályozzák a hangmagasságot, azaz frekvenciát, míg a vonót szorító jobbkezzel vezérlik nem csak a hangerősséget, hanem a szakítást, a színezetet, a hangsúlyozást és még számos további olyan finom árnyalati megkülönböztetést is, melyek segítségével a legteljesebb mértékben uralkodni képesek hangszerük hangjai felett, nagyrészt már a hang megszólalása előtt. De még egy zongorista is a két kezével és a pedállal a zenei kifejezési lehetőségeknek oly széles skálája felett rendelkezik, hogy játékában füllel 8—10 különféle regisztert meg tudunk különböztetni és ezt ő a billentés gazdagságának nevezi.

Az elektromos hangszerek egyik csoportjánál kevesebb volt a szabályozási lehetőség, tehát a játékos nem uralkodhatott teljes mértékben a megszólaló hang felett. Ezért a legszebb hangú hangszer is zenei kifejezési lehetőségek tekintetében nem gazdagabb, hanem szegényebb volt a tökéletlen hangú, nem elektromos hangszerekénél. A másik csoport esetében rendelkezésre állt ugyan minden lehetséges szabályozási lehetőség, de azokat viszont nem lehetett néhány kézzel vagy ajakkal vezérelni. Minden egyes szabályozó szervnek külön forgatógombja, pedálja vagy tumblerje volt és ezáltal a hangszer közönséges gépi kapcsolótáblává változott.

Ez részben bekövetkezett már az orgona esetében is, hol teljesen közömbös a billentyűk leütésének erős vagy gyenge volta, ezért gúnyolják egye-

sek az orgonát sípládának. Minél több az áttételezés valamely hangszer hangja és a megszólaltató művész között, annál kevesebb a zenei kifejezési lehetőség. Az esztétikusok szerint a hangszer a zenész énjének meghosszabbítása, hangjában pedig benne van a zenész lelke. A nem elektromos hangszerek esetében ez megközelítőleg így is van. Ezért illuzórius sokszólamú elektromos hangszerekkel kísérletezni addig, míg nem sikerül legalább egy egyszólamú, minden követelményt kielégítő elektromos hangszert létrehozni. És ez a körülmény egyben megmagyarázza Theremin kezdeti sikereit is. A kézkapacitással történő vezérlés rendkívül hatásos volt, de ma már nehéz lenne elhitétni, hogy készülékének az éterhez valami köze van. Ellenben ennek a játékmódnak megvolt az a zenei előnye, hogy valóban minden áttétellel nélkül, közvetlenül az oszcillátort befolyásolhatta, tehát igen nagy mértékben tudott uralkodni már születésük pillanatában a megszólaló hangokon. Mivel ez a játéktechnika kivételes egyéni képességeket kívánt, Jeuneu és Alonso szerkesztettek a készülékhez egy alátét skálát a játékos tájékozódásának megkönnyítésére, azonban még így is csak egészen lassú és lépcsőzetes szólamok voltak tisztán intonálhatók.

Valamivel mozgékonyabbá tette ezt a hangszert Martenot, ki — hogy a «levegőben muzsikálás» látszatát továbbra is fenntartsa — fonállal mozgatta rezgőköri kondenzátorának egyik lemezét és a fonálra erősített gyöngyszem egy tapasztalati zongoraskálarajz felett mozogva mutatta a megszólaló hangokat.

Zoltán Béla és Sziklay György szakítanak a «levegőben muzsikálással» és neutronforogókondenzátor tengelyére hosszú forgatókart erősítve félkör alakú tapasztalati zongoraskálarajz felett játszanak hasonlóan Bertrand Dynaphon-jához, de másféle hanggenerátorral. A további fejlődés részletezése külön tanulmányt igényelne, ezért csak még két nevezetesebb készüléket említek meg: Nemes Tihamér öt-szólamú készülékén a kéz ujjaira húzott fémgyűszűket kellett fémklaviatúra le nem nyomható billentyűihez érinteni. Így lehetett többek közt hármás, négyes, ötös hangzatokat glissando is játszani. Förster «Elektrochord»-ja a zongora húrjainak rezgését tapogatja le és alakítja át elektrosztatikus rezgésekké. Minden húr egy kondenzátornak egyik fegyverzete, másik fegyverzet a húrok felett futó fémszalagok, melyek éppen a rezgési csomópontok felett vannak elhelyezve és hangszínezetszabályozáskor változtatva használhatók. Így külön-külön a páros, vagy a páratlan számú félhangok teljesen kihagyhatók, mivel azok a nekik megfelelő csomópontokon nem érzékelhetők. Minden billentyűhöz természetesen külön elektroncsöves előerősítő is tartozik. Ez az eddig létrehozott legtekélyesebb elektromos hangszerek egyikének tekinthető és nyolc fix hangszínváltozata van.

Ezek után felmerül a kérdés: milyen tényleges jelentőséggel bírhat egy, az eddigieknél tökéletesebb elektromos hangszertalálmány a zeneművészet szempontjából? Erre csak akkor tudhatunk tárgylagosan válaszolni, ha megvizsgáljuk, milyen zenei követelményeknek nem tudnak eleget tenni a nem elektromos hangszerek és milyen jelentőséggel bírt a zenetörténelem során valamilyen új hangszer felalálása.

Meg kell állapítanunk: a hangterjedelem terén — függetlenül a hangszerektől — a zeneművészet nem kíván élni a szubkontra C alatti és a hatvanas C feletti hangokkal. A hangerősség terén a zeneművészet nem igényel az eddig előállított leghangosabb hangoknál hangosabb és leghalkabb han-

goknál halkabb hanghatásokat még akkor sem, ha erre elektromos úton lehetőség nyílik. Vannak azonban ma még alig teljesíthető követelmények a hangszínezet és a játéktechnika terén, továbbá a harmadik dimenzió érzékeltetése.

Mindenekelőtt bővíteni kellene a már rendelkezésre álló hangszínlehetőségek frekvenciaterjedelmét. Például basszus fuvalára komoly szükség lenne, de ez a hangszer azért nem bírt elterjedni, mivel nem győzik a játékosok levegővel. A ventiles fúvók legalsó oktávjának hangsora még ma is hiányos, ugyancsak a toló harsonaé is. A nagybőgőn scordatúra (az E-húr lejjebb hangolása, ami hangszínezetváltást is okoz), nélkül lenne szükség a kontra D és a kontra C előállítására és így tovább. Ezenfelül szemmel látható a törekvés újabb hangszínek bevezetésére. Elsősorban a mikrofónzene nélkülözi a lágy hangszíneket, tehát a film, hangjáték és hanglezfelvételek. De joggal remélhető, hogy az ú. n. modern zene sok nehezen közvetíthető kemény hangzása is lecsiszolódna, ha bővebb hangszínskála áll a zeneszerzők rendelkezésére. Ugyanis a disszonáns hangzások egy része színezési szándékra vezethető vissza. Például tiszta négy szolamú zenei szerkesztés alkalmával valamelyik szolam színezése céljából felléptet a zeneszerző egy tőle kvint távolságban (harmadik felhang!) haladó párhuzamos szolamot, amely a színezni kívánt szolamhoz hozzá cseng, de a többi három szolam egyik-másikával már disszonál. Harmónikusokban gazdagabb szolamok esetén nincsen szükség külön színező szolamokra, melyek felesleges és elkerülhető kemény hangzások okozóivá válhatnak.

A nem elektromos hangszerek játéktechnikájának elsajátításához általában 5–15 esztendei küzdelmes tanulásra van szükség, sőt némelyikhez a kéz fejlesztését már kora gyermekkorban ajánlatos elkezdeni, különben egyáltalán meg sem tanulható. Ezen a téren tehát különösen forradalmi jelentőségűekké válhatnak mindenki számára megtanulható kezelési elektromos hangszerek. Ezenfelül — ez még utópisztikusan hangzik — egy sikerült játszóasztalmegoldás kiindulópontjává válhat az új találatúra-szerű hangjegyírás bevezetésének is. Ugyanis

ma 12 hangmagasságot 35 néven nevezünk és jegyzünk.

A harmadik dimenzió kiaknázása régi törekvése a zeneszerzőknek, bár nem jelentkezik mindig tudatosan. Kétségtől érdekes térhatása volt már a középkori templomokban a kettős kórusok és váltakozó énekmodor alkalmazásának. Egyébként vég-eredményben térhatást célzott minden láthatatlanul elhelyezett hangforrás, színfalmögötti zene, közeledés, távolodás, Wagner Richard négy szinten elhelyezett süllyesztett zenekara Bayreuthban és így tovább. Az elektromos hangszerek segítségével alkalom nyílik zeneművek egyes szolamainak külön hangsíkokon történő beállítására és ezzel a harmadik dimenzió tudatos célszerű kiaknázására.

Visszatekintve a zenetörténelembe, azt kell megállapítanunk, hogy a múltban a zeneművészet fejlődése volt gyorsabb a hangszerkészítésnél. A nagy zeneszerzők követelték a hangszerkészítőktől tökéletesítéseket és újabb megoldásokat, szinte előírták számukra a megoldandó műszaki feladatokat. Ma műszaki téren vált gyorsabbá a fejlődés és a hangszerkészítők kínálnak fel a zeneszerzők részére újabb megoldásokat. Sajnos a zeneszerzők nem értenek a műszaki tudományokhoz és ennél fogva nem is képesek tárgyilagosan megítélni, átlátni a nekik felkínált új lehetőségek tényleges értékét, jelentőségét. Ugyanakkor azonban az elektromos hangszerek készítésével foglalkozó műszaki szakemberek nem rendelkeznek céljaik maradéktalan megvalósításához elegendő zenei felkészültséggel, inkább csak zenebarátok, vagy jobb értelemben vett műkedvelők. Ahhoz, hogy találmányaikkal a kívánt célt elérjék, valamint ezzel a zeneművészet további fejlődését — ami különben is kívánatos — tényleg elősegíthessék, elengedhetetlenül szükséges, hogy olyan együttműködés, jöjjön létre műszaki és zenei szakemberek között, ami az eddigi tervszerűtlen munkásság célirányossá tévése által véget vethet az eddigi kudarcoknak. Elvégre a nem elektromos hangszerek túlnyomó többségét sem máról holnapra fedezték fel annakidején, hanem jelenlegi állapotuk évszázados fejlődési folyamat eredménye. Ezt a fejlődési időt az elektromos hangszerek esetében csak ilyen együttműködés rövidítheti meg.

SAJTÓHIBÁK AZ ELŐZŐ SZÁMBAN.

A Magyar Híradástechnika 1947. áprilisi számában «Érnelküli kábelek» címen megjelent cikk képleteibe a szerző hibáján kívül több sajtóhiba csúszott be. A helyes képleteket az alábbiakban adjuk:

67. oldal 3. oszlop felülről a 2. sor $4\pi/10 \cdot J = 2\pi r_b H_b$

$$7. \text{ sor } V/J = 60 \ln \frac{r_k}{r_b} = Z$$

$$\text{alulról a 8. sor } 4\pi/10 \cdot \text{imező} = 4\pi/10 \cdot \text{imező} \times \text{felület} = 4\pi/10 \cdot 4\pi r^2 \cdot 10^{-13} \frac{1}{4} \dots M$$

A MIKROHULLÁMÚ TECHNIKA ELEMEI IV.

Az érnélküli kábelek illesztése

DR. SIMONYI KÁROLY

A koncentrikus kábelek elején és végén fellépő jelenségeknek, továbbá a kábel mentén elhelyezett impedanciák hatásának számításánál a kábel karakterisztikus impedanciája játsza a központi szerepet. Segítségével az összes illesztési problémák megoldhatók, a kábel reflexiómentessé tehető bármilyen adott lezáró, vagy áthidaló ellenállás esetében is. A csőtápvonalak illesztésénél azonban két kérdés is felmerül, éspedig az első: mit nevezünk a kábel karakterisztikus impedanciájának. A felelet erre a kérdésre koncentrikus kábelnél így hangzik: a karakterisztikus impedancia a feszültség és áram viszonya végtelen hosszú vagy azzal ekvivalens vezető esetén. Ezt a definíciót nem vihetjük át minden további nélkül csőtápvonalra, mint-hogy nincs két vezetékünk, amelyek között feszültséget mérhetnénk.

A hullámmellenállás egyik igen általánosan elterjedt és ugyancsak a koncentrikus kábelek analógiájára alkotott definíciója a következő: legyen a végtelen cső által továbbított teljesítmény $W = Z I_k^2$, ahol I_k a köpenyáram és Z a hullámmellenállás. Az átvitt teljesítmény és a köpenyáram ugyanis az erővonalarendezés ismeretében kiszámítható és így Z értéke is meghatározható. Az így kiszámított hullámmellenállás még azonos hullámforma esetén sem csak a geometriai alak függvénye, hanem függvénye a frekvenciának is. Fölhasználhatjuk arra, hogy segítségével a mért teljesítményből a köpenyben folyó áramokat kiszámítsuk, aminek ismeretében csillapítást számolhatunk. Kérdés azonban, használható-e ez a hullámmellenállás reflexiók kiszámítására.

Az illesztés problémájának másik nagy nehézsége az, hogy feltételezve a vezeték hullámmellenállásának pontos ismeretét, a lezáró berendezések, vagy közbenső inhomogénitások ellenállását sem tudjuk. Gondoljunk a legegyszerűbb esetre: a nyitott csővégre. Akár koncentrikus, akár párhuzamos vezeték esetén ilyenkor a lezáró ellenállás ohmos és végtelen nagy. A csőhullámok azonban a nyitott csővégéről elszugárzódnak: az ellenállásnak

biztosan lesz véges nagyságú ohmos része, de a hullámok egy része visszaverődik, még pedig fáziskülönbséggel, tehát induktivitása vagy kapacitása is van. Természetesen, ha nagyon körülményesen és közelítéseket alkalmazva is, de a Maxwell-egyenletek általános alakjából kiszámítható az elszugárzott és visszavert térerősség és így utólag meghatározható olyan összetartozó hullámmellenállás és lezáró impedancia, mely a koncentrikus kábeleknél megszokott módon számolva, helyes eredményt ad. Az így kiadódó hullámmellenállás azonban nem azonos a fentebbi, vagy akármilyen más módon definiált hullámmellenállással.

A mérések és a Maxwell-egyenletekből kiinduló számítások éppen azt adják közvetlenül, amit a hullámmellenállás és terhelő impedancia közvetítésével akarunk kiszámítani. Általában nem érdemes tehát a számítást a hullámmellenállás-fogalom közbeiktatásával végezni, mint-hogy a hullámmellenállás nem hozza közös nevezőre a különböző reflexiós jelenségeket. Így pl. adott cső és lezáró szerkezet esetén közvetlenül a reflexiós koefficiens fáziszögét mérjük meg, amit koncentrikus kábelnél a hullámmellenállás és a lezáró impedancia ismeretében ki tudunk számítani. Végeredményben azt mérjük meg, mennyire hosszabbítja vagy rövidíti meg elektromosan az illető csőszakaszt az adott lezáró szerkezet. Ismeretes, hogy az l hosszúságú Z impedanciájú, egyik végén rövidrezárt Lecher-vezeték C kapacitással lezárva az ekvivalens egy

$$l = \frac{\pi}{2} [1/(\pi/2 - \arctan CZ)]$$

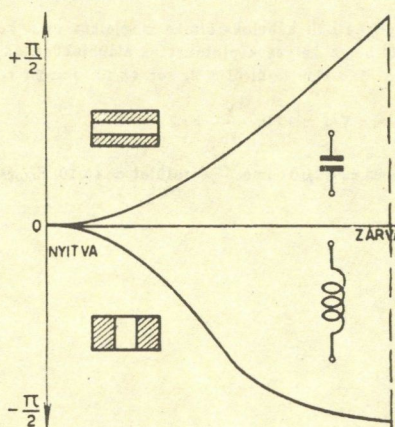
hosszúságú vezetékkel. Ha ezt a vezetékét csúszthatató rövidzárral ellátjuk és adott frekvenciájú feszültséget indukálunk bele, megkeresve a csúszó kontaktus két egymásután következő rezonancia helyét egy kis detektoros műszer segítségével, a hullámhosszat is megmértük és ugyanakkor a fáziszöveget is. (8. ábra.)

Ezt a mérést szóról-szóra át lehet vinni dielektromos kábelek esetére. Hogy azonban egységes és összehasonlítható eredményeket kapjunk, közvetlen a mérendő tárgy — pl. egy diafragma — mögé egy végtelen nagy impedanciát kell tennünk. Ezt a leginkább használt TM_{01} hullámformánál egy $\lambda/4$ hosszúságú lezáró csődarab valósítja meg.

