

VI F
1879

Magyar HIRADÁSTECHNIKA



1

Magyar

HIRADÁSTECHNIKA

A HIRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

Felelős szerkesztő:

Baülogh Pál
VI., Eötvös u. 11/a
Telefon: 420—536

Szerkesztők:

Boglár Gyula
Gál István
XI. Szigethy Gyula u. 11
Telefon: 259—660
458—718

A Híradástechnikai
Tudományos Egyesület
Titkársága:

VI., Rudas László u. 45.
Telefon 113—027

Megjelenik kéthavonta
Előfizetési ár egy évre
30,— Ft.
Példányonként 5.— Ft

TARTALOM:

Kovalóczy György: A budapesti 30 kW-os televízió adóállomás	1
Konkoly Tihamér: Feszültségstabilizáló transzformátorok számítása	7
Gál István: Hazai vivőáramú berendezések	15
Simon Gyula: Impulzusosztó	22
Kiss Ernő: Korszerű műsorvevő rádiókészülékek	24
Ipoly Károly: A polietilén öregedése és annak vizsgálata	28
Pataki Balázs: Lágy mágneses ferritek	37

A Magyar Híradástechnika következő (9. évf. 2—3. sz.) két száma összevontan jelenik meg.

Содержание и обобщение на русском языке	37
Inhaltverzeichnis mit Zusammenfassungen in deutscher Sprache	37
Contents and Summaries in english	38
Table des matières avec résumé des articles en langue française	38

Műszerfelhasználók figyelem!

A műszerellátás meggyorsítása érdekében kívánjuk a kedves ügyfeleink figyelmét felhívni arra, hogy az alábbi műszerek előzetes igénylés nélkül Műszermintatermünkben, VI. Népköztársaság útja 2. azonnal megvásárolhatók:

Laboratóriumi RC hanggenerátor 20 Hz-től 1 MHz-ig,

Torzításmérőhíd 8 méréshatárral 05—1—2, 5—5—10—25—50—100 % mérhető alaphangfrekvencia 20—20.000 Hz.

Hangfrekvenciás csővoltmérő 2 mV-tól 1000 V-ig 10 sávban, frekvenciahatár 20 Hz-től 300 kHz-ig.

URH szignálgenerátor, frekvenciatartomány 30—250—920 MHz, frekvenciapontosság $\pm 1\%$ kimenő feszültség 0.5 μ V—1 V-ig.

Hordozható laboratóriumi kombinált mA és μ A mérő, késélmutató tüköralátéttel, műanyagházban 0.5 oszt. pontosságú.

Méréstartomány: 100, 150, 300 μ A, 1.5, 3—6 mA: 100, 150, 300 μ A, 15, 30, 75, mA: 50, 150, 300 μ A, 1.5, 150, 300 mA: 150, 300, 750 μ A, 150, 300, 750 mA: 30, 75, 150, 300 mA, 750 μ A.

Kisalakú késélmutató, beépített Grätz kapcsolású egyenirányítós műszer, méréstartomány: 3—15—30—150—300—600 mA.

Rövid szállítási határidővel vállaljuk az alábbi gyártás alatt lévő műszerek szállítását: Lebegtetős hanggenerátor 0-tól 20 kHz-ig, TV sorszelektor, TV wobbulátor, TV oszcilloszkóp, négy sugaras oszcilloszkóp.

Keresse fel Műszermintatermünket, ahol készséggel állunk rendelkezésére bármely mérés-technikai probléméjára megoldásában.