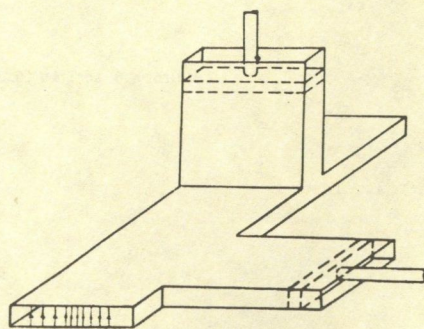
Ilyen mérések eredményét mutatja az 1. ábra, ahol az erővonalakra merőleges, illetőleg azokkal párhuzamos részekkel ellátott diafragma által okozott fáziseltolás látható. Az erővonalakra merőleges rés meghosszabbítja a csövet, tehát kapacitív hatású, míg a másik induktív. A kettő kombinálásával a visszavert hullámok fázisa és nagysága változtatható: ezzel kényelmes illesztő szerkezet áll rendelkezésünkre (matching diaphragm). Elérhető az is, hogy a két szög egyenlő: ebben az esetben rezonáns-diafragmánk van.

A különböző illesztési vagy egyéb célra szolgáló impedanciák beépítésének legtermészetesebb módja — hasonlóan a közönséges igen rövidhullámú tápvezetékhez — a stub-line-ek, vagyis impedancia-vezeték beépítése.

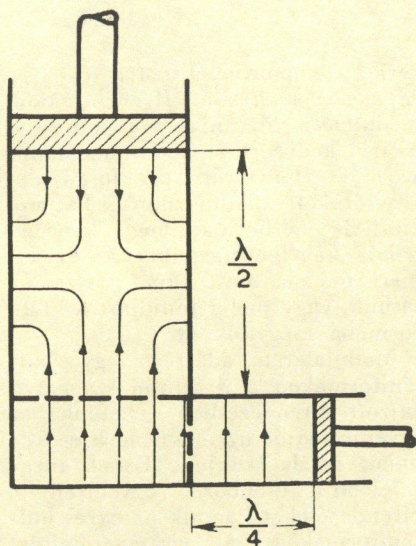
A csőtápvonalaknál ez egy csúszthatató záródugattyúval ellátott, az energiahalladás irányára merőlegesen elhelyezett csődarabka. Ennek



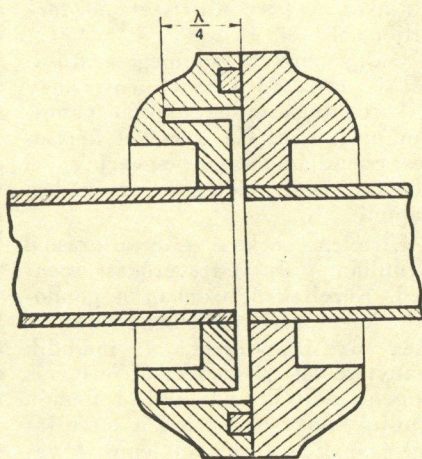
1. ábra.



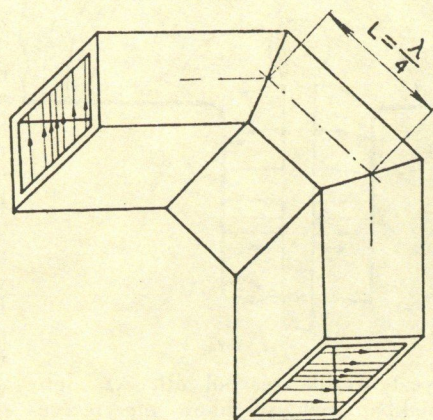
2. ábra.



3. ábra.



5. ábra. (6)



6. ábra. (5)

hatása más lesz, ha azt az elektromos erővonalak síkjában vagy arra merőlegesen helyezzük el. Ez utóbbi esetben a $\lambda/4$ távolságra elhelyezett dugattyú egyáltalán nem befolyásolja a hullám terjedését, vagyis ilyen dugattyúállás mellett kapunk végtelen nagy paralell impedanciát. Az első esetben viszont $\lambda/4$ távolságra elhelyezett dugattyú teljes visszaverődést ad. Vagyis nulla paralell impedanciát, tehát rövidzárt jelent. Itt viszont a $\lambda/2$ távolságra kihúzott dugattyú esetén nincs az impedancia-vezetéknek hatása. (2. ábra.)

Az impedancia-vezetéknek a térerősség irányától való függése a rendes kábelekhez képest új jelenség; az alapjául szolgáló tények

másutt is szerepelnek, ezért érdemes ezt a jelenséget kissé közelebbről is megvizsgálni. Az impedancia-vezetékben álló hullámok alakulnak ki, akár a Lecher-vezetékben. Amikor azonban azt akarjuk megállapítani, hogy egy adott ponttól mekkora távolságban kell elhelyeznünk a rövidrezáró dugattyút, hogy a visszavert sugár erősítse az odahaladót, figyelembe kell vennünk, hogy mekkora fázisugrást szenved a hullám a dugattyú felületén. A 3. ábra szerint, ha a hullámnál az elektromos tér párhuzamos a felülettel, visszaverődésnél π fázisugrást ($\lambda/2$ úthosszat) szenved. Ha a rövidzárt $\pi/4$ távolságra helyezzük a rezgésteltés helyétől, akkor a hullámnak a rövidzártig $\pi/2$, azon π , visszafelé ismét $\pi/2$ fáziskésése van. Ez összesen 2π , vagyis a visszaérkező hullám azonos fázisban találja a rezgésteltető hullámot, így azt nem oltja ki.

Az erővonalak síkjába eső stubline esetében az erővonalak merőlegesek a zárófelületre, ezek tehát azonos fázissal verődnek vissza. A teljes 2π fáziskésést a hullámnak így az oda-vissza úton kell megszerezni. Ezért kell $\lambda/2$ távolságra tenni a rövidzárt.

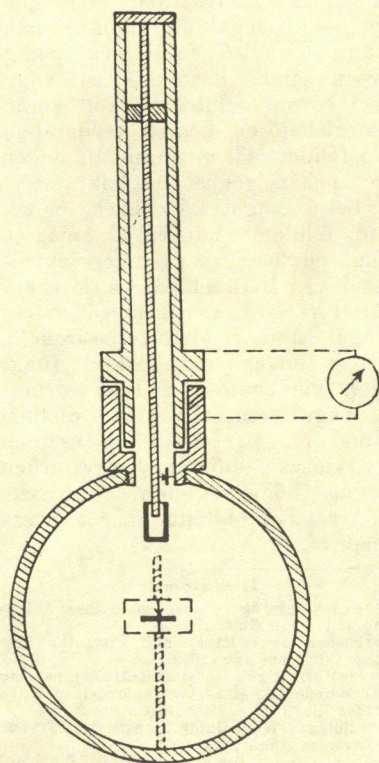
Mérésekkel meg lehet találni a teljes áteresztés, vagy teljes visszaverődésnek megfelelő helyeket, ezek azonban kissé eltérnek a fenti elméleti értékektől.

Természetesen a cél az, hogy a vezeték elektromosan símává tegyük és csak ha az semmiképpen sem sikerül, kompenzáljuk az előálló reflexiót a fenti impedanciaelemek valamelyikével, rendszerint ezek kombinációival. (Páros vagy egyetlen, axiális irányban eltolható impedancia-vezeték segítségével.) A végén méréssel ellenőrizzük, mennyiben sikerült véghezvinnünk a reflexió-mentesítést.

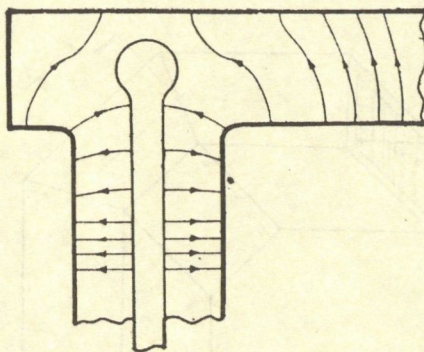
Az a mérőberendezés, amelyel hullámhosszat, térerőeloszlást, teljesítményt, állóhullámokat ki tudunk mérni, vagyis a mikrohullámú technika univerzális műszere: a csúszó detektor (travelling detector, 4. ábra). Ez egy egyszerű kristálydetektor, amit egy rés mentén mozgathatunk és a detektor áramát galvanométeren mérjük. A detektorral kimérjük a térerősség változását a csőtengely mentén, ebből az állóhullámviszony (standing wave ratio) megállapítható. Ha a térerősség mindenütt konstans, az azt jelenti, hogy csak haladó hullámunk van. Az álló hullámviszony megállapítására a kristálydetektornak csak a karakterisztikáját kell ismernünk, voltokban nem kell hitelesítenünk. A kristály karakterisztikáját viszont akként vesszük fel, hogy egy antennát — közepén a kristállyal —, a négyszögletű kábel tengelye körül forgatunk. Ebben az esetben a detektoron a feszültség szinusztörvény szerint változik és ennek alapján a jellegző görbe megállapítható. Ha a kábel végén mérni tudjuk a teljesítményt, akkor ez a berendezés teljesítményre is kalibrálható és így az áthaladó teljesítményt is méri.

A teljesítménymérést pedig a következőképpen végezzük: Urániumoxid kristályt helyezünk a kábel végre és megfelelő hangoló berendezéssel gondoskodunk arról, hogy ez az egész energiát elnyelje. Erről éppen a csúszó detektor segítségével győződünk meg. Az elnyelt energia fűti a kristályt, amit nagy negatív hőefficiense miatt egy Wheatstone-híd segítségével kimérhetünk. Utána alacsony frekvencián megmérjük a megfelelő teljesítményt.

Egy ténylegesen kivitelezett dielektromos-kábelátvitel igen sok, a vezeték elektromos simaságát veszé-



4. ábra. (3)



7. ábra.

lyezettető alkatrészéből áll. Az alábbiakban néhány idom méretezésének szempontjait ismertetjük a fentebb vázolt berendezés segítségével végzett mérések eredményei alapján.

Csőkötés. Ha a csővégeket peremmel ellátjuk, símára megmunkáljuk, azután szorosan összefogjuk és gondoskodunk arról, hogy a csövek belül is pontosan egymás folytatásai legyenek, akkor az összeköttetés elektromosan is megfelel, egyébként komoly veszteségek is léphetnek fel. Nem kíván ilyen precizitást az u. n. choke-flange-coupling (5. ábra). Ennek az a lényege, hogy egy $\lambda/2$ elektromos hosszúságú rövidzárt alkalmazunk, aminek közepén, ahol az áram nulla, van a csatlakozó felület, így tehát veszteség nem léphet fel. A peremben körbefutó rés fizikai és elektromos hossza egyaránt $\lambda/4$, míg az ehhez vezető radiális rés hosszát — hogy az elektromosan éppen $\lambda/4$ legyen — kísérletileg kell megállapítani. A helyesen méretezett kötés a mechanikai precizításra nem érzékeny, annyira, hogy még a két csődarab egymáshoz képest történő mozgását is megengedi bizonyos határok között; így ezt a csőkötetést használják pl. merev és rugózott részek közötti összeköttetésre is.

A cső irányváltása legegyszerűbben úgy történik, hogy a csövet ívben meghajlítjuk. Az ív nem kritikus és egész kis sugarú is lehet. Fontos azonban az, hogy a cső haj-

lításakor a keresztmetszet ne torzuljon el.

Ugyanúgy a cső megcsavarásánál is az a fő követelmény, hogy a keresztmetszet az alakját pontosan megtartsa. Ha a csövet kétszeres csőhullámhosszon csavarjuk el 90° -kal, már kielégítő működést kapunk.

Hirtelen, sarkos irányváltozásnál a hullám erős visszaverődést szenved. Közelfekvő azonban a gondolat, hogy két részletben valósítva meg az iránytörést, a második iránytörésről visszaérkező reflexiók éppen kioltásák az első reflexiót. Tudjuk, hogy ekkor a két törés távolságának $\lambda/4$ -nek kell lenni. A valóságban ez csak az úgynevezett E-planecornernél van meg, vagyis akkor, ha a törés síkja az elektromos erővonalak síkjával esik össze (6. ábra). H-síkú sarkoknál általában messzebb kell helyezni a két törést a hullámhossztól függő módon. Ebből következik, hogy csak meglehetősen szűk sávot tudunk átvenni reflexió nélkül. Előnyösebb tehát ívet használni.

A hullámcsövek hasznossági tartományába eső frekvenciájú elektromos hullámokat Barkhausen-Kurz csővel, Klystronnal, magnetronnal, vagy esetleg különleges triódával állíthatjuk elő.

A kicsatolás ezekből majdnem mindig hurokkal és koncentrikus vezetékkel történik.

A feladat már most abban áll, hogy a koncentrikus csőben haladó elektromos energiát adjuk át egy hullámcsővön meghatározott formában haladó energiává. A leginkább használt TE_{01} hullámformába az átmenet aránylag egyszerű. Hogy reflexió-mentes átmenetet kapjunk, az antennahossznak és az antenna távolságának a rövidrezárt végtől kb. $\lambda/4$ -nek kell lenni, azonban mérésrel kell a pontos helyet megállapítani. Az átvihető sávszélességet azáltal lehet növelni, hogy gömböt teszünk a kiszélesített antenna végére és a koaxiális tápvezeték külső köpenyét legömbölyítve visszük át a csőtápvonal falába. (7. ábra.)

Az $E_{00} = TM_{01}$ hullámnak longitudinális elektromos térerőssége van, az antennabevezetés tehát a henger tengelye irányában történik. A minimális állóhullám-viszony itt is az antenna hosszának kísérleti megválasztásával állítható be.

A H_{00} közvetlen keltése körülményes. Rendszerint a könnyebben előállítható TE_{11} alakot állítják elő és ezt azután valamilyen módon átformálják H_{00} -vá. Ennek azonban csak elvi érdekessége van.

Sokkal fontosabb azonban a gya-

korlat szempontjából a TM_{01} és TE_{11} egymásba alakítása. Ilyenkor akkor fordulnak elő, mikor a körszimmetria kedvéért le kell mondanunk a TE_{11} előnyeiről: pl. forgó átvezetőt kell alkalmaznunk. Ezt általában is elérhetjük, hogy koncentrikus kábelbe megyünk át az ismert módon, amit ismét visszaalakítunk, vagy pedig mindjárt a TM_{01} formába megyünk át.

Modulálatlan adást az egyes hullámformákban a 4. ábrán szaggatva rajzolt elrendezésben véhetünk; az egyenirányítót az elektromos erővonalak útjába rakjuk. Ennek megfelelően különböző egyenirányító elrendezéseket kapunk az egyes hullámformáknál. A visszaverőfelület helyes elrendezésével és a diafragma beállításával reflexió-mentesítünk.

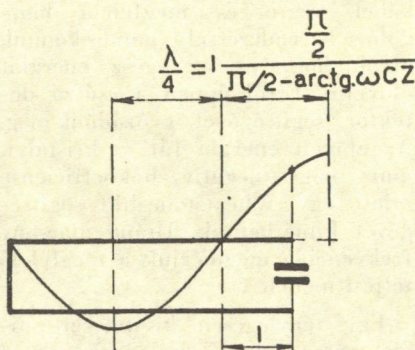
A csőtápvonalaknak megvan az az előnyük, hogy ugyanazon a csővön nemcsak különböző frekvencián, de azonos frekvencián is különböző hullámformán lehet energiát átvinni. Ezt az elméleti lehetőséget azonban nagyon nehéz gyakorlatilag is kihasználni. A legtöbb csővezeték ugyanis a minimális állóhullámviszony elérése céljából egyetlen hullámhossz közelében és csak egyetlen hullámformára használható.

Modulált hullámok vételénél a keverési eljárást alkalmazzuk és a kevert rezgést kristályon egyenirányítva erősítjük tovább. A vett jelet és a helyi oszcilláció rezgéseit közös üregbe vezetjük.

A kábelek keresztmetszetét igen nagy pontossággal kell konstansnak tartani, a belső felületnek pedig teljesen sima, arany, ezüst vagy rézzel bevont felületnek kell lenni. A meglehetősen hosszú csődarabok belső felületének megmunkálása igen nagy nehézségekbe ütközik, ezért egy belső magot készítenek, ennek külső felületét munkálják meg a kívánt pontosságra és erre elektro-lizissal viszik rá először a jóvezető felületi réteget, majd magát a cső anyagát, ami rendszerint sárgarézből, vagy magyarából alakul. A mag anyaga az alaktól függ: vajjon kihúzható-e a kész formából, vagy nem. Az előző esetben állandó magot, az utóbbi esetben vagy szétszedhető, vagy egyszerűen alacsony hőmérsékleten kioldvasztható, vagy kioldható magot használnak.

Irodalom.

1. King-Mimno-Wing: Transmission Lines, Antennas and Wave Guides, 1945.
2. Barbacher-Edson Hyper and Ultrahigh Frequency Engineering, 1943.
3. Emery: Ultra High Frequency Radio Engineering
4. Th. Moreno: Engineering Approach to Wave Guides Electronics, May 1946
5. Th. Moreno: Wave Guide Transmission System Electronics, June 1946.
6. Simonyi Károly: Dielektromos kábelek. Üregrezonátorok. Mérnök Továbbképző Int. 1946.



8. ábra.

K Ö N Y V S Z E M L E

F. G. SPREADBURY:

Világítás gázkisüléssel

1946. Pitman and sons, London, 134. o.

Úgyesen összeállított rövid kis könyvben tárgyalja a szerző hét fejezetben át a gázkisülések világítástechnikai alkalmazását. Bevezetésül megismerteti a sugárzás törvényeivel és megadja, hogy az össz sugárzás hányadrészét érzékeljük fényként. Majd röviden összefoglalja a spektrumok alapelveit és áttér a gázkisülések fizikájára, az ion-lavina keletkezésére. Bevezeti a ködfénykisülés és az ívkisülés fogalmát.

Ezután az alacsony nyomású, hideg katódos kisülés részletesebb tárgyalása következik különös tekintettel a három lehetséges áramkorlátozó kapcsolásra: az ellenállásos, induktív és kapacitív módszerre. Mindegyik módszerhez szép oszcillogrammok csatol, melyek az Edison Swan Co. lámpáit hozzák fel például. Megmagyarázza a csövek begyújtásához használt kapcsolások lényegét.

A magasnyomású lámpák közül a higany- és nátriumlámpát tárgyalja részletesen. A higany nyomását lényegében a bezárt higany-mennyiség szabja meg adott lámpahőmérséklet mellett, ez a nyomás viszont a lámpára eső feszültséget határozza meg. Mind a higany-, mind a nátriumlámpa begyújtása nemcsak gázon át vezetett kisüléssel történik és a fémek csak elpárolgásuk mértékében vesznek át az ívkisülést. Hogy egyáltalában elegendő nátriumgőz lehessen a csőben, hőszigetelő vákuumburokkal kell körülvenni azt, ezenkívül gondoskodni kell róla, hogy a kisülési cső üvege ellentálló legyen a nátriummal szemben. Az áramkorlátozó és begyújtást szolgáló kapcsolásokat és bevezetéseket itt is részletesen tárgyalja a szerző és a lámpák oszcillogrammait is szép reprodukciókban adja vissza.

Külön fejezet foglalkozik a rendkívül fontosá vált fluoreszkáló festékekkel bevont higanygőzkisülési csövekkel. Mint tudjuk, a higanykisülés fényében nagy intenzitással szerepelnek az ibolyántúli vonalak. Ezeket lehet megfelelően megválasztott fluoreszkáló anyagok segítségével látható fénné átváltani és így az izzólámpák által elért mintegy 13 lumen per watt teljesítményt háromszorosára túlszárnyalni. E mellett a fluoreszkáló lámpák színe megközelíti a napfényét. Érdekes, hogy a fent említett magasnyomású lámpák energiakihasználása is 35–40 lumen per

watt körül mozog, ha az áramkorlátozó előtétek fogyasztását is tekintetbe vesszük. Csak a nátriumlámpa lumen per watt értéke tud ennél is lényegesen magasabb értékre, egészen 70 lumen per watt-ra emelkedni, ami annak köszönhető, hogy a szem érzékenységi görbéjének maximuma közelében, a sár-

gában, bocsátja ki fényének túlnyomó nagy részét.

A két következő fejezet a kisülések matematikai elméletét és a lámpákhoz szükséges fojtótekercsek és transzformátorok tervezését tárgyalja. Egyes példákon eleveníti meg a gyakorlatban szükséges megoldásokat és számításokat. Végül a kisülési lámpák alkalmazási módjaival zárul az értékes kis könyv: szó esik a sztroboszkopos megvilágításról, a csövek feszültség szabályozó hatásáról, az ívkisülés egyenirányító tulajdonságáról és a lámpák alkalmazásáról a bányák mélyén.

A könyvecske inkább világítástechnikus és elektromérnök, mint fizikus számára íródott.

Dr. Körösy Ferenc

I. S. SOKOLNIKOFF & E. S. SOKOLNIKOFF:

Higher Mathematics for Engineers and Physicists

New-York 1941. Mac Graw-Hill Book Comp. 587 oldal.

Nem bevezetés, hanem útmutató arra, hogy a felsőbb analízis módszereit miként kell alkalmazni konkrét mérnöki és fizikai feladatok megoldására.

Annak ellenére, hogy a szerző alkalmazott matematikát kíván nyújtani, mindig szabatos, és a módszerek érvényességi feltételeit pontosan megadja. Csak így éri el azt, hogy önálló gondolkodásra és a módszereknek a pillanatnyilag felvetett problémáktól független, más alkalmazására is képessé teszi az olvasót.

Végtelen sorok, sorba fejtések, konvergencia problémák vezetnek be a tárgyalást. Egyébiránt az egész könyvet rendkívül sok feladat teszi változatossá elejétől végéig. A megoldásokat a szerző a könyv végén sorakoztatja fel.

A második fejezet Fourier sorokkal, a harmadik egyenletek gyökeinek meghatározásával foglalkozik (Horner-, Newton-módszer). Determináns- és mátrixelméleti megalapozást nyújt lineáris egyenletrendszer megoldásához.

A negyedik fejezet tárgykörét parciális differenciálás (implicit-függvény, iránymenti differenciálhányados, differenciál-geometriai alapfogalmak) és többváltozós függvények szélső-érték problémái adják.

Az ötödik fejezet a többszörös integrálok (függvény-determináns, infinitézimális transzformáció), míg a hatodik fejezet a vonal-integrál (potenciál) problémakörébe vezet.

A hetedik fejezet a közönséges differenciálegyenletekkel foglalkozik, természetesen mindig fizikai problémákkal kapcsolatosan (ingamozgás, katénoid). Ez a rész igen gazdag feladatok-

ban. Első- és másodrendű differenciálegyenletek, valamint n-edrendű lineáris differenciálegyenletek kerülnek taglalás alá, utóbbiak a szimbolikus operátorszámítással. Ez utóbbi módszer eleganciáját a szerző néhány mechanikai és elektromos problémán mutatja be. A hatványsorokkal való integrálásra is kitér. Bessel-függvények, Legendre polinomok és numerikus megoldási eljárás (Picard-féle szukcesszív-approximáció) zárják be ezt az érdekes fejezetet.

A nyolcadik fejezet tárgyát a parciális differenciál-egyenletek (kiindulás a rezgő húr és hővezetés problémája) képezik. Érdekes az elektromosság kábelben való áramlásának tárgyalása.

A következő fejezet vektor-analízis, az elektrodinamikához szükséges legfontosabbak közlésével, majd a komplex változós függvényekről szóló fejezet (integrálás, konform leképezés) kerül sorra.

A valószínűség-számítási rész a Stirling-formula és a Gauss-féle hibafüggvény, mint mag köré csoportosul.

Az utolsó fejezet tárgya: Görbék approximációja, harmonikus analízis, interpoláció, és numerikus integrálás.

Összehasonlítva Lorentz—Joos—Kaluza: Höhere Mathematik für den Praktiker c. hasonló célkitűzésű könyvével, meg kell állapítani, hogy annál sokkal mélyebb betekintést nyújt a módszerek alapjaiba. Míg az a tisztán praktikus dolgozó segítőtársa, addig a most ismertetett mű önálló matematikai gondolkodásra is készítet és így a kutató elme számára értékesebb.

Gausz József

FOLYÓIRATSZEMLE

Az amerikai rádiómérnökök 1947. évi kongresszusa.

(Az Electronics 1947. májusi számában közölt beszámoló kivonata)

A rádiómérnökök ezévi kongresszusán New Yorkban több mint 12.000 résztvevő jelent meg. Az ülésen 121 értekezést olvastak fel. A kongresszussal kapcsolatos kiállításon, amelyre a szélesebb nyilvánosság nem nyert beocsátást, az amerikai rádióipar mutatta be legújabb fejlődését. Az alábbiakban adjuk a legérdekesebb előadások rövid tartalmát:

Gyorsító berendezések: A ciklotron problémái mellett különösen nagy figyelem nyilvánult meg a lineáris akcelerátor iránt, amely mikrohullámok segítségével gyorsítja fel az elektronokat. Ismertettek egy kb. 7 méter hosszú, érnélküli kábelből álló mikrohullámú akcelerátort, amelynek egyik végébe belépnek az elektronok és a pályán végigfutva az elektromágneses mezőből felvett energiával meggyorsítva nagy sebességgel érkeznek a cső másik végéhez. Az energiát a cső mentén elhelyezett megfelelő fázisban rezgő magnetronok szolgáltatják.

Mérőberendezés: Új eljárásokat mutattak be három dimenziós jelenségek ábrázolására katódsugárcső segítségével. Az egyik eljárás, a perspektivikus ábrázolást egyetlen katódsugárcsővel éri el, úgy hogy az ábrázolt képet elektromos eszközökkel a perspektiva követelményeinek megfelelően torzítja. A másik megoldás stereoszkópikus: két katódsugárcsővel és polaroid szemüveggel.

Atommagkutató berendezések: Megvitatták az új készülékekre irányuló szükségletet. Különös szükség van nagy feloldó képességű számológató berendezésekre és szabványosított kivitelű Geiger—Müller számológató csövekre.

Televízió: Bemutattak egy új filmvetítési eljárást, amely csökkenti a szinkronizálás nehézségeit.

Hosszasan megvitatták a különböző csőtipusok, különösen a push-pull triódák felhasználását.

Számológató berendezések alkatrészei: Bemutatták a Selectron-t, vagy emlekező csövet, amelynek elemei a katód, a csillámból való ernyő, amely fluoreszkáló anyaggal van bevonva és a szabályozó elektróda, amely az ernyő kiválogatott részeit kiteszi az elektronok hatásának. A szabályozó elektróda egymást keresztező különálló drótok rendszeréből áll. Aszerint, hogy az egyes drótok negatív, vagy pozitív feszültségűek-e, a köztük lévő részen az elektronok áthaladnak, ill. nem haladnak át a csillámhoz. 16 vízszintes és 16 függőleges különböző feszültség kombinálásával a csillám mezőjének 4096 különböző elemét lehet egyenként vezérelni. A csillám egyes részeire érkező töltések órákon át ott maradnak és megfelelő áramköri kapcsolással letehetőek.

Nyomtatott áramkörök: Ezzel az új technikával sikerült a berende-

zéseket egészen kis helyre összehúzni. Bemutattak egy két m hullámhosszú adót, amely ciférne egy közönséges ajakpír-tartóban.

Mikrohullámok terjedése: Nagy érdeklődés mellett vitatták meg, hogy a holdról való visszaverődés felhasználásával lehet-e a föld két pontja között mikrohullámú összeköttetést létesíteni. Ez értekezés szerint ez nem lehetetlen, de igen bonyolult berendezéseket igényel. Arra is rámutattak, hogy pl. New York és Páris között a holdat a nap 24 órájából csupán 7 óra hosszát lehetne felhasználni, t. i. abban a 7 órában, amikor mindkét városban látható. Egy másik értekezés szerint a mikrohullámú fading-jelenségeket nagy mértékben lehet csökkenteni az ún. «diversity» rendszer segítségével két egymástól 2 m-re elhelyezett antennával.

Elektroncsövek: Mikrohullámú csövek gyártásánál a hegesztést nagyfrekvenciás indukció segítségével végzik. Ez egyszerűsíti a gyártást és lehetővé teszi igen szűk toleranciák betartását. Bemutattak egy eltérítéssel működő új típusú csövet, amely 500 és 1000 Mc közötti keverésre alkalmas.

Antennák: Részletezően megvitatták a mikrohullámú antennák konstrukciójának problémáit, különös tekintettel körpolarizált hullámok adására és vételére.

VIP

A gépesített távbeszélő technikai mérnöki feladatai

Kozma László, a Standard Villamossági r. t. cégvezető főmérnöke.

(Mérnöki Továbbképző Intézetben április 15., 17., 18-án tartott előadás.)

A Mérnöki Továbbképző Intézet ezévi elektrotechnikai tanfolyamának híradástechnikai előadássorozata Koczka László posta műszaki igazgató 1943. évi előadásaihoz csatlakozott.

Az első előadás rávilágított arra, hogy a távbeszélő kapcsolások első megoldásait főként műszereszek és technikusok dolgozták ki. Mérnökök későbbi bekapcsolódásával a feladatok oly sokoldalúvá váltak, hogy ma már az egész feladatkör minden ágát ismerő szakmérnökökre van szükség. Ilyenek kiképzését a most induló Esti Műszaki Főiskola is lehetővé teszi.

A második előadás a két főfeladat, a tökéletes kapcsológép és az ideális kapcsolási rendszer műszaki követelmé-

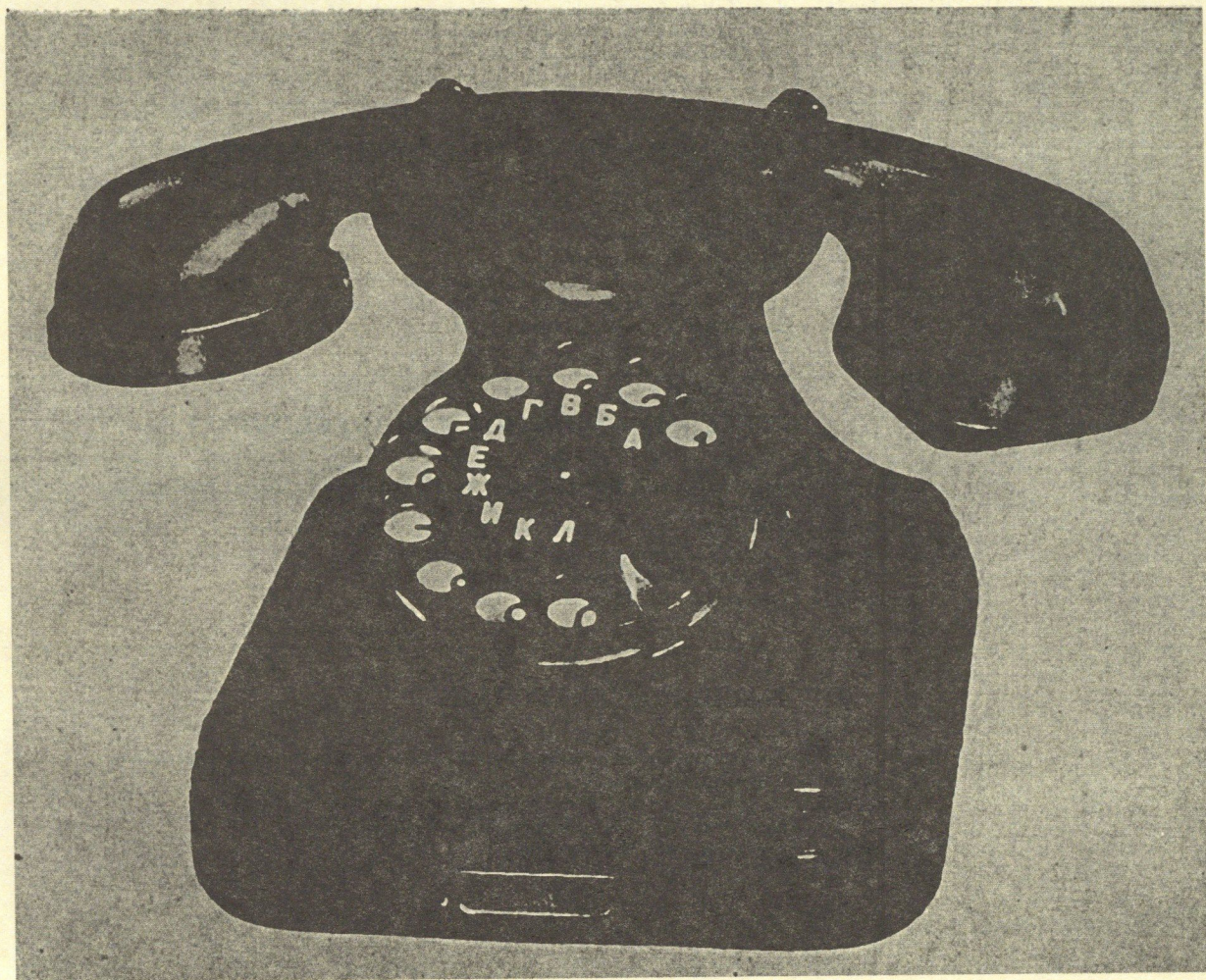
nyeit ismertette. Az előadó röviden ismertette a legfejlettebb cross-bar, by-path és új rotary rendszereket és a falutelefon nemcsak gazdasági, hanem politikai szempontból is fontos problémáját. Kimutatta a különböző gépesítési fokozatok gazdaságosságának feltételeit. Az utolsó előadáson a díjelszámolás gépesítések módjait tárgyalta az előadó és egy részletes áramkör elrendezésen mutatta be, hogy nemcsak az interurbán-beszélgetések számlázása, hanem az előfizetők havi számláinak egész könyvelése is ma már gazdaságosan volna gépi uton végezhető.

Reméljük, hogy az előadás anyaga, lehetőleg kibővítve, nyomtatásban is meg fog jelenni.

L. P.

MAGYAR

HIRADÁSTECHNIKA



SZOVJET JÓVÁTÉTELRE KÉSZÜLT TELEFONKÉSZÜLÉK

(Gyártotta Standard Vill. R. T.)

II. ÉVFOLYAM **6** SZÁM. 1947. VII.

KIADJA A MAGYAR MÉRNÖKÖK ÉS TECHNIKUSOK SZABAD SZAKSZERVEZETE

MAGYAR HÍRADÁSTECHNIKA

- Tarján Rezső: A valószínűségszámítási módszerek nagyüzemi alkalmazásai.
 Kósa Ferenc: Telefonkészülékek.
 Dr. Pócza Jenő: Bay Zoltán beszámolója amerikai tapasztalatairól.
 Dr. Barta István: A mikrohullámú technika elemei V.
 Mikrohullámok gerjesztése II.

TECHNIQUE DE LA TÉLÉCOMMUNICATION

- R. Tarján: Applications de calcul de probabilité dans la contrôle de la production en masse.
 F. Kósa: Appareils téléphoniques.
 J. Pócza: Le rapport de M. Bay concernant son séjour en U. S. A.
 Les éléments de la technique des micro-ondes, V.
 I. Barta: Generation de micro-ondes, II.

TELECOMMUNICATION ENGINEERING.

- R. Tarján: Application of the Calculus of Probability in Mass Production Control.
 F. Kósa: Telephone Sets.
 J. Pócza: Z. Bay's Journey in U. S. A. (*Lecture*).
 Elements of Microwave Technique. V.
 I. Barta: Generation of Microwaves II.

NACHRICHTENTECHNIK.

- R. Tarján: Verwendungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung in Grossbetrieben.
 F. Kósa: Vernschprechapparate.
 J. Pócza: Z. Bays Vortrag über seine Erfahrungen in U. S. A.
 Elemente der Technik der Mikrowellen V.
 I. Barta: Erregung von Mikrowellen II.

HIRADÁSTECHNIKA

A Magyar Mérnökök és
Technikusok Szabad Szak-
szervezete Híradástechnikai
Szakosztályának lapja

SZERKESZTŐK: GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

TÁVBESZÉLŐ * RÁDIO * TÁVÍRÓ

A valószínűségi számítási módszerek nagyüzemi alkalmazásai

TARJÁN REZSŐ

1.

Minden nagyüzemnek, amely tömegcikkeket állít elő, egyik leglényegesebb kérdése a minőségi ellenőrzés. Az ú. n. 100%-os kontroll, tehát minden munkadarab egyéni ellenőrzése a legtöbb esetben már csak azért sem lehetséges, mert a vizsgálat a vizsgálandó példányt tönkretesz (pl. izzólámpák élettartamvizsgálata, biztosítékok kiolvadási pontja, szilárdsági próbák, stb.). Másrészt azonban a 100%-os kontroll a gyártási költségeket annyira megnöveli, hogy a költség-többletet az eladási ár már nem bírja el. Legtöbbször ez az utóbbi szempont a döntő akkor, amikor a gyártás ellenőrzése statisztikai minták (ú. n. «stichpróbák») alapján történik, még akkor is, ha a vizsgálat nem jár okvetlenül a vizsgálandó példány tönkretételével.

A gyakorlatban a statisztikai módszert sok esetben meg nem engedett módon használják. Csak átlagokkal dolgoznak és ha szórásról esik szó, következetesen összetévesztik a toleranciákkal, tehát azokkal a megengedett határokkal, amik közé a vizsgált tulajdonságnak esni kell. A szórási görbét majdnem sohasem figyelik meg, pedig azon felül, hogy egy sor érdekes és fontos következtetést lehet levonni már a szórási görbe alakjáról is, tulajdonképpen ez dönti el, hogy egyáltalán lehet-e statisztikai vizsgálati módszert alkalmazni.

A legsúlyosabb hiba azonban, amit általában elkövetnek, az, hogy az egyes statisztikák kiértékelése — a következtetések levonása — úgynevezett «tapasztalati alapon», tehát végső elemzésben szubjektív és nem objektív mértékszámok alapján történik. Az, hogy egy megfigyelt érték (pl. 100 megvizsgált munkadarab közül 2 selejt fordult elő), vagy, hogy két megfigyelt érték különbsége (pl. izzólámpák átlagos élettartama az egyik gyártási szakaszban 100 órával kevesebb, mint az előzőben), lényeges-e, vagy sem, végeredményben nem objektív alapon, hanem érzés szerint kerül eldöntésre. Ko-

APPLICATION OF THE CALCULUS OF PROBABILITY IN MASS PRODUCTION CONTROL

After a brief discussion of the advantages of the statistical methods of production-control the main problem of the method is defined as to decide, whether an attribute of the good produced in mass is „significant” or not. The attribute in question is expressed preferably as a number and may be either a single value (e. g. percentage of failproduced pieces) or the difference between two values (e. g. difference between measured and observed values, etc.). This decision is made usually on basis of „practical sense”, that is subjectively, which is a serious source of error. According the statistical method observed values are to be regarded as „significant”, if their probability of occurrence by random production-fluctuations, as determined from a sufficient large statistical population is less, than a given small quantity, usually 1% or 0.27%, the latter being the value belonging to 3 sigma of the normal error-function. Some practical examples of the different kinds of the tests of significance are given.

rántsem akarjuk a gyakorlati tapasztalati érzék jelentőségét kétségbevonni, de kétségtelen, ilyen módon rendkívül sok téves ítéletre nyílik alkalom.

Nem lehet ennek a cikknek a célja, hogy a valószínűségi számítás nagyüzemi alkalmazásának egész formalizmusát, vagy akár csak egy lényeges részét is hozza. Az elmondottak miatt elsősorban arra fogjuk a fősúlyt helyezni, hogy a statisztikai ellenőrzési módszer lényegét, ismeretelméleti alapját kifejtjük, hogy a módszer helyes alkalmazását elősegítsük.

2.

A statisztikai módszerrel történő ellenőrzés lényege az, hogy az egész ellenőrzendő anyagnak csak egy részét vizsgáljuk meg és az így kapott eredményt általánosítjuk az egész vizsgálandó mennyiségre. Ez az utolsó lépés — az általánosítás — a módszernek a kényes pontja: itt van a legtöbb önkényes — és tegyük mindjárt hozzá — hibás ítéletre alkalom.

Világos ugyanis, hogy a nagy tömegben előállított áruk tulajdonságai sohasem lesznek teljesen azonosak, hanem az előírt értékek körül kisebb-nagyobb szórást mutatnak. Ennek következtében — teljesen egyenletes elkeverés mellett is — a megvizsgált részleg eredménye sem lesz egyenletes és a valódi értéktől többé vagy kevésbé el fog térni. A statisztikai ellenőrzési módszer első alapvető kérdése tehát megadni azokat a hibahatárokat, amik közé a valódi érték esik.

Egy fontos változata ugyanennek a kérdésnek az az eset, amikor a vizsgálandó érték az előírt értéktől való eltérés mértéke. Világos, éppen az előbb elmondottak alapján, hogy eltérések lesznek. Ha az eltérések csak a statisztikai fluktuációkra vezethetők vissza, akkor lényegtelenek — ha azonban szisztematikus gyártási hibáról van szó, az eltérés

meg fogja haladni a csak statisztikai fluktuációkra visszavezethető eltérések mértékét. A második alapvető kérdés tehát eldönteni azt, hogy két megfigyelt érték különbsége lényeges-e, vagy sem, pontosabban: a megfigyelt különbség csak statisztikai fluktuáció következménye-e, vagy pedig szisztematikus zavaró okról van-e szó.

A könnyebb érthetőség kedvéért mindkét esetre egy-egy példát hozunk:

Az első kérdéstípusra jellemző példa a következő: későbbi összehasonlítási alap céljaira egy bizonyos munkadarabból 1000 darabot vizsgálat alá vettek; az eredmény az volt, hogy az ezer darabból 17 volt a selejt tehát 1.7%. Természetesen az egyes munkanapokon — azonos gyártási feltételek mellett is — a selejtszázalék változni fog. Meghatározandók voltak azok a határok, amik közé a valódi selejtszázalék esik. A vizsgálat eredménye szerint a selejtszázalék felső határa 3.3% — ennél nagyobb érték rendszeres gyártási hibára vezethető vissza.

Ennél az esetről tehát csak egy megfigyelt érték alapján kell véleményt mondani.

A másik kérdéstípust legjobban a következő példa jellemzi: a folyamatos gyártásellenőrzés során az egyik szakasz selejtszázaléka 2%, a másiknál 4% volt. Eldöntendő, hogy a különbség lényeges-e, vagy sem, tehát van-e valódi minőségi különbség a két gyártási szakasz között. Itt tehát nem egy mennyiség önmagában való megítéléséről van szó, hanem két mennyiség összehasonlításáról, aminek a folyamatos gyártási ellenőrzés szempontjából van döntő jelentősége. A vizsgálat eredménye az volt, hogy a megengedhető legnagyobb különbség 1.67%; minthogy a megfigyelt különbség ennél nagyobb (2%), a 4% selejtet mutató gyártási szakaszt gyengébbnek kellett minősíteni, amit a részletes vizsgálat igazolt is.

3.

A hiba, amit egy ilyen ítélet, az ú. n. statisztikai hipotézis alkotásánál (pl. amikor azt mondjuk, hogy a két gyártási szakasz selejtszázaléka között mutatkozó különbség «lényeges») elkövethetünk, kétféle lehet:

Elfogadhatunk egy helytelen hipotézist, mint helyeset és elvethetünk egy helyes hipotézist, mint helytelen.

Ez a két lehetőség nem jelent alternatívát, hanem függetlenek egymástól, mert együttesen sohasem fordulnak elő. A gyakorlatban sohasem két hipotézis közötti választásról, hanem mindig csak egy hipotézis elbírálásáról van szó. Így a statisztikai módszer lényegében egy hipotézis valószínűségét adja meg, tehát végső elemzésben az emberi gondolkodás helyességét ellenőrzi.

Az előbbieken körvonalazott kérdésfeltevéseket a valószínűségszámítás a következő okfejtés alapján válaszolja meg:

Az egyes megfigyelt értékeket úgy tekintjük, mint egy statisztikai tömeg (ú. n. kollektívum) elemeit, amik természetesen állandó ingadozásokat mutatnak. Ezek az egyes megfigyelések valahogyan egy jellemző érték körül helyezkednek el — az elhelyezkedés módját a szórási görbe adja meg; a szórási görbét leíró matematikai kifejezést a megoszlási függvénynek nevezzük. Ez a függvény homogen anyag esetén egy maximummal bír; ha a görbe szimmetrikus, a maximum (a legvalószínűbb, tehát a leggyakrabban előforduló érték) egyenlő az átlaggal. Mármost: minél nagyobb a tényleges megfigyelés eltérése a jellemző számtól (a legvalószínűbb értéktől, vagy átlagtól), annál kisebb az előfordulás gy-

akorisága, annál ritkábban fog előfordulni. Lényegesnek általában azt a megfigyelést szokták tekinteni, amelynek az előfordulási gyakorisága olyan kicsi, hogy véletlen, statisztikai fluktuációk során csak igen ritkán, mondjuk ezer eset közül legfeljebb háromszor, gyakorlatilag tehát sohasem fordul elő.

«Gyakorlatilag sohasem» — itt van a statisztikai ellenőrzési módszer egyetlen lényeges önkényessége. Azt mondjuk, hogy ami igen ritkán fordul elő, az — per definitionem — nem véletlenül fordul elő, hanem valami szisztematikus oka van. Ha viszont ezt a feltevést elfogadjuk — és nyilvánvaló, hogy valamilyen feltevést el kell fogadni — akkor a következtetés gyakorlatilag így hangzik: ha a megfigyelt érték előfordulási valószínűsége olyan kicsi, hogy véletlenül csak mondjuk ezer eset közül háromszor fordul elő («gyakorlatilag sohasem»), ennek ellenére azonban mégis megfigyelhető, akkor — nem véletlenül fordult elő, hanem valami szisztematikus oka van.

A hipotézis tehát ebben az esetben az, hogy a megfigyelt érték szisztematikus okra vezethető vissza. Ez persze lehet tévedés is: a megfigyelés lehet mégis véletlen következménye — de csak ezer eset közül háromszor. Másszóval: a hipotézisünk ezer hasonló eset közül 997 esetben helyes lesz és csak három esetben hibás.

A nemzetközi statisztikai gyakorlatban — a kérdésnek igen nagy irodalma van, — az ú. n. biztonsági határnak, tehát annak a határnak, aminél az előfordulási gyakoriságnak kisebbnek kell lenni, hogy szisztematikus okra lehessen következtetni, — általában kétféle értéket szokás adni. Az angolszász iskola (K. Pearson, R. A. Fisher és tanítványai) azokat a megfigyeléseket tekintik lényegeseknek, amelyeknek a spontán előfordulási gyakorisága kisebb, mint 5%. Az európai iskola szigorúbb: a határt általában 0.27%-ban adja meg. A gyakorlatban ez annyit jelent, hogy az első esetben száz eset közül legfeljebb ötször, ha pedig a másik határt fogadjuk el, ezer eset közül legfeljebb háromszor fogunk tévedni.

4.

A gyakorlatban tehát a statisztika eredményének az objektív elbírálása úgy történik, hogy meghatározzuk a megfigyelt érték előfordulási gyakoriságát; ha ez kisebb mint az adott biztonsági határ, akkor — feltevés szerint — szisztematikus oka van. Az előfordulási gyakoriságok meghatározása a megoszlási görbéből lehetséges. Éppen ezért a statisztikai vizsgálat — ha módszeresen történik — minden esetben a teljes szórási görbének minél nagyobb anyagból való felvételével kezdődik.

A matematikai statisztika egész sor szórási görbét (valószínűségi megoszlást) ismer. Ezek közül alapvető fontosságú a Bernoulli-féle megoszlás, amely az egyszerű alternatívára («fej, vagy írás») vonatkozik. Eszerint, ha valamely esemény valószínűsége p , az ellentétes eseményé pedig q ($= 1 - p$), akkor annak a valószínűsége, hogy n megfigyelés során x -szer fordul elő:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad (1)$$

Az így definiált — diszkontinuos — szórási görbe átlaga

$$m = np \quad (2)$$

a szórás pedig

$$\sigma^2 = np(1-p) \quad (3)$$

Ennek a megoszlási görbének az elméleti jelentőségén kívül a rendkívüli gyakorlati jelentősége ab-

ban van, hogy véges számú megfigyelésre is alkalmazható; a megfigyelések száma — n explicite lép fel, tehát a kiértékelésnél a feldolgozott anyag volumene figyelembe vehető.

Ha a Bernoulli-megoszlásban a megfigyelések számát minden határon túl növeljük, két határmegoszlást kapunk. Ha az alapvalószínűség a határátmenet folyamán állandó marad, a közismert Gauss-féle megoszlási görbét kapjuk:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-m)^2}{\sigma^2}} \quad (4)$$

Ha viszont a határátmenetet úgy hajtjuk végre, hogy a megfigyelések számának növelésével az átlag állandó marad, akkor a Poisson-féle megoszlást, az u . n. kis számok törvényét kapjuk

$$f(x) = \frac{m^x e^{-m}}{x!} \quad (5)$$

amelyet pl. a telefontechnikában a telefonközpontok vonalszükségletének a meghatározására használnak. (m mindkét esetben az átlagot, σ pedig a szórást jelenti.)

A tömeggyártásban tapasztalat szerint a legtöbb esetben jó közelítéssel a Gauss-féle megoszlási görbével számolhatunk. Ez azért kényelmes, mert erre a görbére jól kidolgozott táblázatok állnak rendelkezésre. A Gauss-féle megoszlás felhasználása azonban csak akkor legitim, ha maga az alapanyag elfogadható közelítéssel tényleg Gauss-féle megoszlást mutat. Ha nem ez a helyzet, akkor minden egyes esetben meg kell határozni azt a megoszlási görbét, amely a konkrét anyaghoz a legjobban illeszkedik és annak alapján meghatározni az előírt biztonsági határhoz tartozó maximális előfordulási határokat, amiken túl szisztematikus ok jelenlétére lehet, vagy kell következtetni. Ez legtöbbször igen komplikált munkát jelent, célszerűbb tehát más utat választani.

A legegyszerűbb megoldás ilyen esetekben, ha nem egyes értékeket, hanem átlagokat teszünk vizsgálat tárgyává. A matematikai statisztika egyik alap-

tétele szerint ugyanis, ha egy statisztikai tömegből sorozatosan mintákat veszünk és ezek átlagait meghatározzuk, az így kapott átlagok szórási görbéje a megfigyelések számának a növelésével a Gauss-féle megoszlási görbe felé konvergál. A konvergencia gyors; már 10–15-ös darabszámnál is csak elhanyagolható hibával jár. Így a Gauss-féle megoszlást átlagok vizsgálatára különösebb előzetes vizsgálat nélkül is használhatjuk.

5.

Mint már bevezetőleg is említettük, ennek a cikknek nem lehet az a célja, hogy a formalizmust csak valamennyire is részletesen hozza. Ehelyett befejezőként szeretnénk a valószínűségszámításnak még egy rendkívül fontos alkalmazási területére rámutatni. Ez a garanciafeltételek kérdése.

Ismeretes, hogy minőségi árunál a vevő bizonyos garanciák vállalását követeli meg. Ennek a konkrét megnyilvánulási formája a legkülönbözőbb lehet. A leggyakoribb az az eset, hogy a tolerancián kívül eső darabot a gyár cserélni köteles. A továbbiakban szeretnénk egy gyakorlati példán bemutatni, hogyan kell az ilyen kérdéseket kezelni.

Tételezzük fel, hogy egy bizonyos áruból 1000 darabos megrendelést kaptunk azzal a feltétellel, hogyha a megvizsgálandó tulajdonság az előírásnál több, mint 10%-kal kisebb, a hibás tételeket cserélni kell.

A gyártási statisztika elemzéséből megállapítható volt, hogy a kérdéses tulajdonság normális, Gauss-féle megoszlást mutat; a szórás értéke az átlag 16.5%-a volt. A megadott eltérés tehát a szórás 0.6-szorosa. A Gauss-féle megoszlási görbe táblázatából megállapítható, hogy olyan értékek valószínűsége, melyek az átlagnál több, mint 10%-al kisebbek, kevesen 20%, tehát az adott gyártási eljárás mellett az ezer darabból 200 darab cserélendő tétellel kell számítani. Ennek ismeretében tehát 1250 darabot kell legyártani ahhoz, hogy abból a rendelt ezer darabot le tudjuk szállítani. Onként értetődik, hogy ezt a többletet a kalkulációban is figyelembe kell venni.

Telefon-készülékek

KOSA FERENC

TELEPHONE SETS

The article discusses the general principles of the modern telephone set; it contains some details on the transmitter, such as routine and laboratory measurements, frequency and non linear distortion, — further on the receiver, mainly regarding equalisation, — and finally on the induction coil. Here the anti-side-tone effect is explained: how the circuit can be considered as a Wheatstone bridge, further importance and limitations of this effect. The most important principles for circuit design — matching, side-tone balance, neutralising balance — are also discussed together with the energy distribution among the individual piece parts of the set during transmission and reception.

A telefonkészülék a telefon-összeköttetésnek az az eleme, melyet nemcsak a szakemberek, de a nagyközönség is a legjobban ismer. Ennek dacára különös, de megállapítható, hogy még a szakemberek között is kevesen vannak olyanok, akiknek pontos képe volna a telefonkészülék működéséről vagy éppen a méretezéséről, vagy a készülékben lévő egyes elemek szerepéről.

A telefonkészülék célja a beszédnek minél tökéletesebb, azaz minél érthetőbb átvitele, annak figyelembevételével, hogy a készüléknek egyszerűnek, olcsónak és tömeggyártásra alkalmas kivitelűnek kell lenni. A következőkben a készüléket és annak egyes elemeit ezen vezető szempont figyelembevételével fogjuk tárgyalni.

Egy külön cikkben lesznek bátor ismertetni azokat a vizsgálati módokat, amelyekkel a technika mai állása szerint a készülék minőségi tulajdonságait lehet megállapítani.

A beszédátvitel jósága szempontjából a készüléknek három lényeges alkatrésze van: a mikrofon, a hallgató és az indukciós tekercs; a többi alkatrész csak ezeknek kiegészítése, melyek a beszédátvitelt gyakorlatilag nem befolyásolják. Vegyük tehát szemügyre ezeket az alkatrészeket egymás után.

a) A mikrofon.

A mikrofon legegyszerűbb módon belső ellenállással bíró generátornak fogható fel, bár a valóságban a mikrofon működése rendkívül komplikált és egy új típus kialakításánál, vagy változtatások végrehajtásánál sokkal több és kényesebb mérésre van szükség, mint pl. egy komplikált erősítő bevizsgálásánál.

Példaképpen megemlítem, hogy egy mikrofontípus mérnöki vizsgálata, a laboratórium feljegyzései szerint, a következő méréseket foglalta magában:

Egyen- és váltóáramú ellenállás mérése a kézibeszélő különböző helyzetében, különböző gerjesztőáramoknál, különböző tápáramkörökben.

A legnagyobb ellenállás mérése, mely a mikrofonnál egyáltalán előfordulhat.

Teljesítmény és hatásfok vizsgálat.

Non-lineáris torzítás mérése.

Érthetőségi vizsgálat a C. C. I. F. által ajánlott eszperantó-logatom rendszerben.

Frekvencia-torzítás vizsgálata.

Koherer hatás vizsgálata.

Állandóság vizsgálat.

Nedvesség vizsgálat.

Mindezek ellenére transzmissziós szempontból általánosan elfogadott szokás a mikrofonoknak az előbb említett egyszerű módon való helyettesítése. A mikrofon különleges tulajdonságai közül transzmissziós szempontból a legérdekesebb a non-lineáris és a frekvencia-torzítás. A non-lineáris torzítás mai jó mikrofonoknál is igen magas, 25—30% körül van és a szokástól egészen eltérő módon nem nő a ki-

menő teljesítménnyel. Vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a mikrofon non-lineáris torzítása nem a bemenő és kimenő teljesítmény egymással nem arányos összefüggésének a következménye, hanem a mikrofonban lévő szénnek jellemző anyagtulajdonsága. Ezzel magyarázható az előbb említett különleges vielkedés. Bár ma egész Európában a mikrofon non-lineáris torzítását is az ismeretes torzításmérő híddal szokták mérni, az említett tulajdonságok következtében úgy látszik, hogy helyesebb és a gyakorlati alkalmazáshoz közelebb álló eredményt kapnánk akkor, ha, mint Amerikában egyes esetekben szokásos, a mikrofonban létrejövő kombinációs hangok összegét és különbségét mérnénk meg és ezek alapján határoznánk meg a mikrofonok jóságát. Amerikában végzett ilyen mérések eredményét az 1. ábra mutatja. Az ábrából is látható, hogy a kombinációs hangok, tehát a torzítás, általában nem mutat a hangnyomással, vagyis a teljesítménnyel növekedő tendenciát.

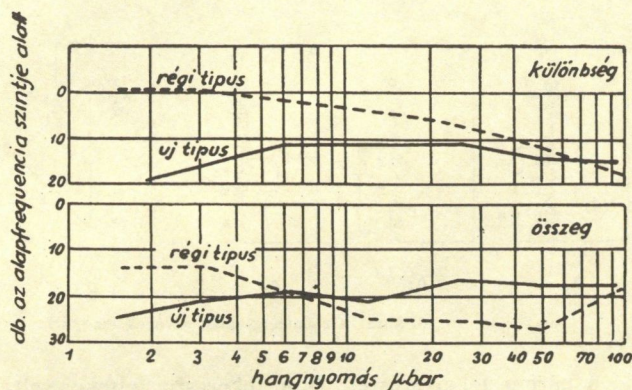
Már ebből is látható, hogy a mikrofon-grafit előállítás különösen kényes probléma, hiszen a mikrofonok torzítása, mint láttuk, végeredményben attól függ, hogy a grafit szemcsék kontaktus viselkedését milyen mértékben tudjuk befolyásolni. Nem csoda ezek után, hogy az egész világon csak néhány nagy cég foglalkozik mikrofon-grafit előállításával. A grafitnak ezenkívül még számos más kényes és szigorú feltételnek kell eleget tenni ahhoz, hogy jó hatásfokú, megkívánt ellenállású, állandó, zajmentes, torzításmentes, az egyenáramú folyamat meg nem bontó, stb. mikrofontokat lehessen vele előállítani. Új szénanyagnak alkalmazása tehát csak sok tapasztalattal bíró, telefont gyártó cég útján, igen sokoldalú körütekintés és hosszadalmas kísérletezés és gyakorlati üzemi próbák után lehetséges.

Ami a mikrofonok frekvencia torzítását illeti, a 2. ábra mutatja a Standard Vill. r. t. által jelenleg gyártott mikrofonnak reprezentatív frekvenciagörbéjét. Látható a görbéből, hogy a frekvencia-torzítás 300-tól egész 4000 periódusig nem túlságosan nagy, úgyhogy a mikrofon ebből a szempontból kielégítőnek mondható.

A külföldi Standard laboratóriumokban kísérletek folynak ezen mikrofonok megjavítására, elsősorban a non-lineáris torzítás csökkentésére, úgy, hogy a jövőben javított típussal is számolhatunk.

b) A hallgató.

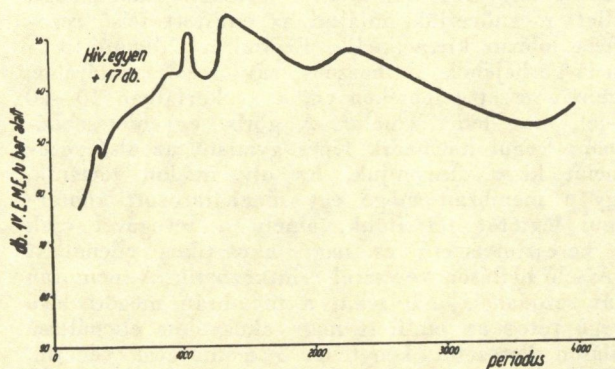
A hallgató elektro-akusztikus rendszer, melynek célja a beszédáramoknak hanggá való átalakítása. A torzítások szempontjából a hallgatóknál fordított helyzetet találunk, mint a mikrofonnál. A szokásos energia-viszonyok mellett a mai hallgatók non-lineáris torzítása csak 2—3%, ellenben a frekvencia-torzításuk jelentékenyen rosszabb mint a mikrofoné. A ma általában szokásos hallgatók kimondott rezonanciával bírnak és a frekvencia-görbéjük nem mondható kielégítőnek. A beszédsvon be-



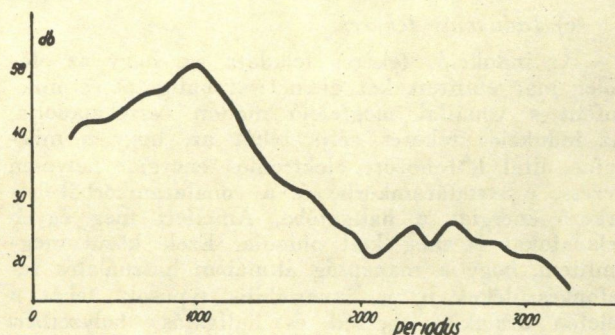
1. ábra. Mikrofon torzítás. A mikrofonban két különböző frekvencia behatására előálló kombinációs hangok összege és különbsége.

lül 36 db. nagyságú változások fordulnak elő. (36 db. kb. 1:65.) A Magyar Postának az érdeme, hogy a hallgatóknak ezen fogyatékoságát már több esztendővel a háború előtt észrevette és a külföldet megelőzve kívánságát fejezte ki, hogy jobb frekvencia-karakterisztikával bíró, u. n. kiegyenlített hallgatókat szeretne kapni. Ennek alapján a Standard-gyár hosszas kísérletezés után kihozta az u. n. G típusú, kiegyenlített hallgatót, mely lényegesen jobb frekvencia-karakterisztikával bír. E hallgató-rendszer tömeggyártásra teljesen ki van dolgozva. Számos minta is készült belőle és időközben még kisebb javítások is történtek rajta. Sajnos azonban az időközben beállott és még ma is fennálló háborús anyaghiányok folytán a tömeggyártás elé pillanatnyilag nyersanyagok beszerzése szempontjából akadályok tornyosulnak. Remélhetőleg rövidesen mód lesz a néhány szóbanforgó nyersanyag beszerzésére és kívánatra ezen tökéletesített hallgatótípus rövidesen gyártható lesz. Az u. n. rezonans hallgató frekvencia-görbéjét a 3. ábrán, a kiegyenlített hallgatóét pedig a 4. ábrán mutatjuk be.

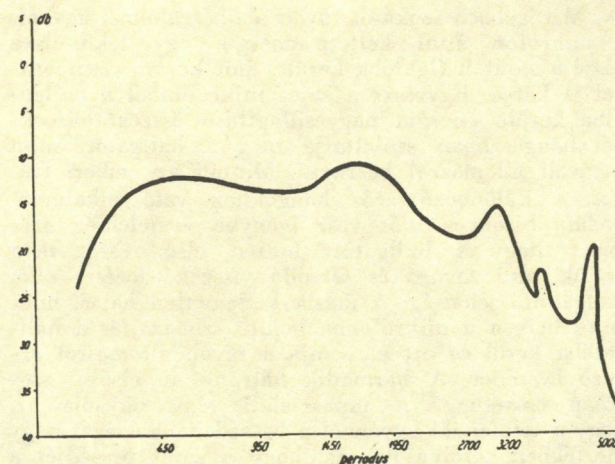
A hallgatók kiegyenlítése többféle módon történhetik. Az alap-megoldás azonban általában a következőkre vezethető vissza. Az 5. ábrában p_m a membránra ható rezgő erő, m_0 , r_0 , s_0 a membrán tömegével, mozgási ellenállásával és merevségével egyenértékű elektromos elemek, s_2 a membrán és a kézíbeszélő kagylója közötti térben lévő levegő merevsége, m_2 a kagyló kivezető nyílásaiban rezgő levegő tömege, r_2 a membrán és a fül közötti levegő rezgésénél fellépő ellenállás és végül s_3 a kagyló és a dobhártya között rezgő levegő merevsége. Az ábrában mindezeket az akusztikus egységeket a velük egyenértékű elektromos egységekkel helyettesítve képzeljük, a membrán eff. keresztmetszetére vonatkoztatva. Mint látható, a rendszernek két rezonancia pontja van, melyek közül az alsót lényegében a membrán tömege és merevsége, a felsőt pedig a membrán és a fül közötti levegő tömege és a terekbe bezárt levegő merevsége határozza meg. A rezonans hallgatónál a rezonancia onnan keletkezik, hogy a membrán önrezonanciája erősen érvényesül, ezzel szemben a levegő rezonanciája csak csekély mértékben érvényesül és ez is a hasznos sávon felül. A kiegyenlítés tehát abból áll, hogy az s_2 , m_2 értékeket úgy választjuk meg, hogy a második rezgőkör rezonans frekvenciáját a hasznos sáv felső határába hozzuk, valahova a 2000 és 3000 periódus közé. Ismeretes továbbá, hogy valamely rezonans kör rezonanciájának az élessége ugyanolyan veszteségi ellenállás mellett a reaktanciáknak a veszteségi ellenálláshoz való viszonyától függ. Az előbbin kívül tehát az s_2 , m_2 reaktanciákat r_2 veszteségi ellen-



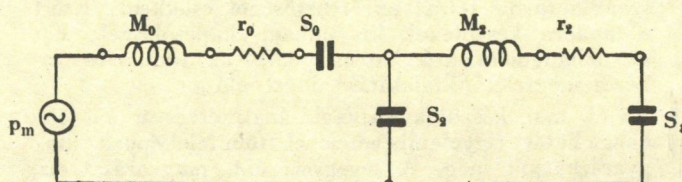
2. ábra. A mikrofon jellemző frekvencia-görbéje. Gerjesztő egyenáram 60 m/A. Hangnyomás 20 mikrobar. A mikrofon hajlásszöge 45°



3. ábra. Rezonans hallgató frekvencia-görbéje.



4. ábra. Kiegyenlített hallgató frekvencia-görbéje



5. ábra. Telefonhallgató akusztikus rendszerével egyenértékű elektromos áramkör.

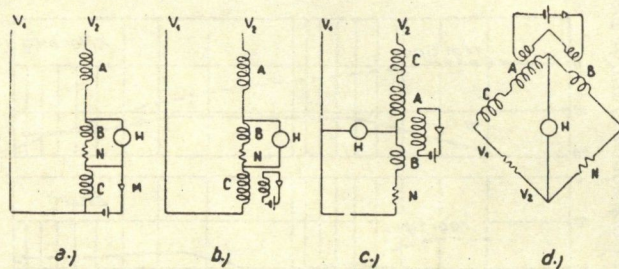
állásnak nagyjából az állandó értéken való tartása mellett megnöveljük, miáltal az említett felső rezonancia jobban kiemelkedik. Ezáltal a hallgató frekvencia-görbéjének a hasznos sáv felső határához közeledő részét jelentékenyen, a gyakorlatban 10–20 db-lel, meg lehet emelni. A görbe egyenletesebbé tételére végül harmadik lépés gyanánt az alsó rezonanciát kissé elnyomjuk. Ez oly módon történik, hogy a membrán mögé egy meghatározott köbtartalmú légteret létesítünk, amely a levegővel csak kis keresztmetszetű és nagy akusztikus ellenállást képviselő nyíláson keresztül érintkezhetik. A membrán saját rezonanciájánál tehát a membrán mögött lévő levegő réteg az említett nagy akusztikus ellenállású nyíláson keresztül kénytelen rezgőmozgást végezni, miáltal ρ -t megnöveltük és így az alsó rezonanciát lejjebb nyomtuk és ellaposítottuk. Mindezen hatások együttes eredményeképpen a hasznos sávon belül, tehát kb. 300–3000 periódus között, csak kis mértékben ingadozó, nagyjából állandó hangvisszaadást érünk el.

c) Indukciós tekercs.

Az indukciós tekercs feladata az, hogy az előzőleg már említett két elemet: a hallgatót és mikrofont a vonallal megfelelő módon összekapcsolja. Az indukciós tekercs célja tehát az, hogy a mikrofon által létrehozott elektromos energiát helyesen vezesse a vonaláramkörbe és a vonaláramkörből beérkező energiát a hallgatóba. Amellett még egyéb feladatokat is meg kell oldania. Ezek közül megemlítem, hogy a manapság általában használatos telefonkészülékek u. n. invariábilis típusok, tehát a telefon áramköre beszéd és hallgatás helyzetben ugyanaz. Az energiaáramlást tehát úgy kell irányítani, hogy ugyanazon áramkörben a legkedvezőbb hatásfokot érjük el, mind beszéd, mind hallgatás helyzetében. Másik feladata az u. n. anti-side-tone, vagy magyarul kis önhang, hatás elérése.

A régebben szokásos távbeszélő-készüléknél ugyanis a mikrofon által keltett energia egy tekintélyes része a saját hallgatóba került, ami három szempontból is káros. Egyrészt a saját mikrofonból a hallgatóba kerülő energia nagycsillapítású összeköttetések-nél hangosabban szólaltatja meg a hallgatót, mint a távoli állomásról beérkező. Miután az emberi fülnek a különböző erős hangokhoz való alkalmazkodása bizonyos időt vesz igénybe, a jelenség arra vezet, hogy a hallgatót beszéd első részét nem értjük, ami zavaró és állandó visszakerdezésre okot szolgáltató jelenség. A másik kellemetlen hatás, hogy zajos helyen a mikrofonba bejutó szobazaj is a hallgatóba kerül és ott elnyomja a távoli állomásról érkező beszédet. A harmadik hátrány az elsővel szoros összefügg. A tapasztalati tény ugyanis az, hogy a telefonáló egyénél a beszéd hangosságát nagy mértékben befolyásolja az, hogy a saját beszédjét a hallgatóban milyen hangosan hallja. Ha hangosabban hall, úgy akaratlanul is csökkenti beszédjének a hangerejét, a kelleténél halkabban beszél, ami viszont a távoli félnél az érthetőséget csökkenti. Ezért a modern készülékek kis önhang kapcsolásúak. Ezt az önhangoscsökkentő hatást pedig az indukciós tekercs megfelelő kialakítása idézi elő.

A mai készülék kapcsolásának elvét a kis önhang hatás figyelembevételével többféleképpen magyarázhatjuk meg. A legegyszerűbb magyarázat az, amely a készüléket mint Wheatstone-hidat vezeti le. Erre példaképpen felhozzuk a mai postaszabványú helyi-telepű készülék kapcsolását. (6. ábra.) Az ábrában A, B, C, az indukciós tekercs közös vasma-



6. ábra. Kis önhang-hatás elvének magyarázata

lévő három tekercsrészt, N a tekercsre feltekercselt tiszta ohmikus művonalat, H a hallgatót, M a mikrofont, V_1 , V_2 pedig a vonalat jelenti. A 6a. ábra mutatja a készülék elvi kapcsolását, a 6b. ábra pedig ezzel teljesen egyenértékű kapcsolást mutat, csak a mikrofon áramköre galvanikusan el van választva. A 6c. ábra ezzel szintén egyenértékű kapcsolás, de egy ismert áramköri alapelv segítségével a C tekercs és a vonal sorrendje fel van cserélve. A 6d. ábra végül pontosan ezt a kapcsolást tünteti fel Wheatstone-híd alakjában felrajzolva. Mint látható, ha a híd teljesen ki volna egyensúlyozva, akkor a mikrofon által létrehozott váltóáram nem jutna bele a hallgatóba. A kis önhang hatás tehát ezen Wheatstone-híd egyensúlyán nyugszik. Miután azonban a V_1 és V_2 impedancia komplex és minden frekvenciára más értékű, ezzel szemben pedig az N művonala egyszerűség kedvéért tiszta ohmikus ellenállás, teljes kiegyenlítés nem érhető el, csak legfeljebb egyetlen frekvenciára. Ez azonban nem is cél, mert mint az előzőekben láttuk, a beszédkor a saját hallgatóban keletkezett hangokat nem akarjuk teljesen megszüntetni, csak oly mértékben lecsökkenteni, hogy az említett zavarok ne álljanak elő. Ez pedig ilyen egyszerű eszközökkel is kielégítően elérhető. A mai készülékeknél az önhang-csökkentés egy ugyanolyan értékű, nem kis önhangú készülékéhez képest 10–12 db., ami a kívánt célra teljesen elegendő.

Ezek után vizsgáljuk meg, hogy egy telefonkészülék tervezésénél milyen áramköri szempontokat kell figyelembevenni. Ezek a következők:

1. Illesztés a vonal felé. Ismeretes, hogy egy generátor illesztett állapotban adja le a legnagyobb teljesítményt, tehát az illesztést ebből a szempontból kell a készüléknél alkalmazni. Miután azonban a vonalak komplex impedanciák, a készülék úgy illesztendő, hogy a készülék impedanciája az egész beszédsvábnak a lehetőség szerint megközelítse a vonal impedanciájának konjugáltját.

2. Adáskor a kis önhang hatást kell érvényre juttatni, tehát a készülék áramköre, figyelembevéve a vonalnak és a hallgatónak a frekvenciával változó komplex impedanciáját, úgy tervezendő meg, hogy az előbb említett Wheatstone-híd nagyjából ki legyen egyenlítő az egész beszédsvábnak, anélkül, hogy egyes frekvenciákra különösen jó, vagy különösen rossz kiegyenlítést kapnánk. (Side-tone balance.)

3. Vételnél a készüléknek ugyancsak a legjobb hatásfokkal kell dolgozni, aminek — mint ezt Campbell, a Bell-laboratórium kiváló mérnöke, megállapította — az a feltétele, hogy a művonalon a bejövő beszédáram ne folyék keresztül. Tehát az előbb említett 6. ábrán az A és C tekercseken folyó áram pontosan ugyanakkora, de ellenkező értelmű feszültséget indukáljon a B tekercsbe, mint a hallgató sarkain lévő feszültségcsés. (Campbell elv, vagy neutralizing balance.)

A készülékek áramköre természetesen más módon is tá gyalható, mint a Wheatstone-híd elvének alkalmazásával. Egy ilyen másik módot, mely a működés megértésében jóval bonyolultabb ugyan, de a mértezés tényleges kivételében és főleg a mérések ellenőrzése ében egy-ze-űbb, Gibbon ismertetett a B. S. T. J. 1938. évfolyamának 245. oldalán.

Végül az áramköri ismertetéssel kapcsolatban vesünk egy pillantást a készülékben fellépő energia-viszonyokra. Adáskor a mikrofon, mint ideális áramforrás által leadott energiának nagyjából $\frac{1}{4}$ része a mikrofonon, $\frac{1}{4}$ része a hallgatón, illetve kis önhangú készülékeknel a művonalon vesz el és fele jut ki a vonalra. Ez az elv felelne meg a legnagyobb energia-átvitelnek. Ezt az elvet a tényleges készülékeknel csekély mértékben módosítjuk olyképpen, hogy a vonalra az impedancia-csatolásnak megfelelő megválasztásával az előbb említetttnél valamivel több energiát juttatunk annak érdekében, hogy a vételi oldalon kedvezőbb jel-zaj viszony álljon elő. Vételkor a bejövő energiának mintegy a fele vesz el a mikrofonban és a fele jut ki a hallgatónak. Ez a helyzet ideális készülékeknel. A valóságos készülékeknel természetesen átviteli veszteségek is vannak, elsősorban az in-

dukciós tekercsben. Ezeket az átviteli veszteségeket igen érdekesen tárgyalja K. S. Johnson a «Transmission Circuit for Telephonic Communication» című könyvében. Ezen tárgyalásból csak a következő érdekesítet kívánjuk megemlíteni:

Kimutatta Johnson, hogy ha a ma használatos telefonkészülékekből minden veszteséget sikerülne kiküszöbölni (ohmikus ellenállások, vasveszteség, stb.) akkor az összes javulás — adást és vételt beleértve — csak kb. $2\frac{1}{2}$ db. volna. Tehát bármiféle tökéletesítést igyekszünk a telefonkészülékekbe belevinni olyan irányban, hogy az áramkör, vagy az áramköri elemek megjavításával a készülék hangosabban szóljon, legfeljebb — és azq is csak ideális esetben — az említett $2\frac{1}{2}$ db. javulást érhetnénk el.

Tehát, mint Johnson mondja, számottevő javulás csak a hallgatónak, vagy a mikrofonnak és nem pedig az áramkörnek javításával érhető el. Ettől függetlenül a legújabb készülékek tervezésénél nem is az a fő szempont, hogy a beszéd hangosságát fokozzák, ami már az áthallási viszonyok romlása miatt sem volna kívánatos. A legújabb törekvések odairányulnak, hogy a beszéd érthetőségét fokozzák, ami a torzítások csökkentésével érhető el.

Bay Zoltán beszámolója amerikai tapasztalatairól

DR. PÓCZA JENŐ

Bay Zoltán műegyetemi tanár, az Egyesült Izzó-lámpa és Villamossági R. T. műszaki vezérigazgatója kéthónapos amerikai útjának tapasztalatairól két előadásban számolt be a Mérnöki Továbbképző Intézet előadássorozatának keretében.

Utazása során több nagyipari vállalat telepén, főleg azok kutatólaboratóriumaiiban, több egyetem tudományos intézetében tett látogatást és nagy intézetek vezetőivel hazai kutatásaink részére is termékeny megbeszéléseket folytatott. Általános benyomásai között elmondta, hogy Amerikában már járt ember számára is meglepő a gépesítésnek és automatizálásnak európai ember számára alig elképzelhető mértéke. Ezzel a nem minőségi munka elvégzése terén emberi munkaerőt takarítanak meg és sok tekintetben a hétköznapi életet (házatartás, utazás) teszik nagymértékben kényelmessé.

Ugyancsak általános érdekességű a gyárépítésnek egy modern formája, amelyet az R. C. A. a lancasteri gyártelepén valósított meg. Az egész gyár, mely 3.000 munkást foglalkoztat, földszintes. Ablak nélküli munkatermei közös légterűek s nem egészen a mennyezeti erő falakkal vannak alásztva. A világítást a mennyezeten elhelyezett fénycsőrendszer szolgáltatja. A levegő mesterségesen kondicionált, télen-nyáron egyforma hőmérsékletű és páratartalmú, így a telepen a munkaviszonyok a külső időjárástól teljes mértékben függetlenítve vannak.

Ipari kutató laboratóriumokban nyert tapasztalatai szerint a háború alatt a műanyag-gyártás hihetetlen mértékben fejlődött. Tervszerű kutatással fejlesztették ki a bakelithez hasonló tömegcikknek előállítására alkalmas ú. n. «plastic» anyagokat. Ezek az anyagok préseléssel egészen változatos formákban gyárthatók. Alkalmazásuk nagyon széleskörű. Háztartási cikkek, törhetetlen dobozok (pl. ébresztőórák belekevert világító festékkel), törhetetlen, tűzreje-

mentes gramofonlemez, asztallapok, elektromos tömegcikknek készülnek belőlük.

A kvarc nagymértékű előfordulása, valamint kiváló mechanikai, hő- és elektromos tulajdonságai készítették a kutatókat arra, hogy a gumi szénláncának megfelelő szilícium kötéseket tartalmazó szilikon gumikat kidolgozzák. A vulkanizálással rokon eljárással rugalmassági tulajdonságaik tetszés szerint változtathatók. Különleges előnyük, hogy egész magas és egész alacsony hőmérséklet hatására sem változnak meg rugalmassági tulajdonságaik. A hallgatóságnak megmutatott egy szilikon-gumi fajtát, mely puha agyag módjára könnyen gyúrható, lassú alakváltozás mellett akár hajszálvékonyságú fonallá nyújtható, míg hirtelen változásra nagyszilárdságú, rugalmas anyag. Ebből készült golyócska asztallaphoz vágva gumilabdaként ugrik, minden maradandó deformálódás nélkül. Extrém nagy erőhatásokra (kalapácsütés) kagylósan törik. Pár perc múlva azonban a széttöredezett darabok ismét összefolynak.

Csillám és üveg összeolvasztásából «micalex» nevű szigetelőanyagot gyártanak, amely nagyon jó mechanikai és elektromos szigetelő tulajdonságai mellett préseléssel a legváltozatosabb formában állítható elő, kicsiny lámpa- és csőfoglalatoktól kezdve a legnagyobb igénybevételnek kitett nagyfeszültségű és erős áramú tartókig.

Megtekintett egy különleges rádiókiállítást. A sok érdekességen kívül (radar készülékek számtalan típusa) egy kicsiny cigarettadoboznál alig nagyobb rádiókészülékről tesz említést, melynek érdekessége, hogy szubminiatur csövekkel készül és a huzalozás, ellenállások, kondenzátorok kerámiái lapokra fényképeseti eljárással vannak felvive. Mivel a huzalozás a keresztezések miatt egy síkban nem oldható meg, több ilyen egységet szerelnek egymásra s a csövekkel

ellátott egész szerelvényt összeállítás után átlátszó plastic-anyaggal öntik ki.

A mikrohullámok terjedésével kapcsolatban érdekes laboratóriumi kísérleteket volt alkalma megsemlélni. Centiméteres hullámhosszon dolgozó egyetlen adó energiáját érnélküli kábelben át két kisugárzó tölcserhez («horn»-hoz) vezetik és az ezen át kisugárzott centiméteres hullámok interferenciája következtében egy asztal felett álló hullámok keletkeznek. A hullámtérben mozgó detektorral a térintenzitás pontonként megmérhető, sőt írószerkezet segítségével közvetlenül leterképezhető.

Nagy fejlődés van elektroncsöves számológépek terén. Ennek elvi kérdéseivel egyik híres hazánkfi, Neumann János foglalkozik. A jelenleg laboratóriumban készen álló berendezés mp-ként 1000 művelet elvégzésére képes, 15 ismeretlenű lineáris egyenlet rendszer oldható meg vele közvetlenül. Parciális differenciál egyenletek megoldására is alkalmas. Kidolgozás alatt áll egy 4—5000 elektroncsövet tartalmazó készülék, mely mp-ként 1,000.000 műveletet képes elvégezni.

Elektron mikroszkópok már ipari alkalmazásra is szabványtípusokban készülnek. Felbontó képességük 10 Å nagyságrendű. Fejlődésük ebben nem haladja felül a háború alatt Európában elért eredményeket.

Mint érdekességet említette, hogy az egyik laboratórium az összes áramforrásával együtt a katonai távcsőnél alig nagyobb méretű «noctovisor»-t fejlesztett ki. Infravörös sugárzásra érzékeny fotókatódon előállított képet elektromos lencserendszer segítségével fluoreszkáló ernyőre vetíti s így teszi láthatóvá. Egy teljesen sötét szobában infravörös sugárzású forrással «megvilágított», tehát szabad szemmel egyáltalán nem látható testek a noctovisoron át egészen jól szemlélhetők.

1946 januárjában adott hírt az amerikai rádió arról a kísérletről, mellyel rövidhullámú rádiójelek visszaverődését sikerült észlelni a Holdról. Pár héttel később Bay Zoltán vezetése alatt folyó hasonló ki-

sérletek is eredményt szolgáltatottak. Kísérletei nagy feltűnést keltettek az ottani körökben és ennek tulajdonítható, hogy bár ott a kísérleteket egy katonai laboratórium végezte, módjában állt a berendezést megtekinteni. Az amerikai kísérletezők előtt főleg praktikus szempontok állottak. Vajjon az itt használt rövidhullámok az ionoszférán túl rakéták irányítására felhasználhatók-e? A magyar kísérletek célja ezen szempontokon túlmenően elvi kérdések megoldására is irányult.

Míg az ottani készülék költséges és nagyon precíz berendezés, mely a zajnívó leszállítását közvetlen módon a bemenő sáv szélesség nagymértékű szűkítésével és ennek megfelelően a 110 MC körül dolgozó adós és vevőállomás költséges precizitásával (30—50 ciklus pontosság 1—2 százszázad %-os frekvencia állandóságot követel) oldották meg, a magyar kísérletnél egy összegező eljárás lehetővé teszi, hogy a sáv szélesség leszűkítését csak a detektálás után alkalmazzák. A kulométer a zajt kiközepli, az egyirányú jeleket pedig hosszú időn keresztül összegezi s így hozza a zajsztint fölé.

Az atomfizikában a jelenlegi kutatások előterében ismét elvi kérdések állnak s maguk az atomfizikusok újból eredeti intézeteikben és nem az atomerőmű telepeken folytathatják munkájukat. A legaktuálisabb kérdés az atomátalakításoknál használt részecskék energiájának növelése. Az elért 100 millió elektronvolt energia többszörösét igyekeznek előállítani s ezzel a mezon mesterséges előállítását remélik megoldani.

A magfizikai kutatások igen hasznos segédeszközét látják az amerikai kutatók az elektronsokszorozó csöveknek olyan irányú továbbfejlesztett változatában, amelyről az előadó itthoni kutatásai alapján előttük beszámolt. A Magyarországon kidolgozott elektronsokszorozó és a hozzá kifejlesztett koincidenca berendezés olyan rövid időtartamú jelenségek vizsgálatára alkalmas, amelyre ezideig megfelelő eszköz egyáltalán nem volt. Ezen a területen elért eredmények nagyságrendekkel felülmúlják az ottaniakat.

A MIKROHULLÁMÚ TECHNIKA ELEMEI V.

Mikrohullámok gerjesztése II.

DR. BARTA ISTVÁN

Előző közleményünkben ismertettük azokat a módokat, melyekkel három-elektrodos csöveket felhasználva centiméteres hullámok gerjeszthetők. Láttuk, hogy a hullámkeltésnek végső határát az elektronok repülési ideje szabja meg. Láttuk azt is, hogy még három-elektrodos csövekkel is akad mód, éppen a repülési idő által okozott fáziseltolási jelenségeket felhasználva, még rövidebb hullámokat kelteni a pozitív rású csövek használata révén. Ilyen módon eljuthattunk tényleg a centiméteres hullámok körzetébe, de igen nagy áron: jó hatásfokról és komolyan számításba vehető teljesítményekről egyáltalában nem lehetett beszélni, a befektetett energiának alig egy-két százalékát kaptuk csak vissza, mint rádiófrekvenciás teljesítményt. Ennek oka éppen az egész elektrontáncot mozgó pozitív rású volt, mely természetesen az elektronok legnagyobb részét hasznos munkát nem végezve felfogta és ezzel csak az anódáramot és vele a káros melegekedést növelte. Rögön látható, ha volna olyan mód, melynél az elektronokat hasonló mozgásra lehetne bírni anélkül, hogy oly nagy számban a hasznos munka alól kivonassanak, akkor a hatásfok nagymértékben javítható lenne és viszont a hatásfok árán még a hullámhossz is csökkenthető lenne. Ez a rezgéskeltő mechanizmus megvan és érdekes az, hogy épp olyan régen ismeretes, mint maga a pozitív rású oszcillátor és ez a magnetron.

A magnetront legáltalánosabb formájában először Hull ismertette 1921-ben (11). Kiviteli formája: hengeres anód, melynek tengelyében van a fűtőszál, vagy az indirekt fűtött katód, vezérlő eleme a katóddal párhuzamos mágneses tér. Az ily irányú mágneses tér, mint azt az alábbiakban látni fogjuk, a katódból kilépő elektronokra, melyekre az anód elektromos tere is hat, oly erőt gyakorol, melynek hatására az elektronok spirális alakú pályán közelednek az anód felé. A mágneses tér növelésével megakadályozható, hogy az elektronok az anódot elérjék, viszont növekvő anódfeszültség hatására az elektronáram ismét megindul. Ezen elektronjáték felhasználásán alapul a magnetron működése.

Alacsony frekvenciáknál, melyeknél a mágneses teret előállító tekercs induktivitása még nem ad túlságosan nagy impedancia értéket, mágneses váltóáramú vezérléssel, azaz közvetlen visszacsatolással használhatók. Általában azonban a mágneses mező állandó. A ma használatos magnetronoknál az anód két (vagy esetleg több) részre van osztva. A két anód közé kapcsolódik a rezgőkör, (ultrafrekvenciáknál a Lecher-rendszer), mely mikrohullámoknál eset-

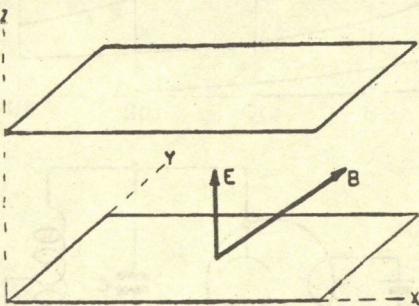
leg részben vagy teljesen a csövön belül helyezkedik el.

Oscilláló magnetronnál két rezgési formát tételezhetünk fel. Az első forma azon a jelenségen alapszik, hogy a statikus anódfeszültség — anódáram összefüggés — bármelyik anódnál — részben negatív meredekségű részt is tartalmaz. Az így működő oszcillátorokat negatív ellenállású (dynatron) magnetronoknak nevezik. Ez jó hatásfokkal csak oly frekvenciákig dolgozik, mely a repülési frekvenciához képest alacsony. A rezgés frekvenciáját a rezgőkör elhangolásával lehet változtatni.

A másik oszcilláló formánál hasonló a rezgés mechanikája a pozitív rású trióda működéséhez. A keletkező frekvencia az elektronok katódtól anódig tartó repülési idejétől függ. Ily rezgések akkor lépnek fel, ha a mágneses és elektromos mezőket oly módon állítják be, hogy az elektronok katódtól anódig és vissza tartó repülési ideje megegyezzen az oszcillátorkör frekvenciájának periódus tartamával. Ezenél természetesen a frekvenciát a rezgőkörök adatainak megváltoztatása mellett csak az elektromos és mágneses beállítás utánszabályozásával lehet változtatni. Az így működő oszcillátorokat «repülési idő» magnetronnak nevezzük.

Elektronok mozgására némi felvilágosítást nyújt mozgásegyenleteik kiszámítása. Legyen m az elektron tömege, e a töltése, E az elektromos térerő, B a mágneses indukció, továbbá képzeljünk el egy XY síkban fekvő sík katódot, tőle d távolságban lévő párhuzamos sík anód lemezt (6. ábra). A mágneses tér iránya az y irányba és az elektromos tér iránya a z irányba essen. Az elektron mozgására a következő differenciál egyenleteket írhatjuk fel:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = Be \frac{dz}{dt}$$



6. ábra.

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = 0$$

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = Ee - Be \frac{dx}{dt}$$

Ezen differenciál egyenletek egyszerűen megoldhatók. Megoldásuk:

$$x = \frac{E}{B\omega} (\omega t - \sin \omega t)$$

$$y = 0$$

$$z = \frac{E}{B\omega} (1 - \cos \omega t)$$

$$\omega = \frac{Be}{m}$$

Ezen egyenletek cikloid mozgást írnak le, tehát az elektronok úgy mozognak, mintha egy $\frac{E}{B\omega}$ sugarú körön fe-

küdnének, mely az x tengelyen gördül le. A maximális távolság, melyet egy elektron a katód síkjára merőlegesen

$$\text{a } z \text{ irányba meglehet } z_{\max} = 2 \frac{Em}{B^2 e} \text{ Ha}$$

ez a távolság éppen egyenlő a katód-anód d távolságával, az elektronok érintve az anódlamezt, visszatérnek a katódhoz. Adott elektromos feszültség-

nél ($E = \frac{U}{d}$, ahol U az anódfeszültség)

és d katód-anód távolságnál ez akkor áll elő, ha

$$B_{krit} \cong 11.32 \frac{U}{d^2}$$

(U voltban, B gaussban helyettesítendő.) Ennél nagyobb B érték mellett az elektronok nem érik el az anódot.

$\omega = \frac{Be}{m}$ kifejezés az elektronok mozgásának szögsebességét adja és így ebből kiszámítható a teljes repülési idő:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \frac{m}{eB} = \frac{3.57 \cdot 10^{-1}}{B} \text{ sec.}$$

Hengeres magnetronoknál sokkal bonyolultabb ez a számítás (12).

A szögsebesség fokozatosan növekszik fel a következő értékre:

$$\omega_{\max} = 8.84 \cdot 10^8 \cdot B$$

Az elektronok spirális pályát írnak le a fűtőszálról számított A távolságtól:

$$A^2 = 2.3 \cdot 10^3 \cdot \frac{I_a}{h B^3}$$

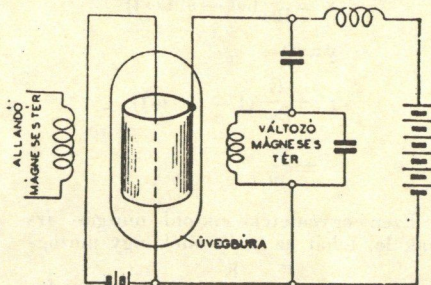
ahol I_a az anódáram miliamperben és h a fűtőszál hossza. A kritikus indukció értéke, melynél az elektronok már nem érik el az anódot és ahol tehát az anódáram megszűnik

$$B_{krit} = \frac{6.7 \sqrt{U} b}{b^2 - a^2} \approx \frac{6.7 \sqrt{U}}{b}$$

ahol a a fűtőszál átmérője, b az anód átmérője. Ha az indukció értéke a kritikusnál valamivel nagyobb, az elektronok a katódhoz térnek vissza, eközben a katód körül egy teljes körülfordulás 0,7 részét végzik el.

Ily kritikus indukció értéknél ténylegesen nem szűnik meg az áram ugrás-szerűen, hanem egy többé-kevésbé meredek átmenettel. Ennek oka egyrészt,

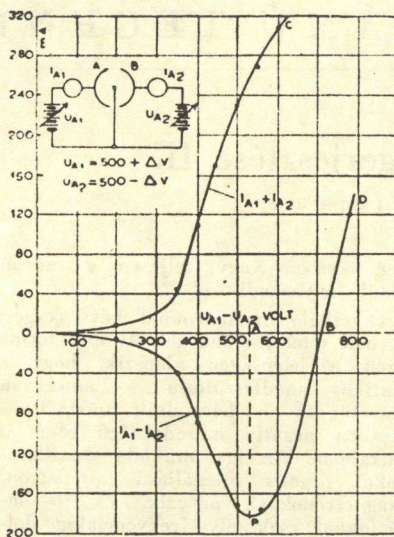
hogy az elektronok a katódot különböző sebességgel hagyják el (13), továbbá, hogy az elektronok éppen különböző sebességük következtében egymáshoz képest ütköznek s ilyen rugalmas ütközések után a legkülönbözőbb irányban folytatják útjukat. Így pl. az elektronok fordulhatnak az y irányba is, visszajutnak a katódhoz, stb.



7. ábra.

Tehát a fentebb felírt mozgásegyenletek ezekre nem érvényesek. A katódra bármilyen oknál fogva visszajutó elektronok nagy mértékben emelhetik a katód hőmérsékletét, ezért a magnetronok fűtőszálának izzítására fokozott gondot kell fordítani.

Magnetronnal használatos kapcsolások legegyszerűbb formája a visszacsatolt magnetron, melynél a mágneses mező egy részét magával az anódárammal állítjuk elő, természetesen oly fázisban, hogy az az anódáramot erősítse. (7. ábra). (Helyes fázisú legyen a visszacsatolás.) Ezzel, mint említettük, csak alacsonyabb frekvenciáknál lehet dolgozni. (14.) Magas frekvenciákig a két anódos magnetront használják, felhasználva annak negatív ellenállású ka-



9. ábra.

tív ellenállású tulajdonság. Rezgést oly módon lehet kelteni tehát, ha egy parallel rezonanciakört (Lecher-rendszert) az egyik anód és katód, vagy pedig mind a két anód közé kapcsolunk (10. ábra). Arra a jelenségre, hogy általában a kisebb feszültségű anód árama a nagyobb, magyarázatot adnak a felrajzolható elektrosztatikus potenciál képek (16). Ezek szerint egy, a katódot elhagyó elektron spirális pályán mozog a kisebb feszültségű anód felé. Ezt sikerült fénykép felvétellel is igazolni oly csőnél, mely nem volt teljesen légtüres és a keletkező ionok mozgása a Wilson kamrához hasonlóan fényképezhető volt.

A hatásfok és kimenő teljesítmény

egy negatív ellenállású magnetronnál ugyanolyan korlátozó tényezők alá esik, meredekség, mely jellemzi a cső negatív ellenállású tulajdonságait. A rezgőköri impedanciákkal szemben támasztott követelmények általában nagyobbak, mert magnetronhoz magasabb rezonancia ellenállás szükséges. Miután helyes működés ily típusú magnetronoknál akkor áll elő, ha a repülési idő kicsi egy rezgés időtartamához képest, ezért magasabb frekvenciák gerjesztéséhez a repülési időt csökkenteni kell. Ilyen esetben tehát igen magas mágneses indukcióval kell dolgozni, pl. 30% hatásfoknál 10 cm hullámhosszon $B = 8000$ Gauss-értékre volt szükség. Ilyen erős mezőket nehéz már előállítani. Továbbá szükséges a nagy anódfeszültség használata és viszont a kis anódtérmet követelménye is fennáll. Ez pedig a disszipációt korlátozza erősen, tehát végső fokon a kimenő teljesítményt.

Alkalmaznak vízhűtéses magnetronokat is és kiképzik a Lecher-rendszert oly módon, hogy az teljes egészében a burán belül fekszik. Ezen nehézségek miatt általában 50 cm-nél rövidebb hullámot ilyen típusú magnetron oszcillációval nem állítanak elő, bár vízhűtés és állandó szivattyúzás mellett sikerült már 80 W hasznos teljesítményt kapni 19 cm-en.

A legrövidebb hullámokat, mint már említettük, a «repülési idő» magnetronnal gerjeszthetjük. Ezeknek a működését a következő módon képzelhetjük el: Láttuk az előbbieken (síkban fekvő magnetront feltételezve), hogy az elektronok cikloid mozgást végeznek az anód és katód közti térben. Az elektronok körmozgásának a szögsebessége

$$\omega_k = \frac{B_e}{m} \quad (\text{ezt karakterisztikus frekvenciának nevezzük}),$$

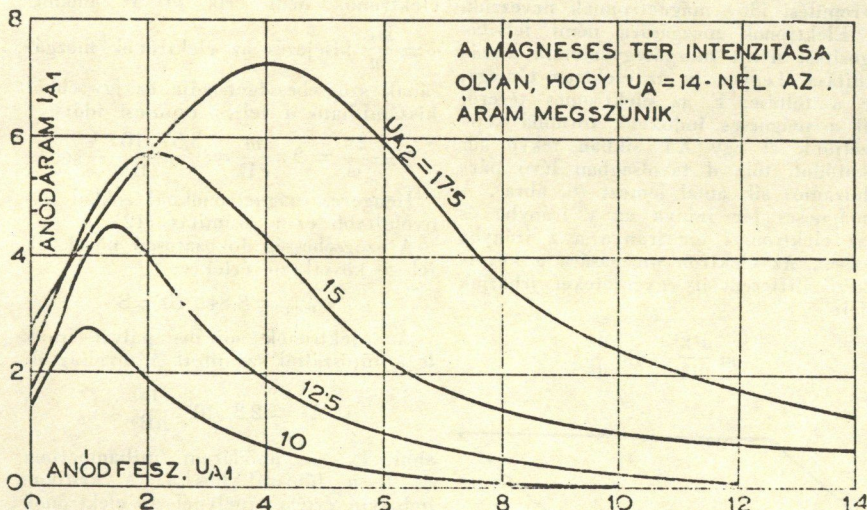
míg az átlagos sebesség az X irányban (merőlegesen úgy az elektromos, mint a mágneses

$$\text{térre } v_x = \frac{E}{B} \quad (\text{ez az elektronpályák}$$

középpontjának a sebessége). B értékét úgy kell megválasztanunk, hogy az elektronok éppen ne tudjanak az anódra jutni. (Lásd e képletet Bkrit. értékére.) Ha most az anódkörbe egy oly rezgőkört kapcsolunk, melynek frekvenciája éppen megfelel az elektronok körmozgás frekvenciájának

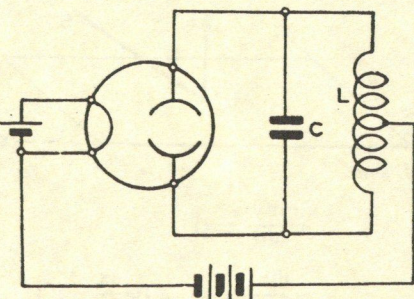
$$f_k = \frac{\omega_k}{2\pi} = \frac{B_r}{m} = 2.8 \cdot 10^6 \cdot B \text{ Hz}$$

és ezen rezgőkört ilyen frekvencián gerjesztjük, akkor látható, hogy olyan elektronoknál, melyek oly fázisban lépnek ki a katódból, mikor az anódfeszültség növekedőben van, az elektromos térerő nagyobb, mint általában. Ezért ezek félperiódus után vagy neki ütődnek az anódnak, vagy ha a mágneses térerő oly nagy, hogy még ezek sem érik el az anódot, tekintve, hogy a most következő félperiódusban az elektromos térerő csökkenőben van, nagyobb sebességgel a katódra térnek vissza, (létrehozva a katódnak elektronok által történő fűtését). Ezáltal



8. ábra.

rakterisztikáját. A 8. ábra mutatja egy kétanódos magnetron egyik anódjának áramát (15), feszültségének függvényében; a másik anód feszültsége paraméterként szerepel. A 9. ábra (15) pedig ugyancsak egy kétanódú magnetron áramainak összegét és különbségét mutatja oly módon mérve, hogy az egyik anód feszültségét megemeljük, a másikat csökkentjük azonos feszültséggel. E két görbéből látható, hogy mindig a kisebb feszültségű anód árama a nagyobb. Jól látható a görbéken a fellépő negatív



10. ábra.

ily fázisú elektronok aránylag hamar kikerülnek a munkafolyamathól, természetesen valamelyes veszteséget okozva. Azon elektronok viszont, melyek akkor lépnek ki a katódból, mikor a váltófeszültség csökkenő irányú, az ugyan-csak csökkenő térerő következtében még kevésbé érhetik el az anódot, vagy a katódot. Mozgásuk lelassul, így a statikus terek által nyert mozgási energiájukat fokozatosan a rezgőkörnek adják át és valahol a katód-anód közti térben nyugalomba jutnak. Ily módon itt egy nem kívánatos tértöltés keletkeznék, hogy ez elkerülhető legyen, kívánatos a mágneses tér irányát néhány fokkal a katód irányához képest ferdének választani. Ezáltal az elektronok a katód irányába is kapnak egy sebességi komponenset és így a katód körül spirális alakú pályán mozogva (hengeres alakú magnetronnál) elhagyják a teret. Itt pedig elzáró, anód-egyenfeszültségen lévő véglemezek gyűjtik össze ezeket a fáradt és lassú elektronokat.

A képletből láthatjuk, hogy aránylag már kis mágneses térerővel is lehetséges igen nagy frekvenciájú rezgéseket előállítani már az egyanódú magnetronnál is. A csövek méreteit mindeztre igen erősen csökkenteni kell, ami viszont a kivethető teljesítmény nagyságát nyomja le igen erősen. Ez a nehézség elkerülhető egy magasabbrendű oszcilláció beállításával, melynél a rezgési mechanizmus hasznosítja azt az időt is, melyet az elektronok a katód körül való mozgásuknál használnak fel.

Az oszcilláció ezen alakjánál a keltett rezgések frekvenciája nem függ szorosan össze az elektronok karakterisztikus frekvenciájával, mint az előbb ismertetett ú. n. elsőrendű oszcillációnál, de nincs teljesen a külső rezgőkörrel sem meghatározva, mint a negatív ellenállású oszcillátoroknál. Bár az elektronok mozgása döntő szerepet játszik az oszcilláció előállításánál, a beállítási adatok értéke széles határok között egyáltalában nem kritikus.

Magas hatásfokot lehet ily módon megvalósítani rövid hullámoknál is. B értéke a kritikusnál nagyobb kell, hogy legyen.

A beálló rezgések frekvenciája mindig kisebb, mint a karakterisztikus frekvencia, ezért

$$n = \frac{\omega_k}{\omega} \cong 1$$

mely a beálló rezgések rendjét mutatja, mindig nagyobb értékű, mint 1. Miután a megfigyelt hatásfok ily oszcillátoroknál mindig nagy, ezért feltételezhetjük, hogy az elektronok több rezgés tartama alatt is az anód-katód térben maradnak, mert ily módon adják át mozgási energiájuk nagy részét a rezgőkörnek. Ezen megfontolásból, továbbá összevetve azzal, amit az elektronok mozgásáról merőleges elektromos és mágneses térben már elmondottunk, elképzelhető az elektronok közepes útja. Ha az elektromos térerő radikális, a mágneses pedig nagyobb mint kritikus, az elektronok bizonyos spirális mozgást végeznek, az ekvipotenciális vonalak mentén és erre

még szuperponálódik a cikloidikus mozgás. Durván hasonlíthatjuk az egészet egy elektronfelhő mozgásához, amelyben még sűrűsödések és ritkulások is vannak, amennyiben az anódfeszültség nem állandó, hanem az egyenfeszültség mellett még a rádiófrekvenciás feszültség is működik.

A rezgékeltetés ily módja általában csak a többrészes anódelemű magnetronnál tételvezhető fel. Ilyen esetben az egyes szegmensek közötti ω frekvenciájú váltakozó mező a Ferraris-elv értelmében két, egymással ellenkező irányban forgó mezőre bontható, melyeknek forgási frekvenciája $\frac{\omega}{p}$, ahol p

az anódszegmenspárok száma. Azon célból, hogy az elektronok mozgása helyes fázisban legyen a mezőhöz képest, szükséges, hogy az elektronok közepes szögsebessége szintén ugyanilyen értékű legyen. Ezáltal míg az egyik forgó mező ugyanolyan irányú és sebességű, mint az elektronok mozgása, addig a másik mezőkomponens mozgása ellenkező irányú és oly nagy relatív sebességű az elektronokéhoz képest, hogy hatása már egy perióduson belül is középértékben nullának tekinthető.

Láttuk már, hogy az elektronok közepes sebessége (a síkelektrodok esetében)

$$v = \frac{E}{B}$$

Hengeres elrendezésnél közelítőleg ugyanilyen sebességet tételvezhetünk fel, ezért az elektronok mozgásának közepes szögsebessége

$$\tilde{\omega} = \frac{v}{r} = \frac{E}{B \cdot r}$$

Ezen szögsebességnek állandónak kell lennie, mert csak így maradnak az elektronok fázisban a forgó mezővel. Ezért az E térerőnek r -rel arányosnak kell lennie, vagy közel olyanak, amilyen pl. hengeres anód-katód elrendezésnél az anódhoz közel eső térben van, éppen ott, ahol a váltakozó mező a legerősebb. Ebben az esetben a keletkező frekvencia tapasztalat szerint

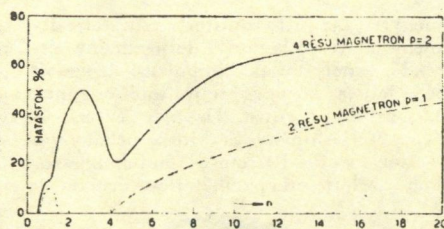
$$f = 0.22 \frac{p \cdot U}{r_a^2 \cdot B} \cdot 10^8$$

A legjobb hatásfok érdekében B értékét a következő összefüggésből számíthatjuk ki

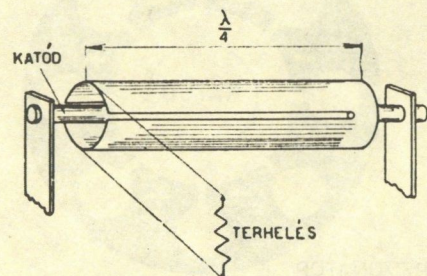
$$B = \frac{n \cdot p}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{n \cdot p - 1}} \cdot B_{kr.}$$

ahol n a rezgések rendszámát adja. Látható ezekből a közelítő képletekből, hogy n és p értéke fontos szerepet játszik. A hatásfok is igen erősen függ ezektől az értékektől, mint ezt kísérleti felvételek igazolják (11. ábra). Kiseb n értékeknél erősebb eltérések lehetségesek, de $n > 10$ esetében az egyezés igen jó.

Mint más ultrarövid hullámokat keltő generátoroknál, itt is előnyös az elektrodokat a használt rezonancia kör részévé tenni. Magnetronnál az anód maga képezhet Lecher-vezeték, mint ezt a 12. ábra mutatja. Itt az anód felhasítása képi a Lecher-vezeték, ezáltal egy kétanódú magnetron szá-



11. ábra.



12. ábra.

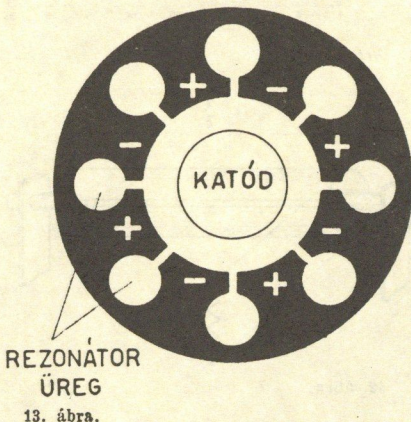
mazik. E. G. Linder (17) számol be ily elven kiképzett magnetronról és pl. a következő adatokat adja meg:

anódfeszültség	3300	V
anódfeszültség	30	mA
hullámhossz	8-9	cm
kimenő teljesítmény	13	W
anód átmérője	0,7	cm
bevezetés átmérője	0,063	cm
Mágneses indukció	1500	gauss
mágneses tér hajlása	0-10	fok
terhelő ellenállás	80-140	Ohm
hatásfok	20	%
anódbevágásának hossza	2,3	cm

Látható ebből az összeállításból, hogy lényegesen jobb a hatásfok, de a kimenő teljesítmény is, mint a pozitív-rácsú oszcillátoroknál volt. Vízhűtéses anóddal, gondosan szabályozott hőmérsékletű katóddal ellátott magnetronoknál ennek a teljesítménynek a sokszorosát is el lehet érni.

Ez volt általában a helyzet 1939-ig, a háború kitörésének idején. Ekkor került sor a radartechnika fejlesztésével kapcsolatban a használt hullámhosszak erős csökkentésére, mert a radarkészülékek pontossága és feloldó képessége a hullámok hosszával fordítottan függ össze. Viszont a hatótávolságokat nem volt szabad, legalább is lényegesen csökkenteni, ezért gondoskodni kellett arról, hogy a kivethető teljesítmény ne csökkenjen, sőt lehetőleg növekedjék. Erre nézve a megoldást, melyről nyugodtan lehet állítani, hogy tényleg forradalmi volt, az 1940-ben Birminghamban az egyetemen kidolgozott ú. n. üregmagnetron (cavity magnetron) hozta meg (18). E találmány nélkül a mikrohullámú radar-készülékek nem lehetett volna megszerkeszteni. A mintacsövek az angol-amerikai együttműködés során Amerikába kerültek, ahol néhány hét alatt már az első próbadarabokat kihozták és az elkövetkező időben közel 70 változatát konstruálták meg. Ezeknél a kivethető csústeljesítmény 2,5 kwattól 1500 kwattig, a hullámhossz pedig 50 cm-től 3 cm-ig váltakozik. Kísérleti csövek vannak már néhány milliméter hullámhosszra és még nagyobb teljesítményre is, így pl. 2,5 cm-en 4000 kwatt kimenő csústeljesít-

ményre. Az itt említett csúcsteljesítmény alatt pillanatnyi teljesítmény értendő, mely csak impulzus üzemmódban lép fel, a közepes teljesítmény ennek kb. az ezred része. De még ez a közepes teljesítmény is kitesz néhány száz wattot, a 3–10 cm-es hullámhosszon azelőtt elképzelhetetlen értéket.



A kiviteli formája ezeknek a magnetronoknak a következő: képzeljünk el a közvetett fűtésű katódcső köré egy tömör anyagból való anódhengert, melybe a tengellyel párhuzamosan több hosszirányú kúlslyukalakú üreg van vágva (13. ábra). Ilyen üregnek, melynek méretei megfelelően vannak megválasztva, az a tulajdonsága, hogy mikrohullámokat gerjesztve, mint egy kiváló jóságú rezonanciakör viselkedik, a jósági foka $Q = 10.000 - 50.000$ -es értéket is elérhet. Üregrezonátorokról itt csak annyit óhajtunk közölni, hogy ahhoz, hogy ilyen jósági számok elérhetők legyenek, az üreg falainak lehető nagy vezetőképeségű anyagból, tehát vörösréz-ből kell készülni, továbbá azt, hogy egy vékony réssel ellátott üreg falai között igen nagy feszültség lép fel. Az ily üregekkel ellátott anódú magnetron úgy viselkedik, mint egy, az előbbieken leírt többanódú cső, ahol azonban az anódokhoz tartozó rezgőkör magában az anódban foglal helyet. Az üregek gerjesztését az anód-katód térben az elektromos és mágneses terek hatására mozgó elektronok végzik. Az üregek nagysága annak megfelelően van megválasztva, hogy a természetes rezonancia frekvenciájuk a kívánt kimenő frekvencia legyen. A távolságokat az

egyes üregek között viszont úgy kell megválasztani, hogy a szomszédos üregek éppen ellenkező fázisban rezegjenek, ezáltal az egyes üregeket elválasztó falak éppen ellenkező feszültségűek. Ennek keresztülvitelé céljából, párosszámú üreget kell az anódhengerbe vágni. A gerjesztett teljesítményt egy csatoló kerettel lehet kivezetni, melyet valamelyik üregben helyeznek el.

Az adott és egy kész csőnél változtathatatlan üregméretek természetesen meghatározzák a frekvenciát, melyet csak nagyon kis mértékben (legfeljebb 1–2%-al) lehet a feszültségek módosításával, továbbá a terhelő kör állításával változtatni. Hangolható magnetron is lehet készíteni, melynél a hangolás az üregeket hosszirányban záró lemezek mozgásával végezhető. Itt a változtatás nagysága kitehet 10%-ot is. Fix hangolású magnetronokkal a berendezéseket úgy készítették, hogy pl. 6 egymástól kb. 50 megahertzre fekvő hangolású csővel fogták be a 3400-tól 3700-ig terjedő frekvenciasávot és át-hangolásnál a csövet szükség esetén kicserélték.

A magnetronok általános tulajdonsága, hogy alacsony anódfeszültségnél, továbbá alacsony anódfeszültségnél nem dolgoznak helyesen, mert a cső nem a helyes frekvencián gerjed be.

Az üregmagnetron kiviteli módja olyan, hogy az anódot sajtot vörösrézlemezektől állítják össze és általában több hűtő bordával látják el. A katód és a fűtőtest keramikusszigetelővel van felerősítve, mert a kapcsolat majdnem kizárólag olyan, hogy az anód van földelve, a katód és a fűtőtest, valamint hozzávezetések nagyfeszültségen vannak. Nagyobb frekvenciáknál a fűtőtest összeköttetései is koncentrikus hangolt vezetőkön keresztül vannak bekötve, a kicsatoló keret pedig szintén koncentrikus vezetőkön, esetleg hullámcsővön keresztül adja át a nagyfrekvenciás energiát. Különös gondot kell fordítani a katód nagy elektronemittáló képességére, mert nagyobb csöveknél pillanatnyilag 100 amp. nagyságrendű csúcsáramok léphetnek fel. A csövek hatásfoka igen nagy, általában 20-tól 60%-ig terjed. Így pl. impulzusalakú gerjesztésnél 10 cm hullámhosszon a bemenő teljesítmény 1150 kw (24 kvolt, 43 amper), a rádiófrekvenciás teljesít-

mény 490 watt, a hatásfok 47,5%.

A mágneses tér gerjesztésére elektromágne-
st, újabban pedig permanensmágne-
st használnak. Nagyobb csöveknél, hosszabb hullámoknál általában elektro-
mágne-
st, a kisebb alakú és rövidebb hullámokat gerjesztő csöveknél a permanens-
st. Az újabb nagy energiájú al-
nico vagy hasonló mágnesek alkalma-
sak arra, hogy a szükséges tére-
rőket előállítsák. Elektromágneseknél nehé-
séget okoz az időben teljesen állandó
mágneses tér előállítása, a gerjesztő
áramot stabilizáló berendezés és jó
hűtés szükséges hozzá. A legkisebb
alakú, cm-es hullámokat előállító mag-
netronnal a konstrukció olyan, hogy
a cső és a mágnes teljesen egy egy-
séget képez. A szükséges tére-
rők: 1000-
tól 3000 gauss használatos a 10 cm-es
magnetronokhoz, míg magasabb értékek
szükségesek a cm-es csövekhez, egészen
6000 gaussig.

A magnetronoknál a gerjesztett rádió-
frekvenciát igen nehéz modulálni, hi-
szen tulajdonképpen moduláló elek-
tródája nincsen. Az anódfeszültség vál-
toztatásával pedig általában sem a frek-
venciát, sem az amplitudót nem be-
folyásolhatjuk kellőképpen. A magnet-
ronok ezen tulajdonsága vezetett oda,
hogy oly modulálási módot keressenek,
mit magnetronhoz is jól fel lehet hasz-
nálani. Így alakultak ki az impulzus
moduláció különböző fajtái, melyeknél
vagy az impulzus időbeli hosszát, vagy
a helyét változtatják megfelelő módon.
Ez a módja a centiméteres hullámok
felhasználásának sokesetornás rádiotele-
fonikus békecélokra.

A következő közleményben ismer-
tetjük a centiméteres hullámkeltés leg-
modernebb módját, az ú. n. sebesség-
modulációs csövekkel.

Irodalom.

11. Hull: Phys. Rev. 1921. 18. 31.
12. Brillouin: Phys. Rev. 1941. 60. 385.
13. Linder: Proc. IRE 1938. 26. 346.
14. Elder: Proc. IRE 1925. 13. 159.
15. McArthur-Spitzer: Proc. IRE 1931. 19. 1971.
16. Kilgore: Journ. Appl. Phys. 1937. 8. 666.
17. E. G. Linder: Proc. IRE 1939. 27. 732.
18. Electronics 1946. január 126. old.
19. Habann: Zeitschr. f. Hochfr. 1924. 24. 115.
20. Posthumus: Philips Trans. News 1934. 1/3. 11.
21. Lüdi: Helvetica Phys. A. 1942. 16. 54.
22. Lüdi: Helv. Phys. A. 1946. 19. 3.

MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

a Magyar Technika állandó melléklete

Szerkesztők: Gerő István, Salló Ferenc, Valkó István Péter — Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Szerkesztőségi óra: szombaton 12–2.
Felolós szerkesztő és kiadó: Zentai Béla — Szikra Rt., Budapest, V., Honvéd-utca 10. Felolós: Nedeczky László.