MŰSZER- ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT

BUDAPEST, VI., NÉPKÖZTÁRSASÁG ÚTJA 2. — TELEFON: 114—856, 114—859

1879

1989

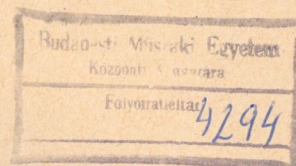
Magyar

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOMJEGYZÉK

1958. (9) évfolyam



	Szám	Oldal		Szám	Oldal
Adamis Béla: Frekvenciamodulált (FM) adók elvi kérdései (II. rész.)	2—3	72	Kolos Richard: Az első híradástechnikai kiállítás és a harmadik híradástechnikai konferencia eredményei	2—3	45
Barta I. dr. és Simon Gy.: Televízió műsoradók nagytávolságú vétellehetőségének vizsgálata	4—6	155	Konkoly Tihamér: Feszültségstabilizáló transzformátorok számítása	1	7
Bán Tamás: Tranzisztorok fizikája	2—3	91	Kovalóczy György: A budapesti 30 kW-os televízió adóállomás	1	1
Bohner E. — Borsos K. — Dénes K. — Kardos Gy.: Új típusú nagyfrekvenciás koaxiális kábelszerkezet kialakítása	2—3	77	Kozma László dr.: A bérháztelefon, mint a távbeszélőszolgáltatás olcsóbbításának egyik módja	4—6	149
Boros Gyevi J. — Kelencs M.: Nyomtatott áramkörök	2—3	83	Lajkó Sándor: Sokesatornás vivőáramú távbeszélő gyártmánycsalád	2—3	55
Erekly Vilmos: Elektroncsövek rácsának termikus emissziójából eredő áramok mérési módszereiről	4—6	183	Lajtha György: A negatív impedancia és a kéthuzalos áramkörök stabilitása	2—3	63
Gál István: Hazai vivőáramú berendezések	1	15	Novák I. és Frischmann G.: Nagytávolságú hírközlő összeköttetések fejlődésének irányai	4—6	117
Gobbi István: Hízteréztényező meghatározása az önindukcióváltozás méréséből	2—3	98	Pataki Balázs: Lágy mágneses ferritek	1	37
Heckenast Gábor: A mágneses hangrögzítéstechnika jelene és fejlődésének iránya	4—6	159	Simon Gyula: Impulzusosztó	1	22
Ipolyi Károly: A polietilén öregedése és annak vizsgálata	1	28	Takács Ferenc: Követési torzítás hanglemezjátszásnál	4—6	206
Ipolyi Károly: Higroszkópos érszigetelésű zománczott erű PVC köpenyű kábelek	4—6	204	Tarnay Kálmán: Új módszer visszacsatolt oszcillátorok méretezésére	4—6	171
Ieney Iván: Összefoglaló áttekintés a budapesti tropikalizációs konferenciáról	2—3	101	Vajda Zoltán: Tranzisztoros erősítők hőmérséklet stabilitása	4—6	167
Katona János: Elektrolitikus kondenzátorok méretezése	4—6	177	Valkó I. P. — Kemény Á. — Pálfi A.: Pentódák zaja kisfrekvencián	2—3	47
Katona J. és Henk K.: Kondenzátorok kapacitásának és veszteségi tényezőjének mérése elektronikusan kiegyenlített váltakozó áramú impedanciahidban	4—6	191			
Kiss Ernő: Korszerű műsorvevő rádiókészülékek (III. rész)	1	24	KÖNYVSZEMLE		
Kiss Ernő: Korszerű műsorvevő rádiókészülékek. (Befejező rész.)	4—6	197	K. A. Springstein: Rövid és ultrarövid hullámú készülékek	1	36
Koczka László: Az elektronika térhódítása az automata távbeszélő központoknál	4—6	125	Műszaki Értelmező Szótár	4—6	214
			EGYÉB		
			Nemzetközi Méréstechnikai Konferencia Budapesten	2—3	46
			Telefunken Teleport	2—3	100
			Pályázati felhívás	4—6	124
			Egyesületi hírek	4—6	213

9801

A budapesti 30 kW-os televízió adóállomás

KOVALÓCZY GYÖRGY, Magyar Posta

A cikk vázlatosan ismerteti a budapesti Széchenyi hegyen 1957. febr. 22-én üzembehelyezett 30/10 kW-os televízió adóállomást. Bevezetésképpen a főváros és az ország középső részének besugárzási kérdésével foglalkozik, indokolja az állomás elhelyezését, frekvenciáját, az adó teljesítményét. Ezután a kép- és a hangadót, a kezelőasztalt, a tápvonalat, a sugárzót, valamint a legfontosabb segédberendezéseket, ellenőrző és mérő-készülékeket ismerteti. A cikk végül rövid áttekintést nyújt a televízió adóberendezést magában foglaló épületről és annak egyéb irányú (FM műsoradás, mikro-hullámú góc) kihasználásáról.

Ez év február 22-én megkezdte üzemét a budapesti Széchenyi hegyen egy 30 kW teljesítményű televízió adóállomás. Az alábbiakban az új állomás feladatát és műszaki berendezéseit ismertetjük röviden.

Elhelyezés, frekvencia, teljesítmény

A televízió műsor kisugárzása — mint ismeretes — csak ultrarövid, vagy még ennél is rövidebb hullámokon történhet a megkívánt nagy sávzsélesség miatt. Mivel az ultrarövidhullámok kvázi-optikailag terjednek, még egy olyan aránylag kis területű ország is, mint a mienk, csak több, különböző helyen dolgozó adóállomással sugározható be megfelelő módon. A Posta már évekkel ezelőtt kidolgozta erre vonatkozó távlati fejlesztési terveit és e tervek birtokában vett részt az 1952-ben Stockholmban tartott nemzetközi konferencián, mely a televízió és FM rádióműsorszórás céljára szétosztotta az üzemi frekvenciákat az európai országok között. Figyelembe vették a hazánk topográfiai adottságain és népességi viszonyain alapuló terveinket és a konferenciát követő egyezmény többek között biztosította, hogy az I. sáv 49,75/56,25 MHz (kép/hang) csatornáján Budapestről, maximálisan 100/50 kW effektív kisugárzott teljesítménnyel televízió műsort adjunk. Effektív kisugárzott teljesítményen az adóállomás sugárzójába betáplált teljesítménynek és az antenna erősítésnek (antennanyereség) a szorzatát értjük.

Az állomásnak Budapesten való elhelyezését egy részről az indokolja, hogy az ország közepe tájának besugárzása szempontjából előnyös kihasználni a budai hegyek által nyújtott természetes magasságot, más részről az, hogy ilyen módon nagy télerősség biztosítható a rádiózavarokkal leginkább fertőzött főváros területén. A budai hegyek közül azért esett a választás a Széchenyi hegyre, mert innen Nagy-Budapest egész területe, számottevőbb árnyékhathatások nélkül jól besugározható, ugyanakkor nincs túl messze a fővárostól és kellő magasságú az országos sugárzás szempontjából is.

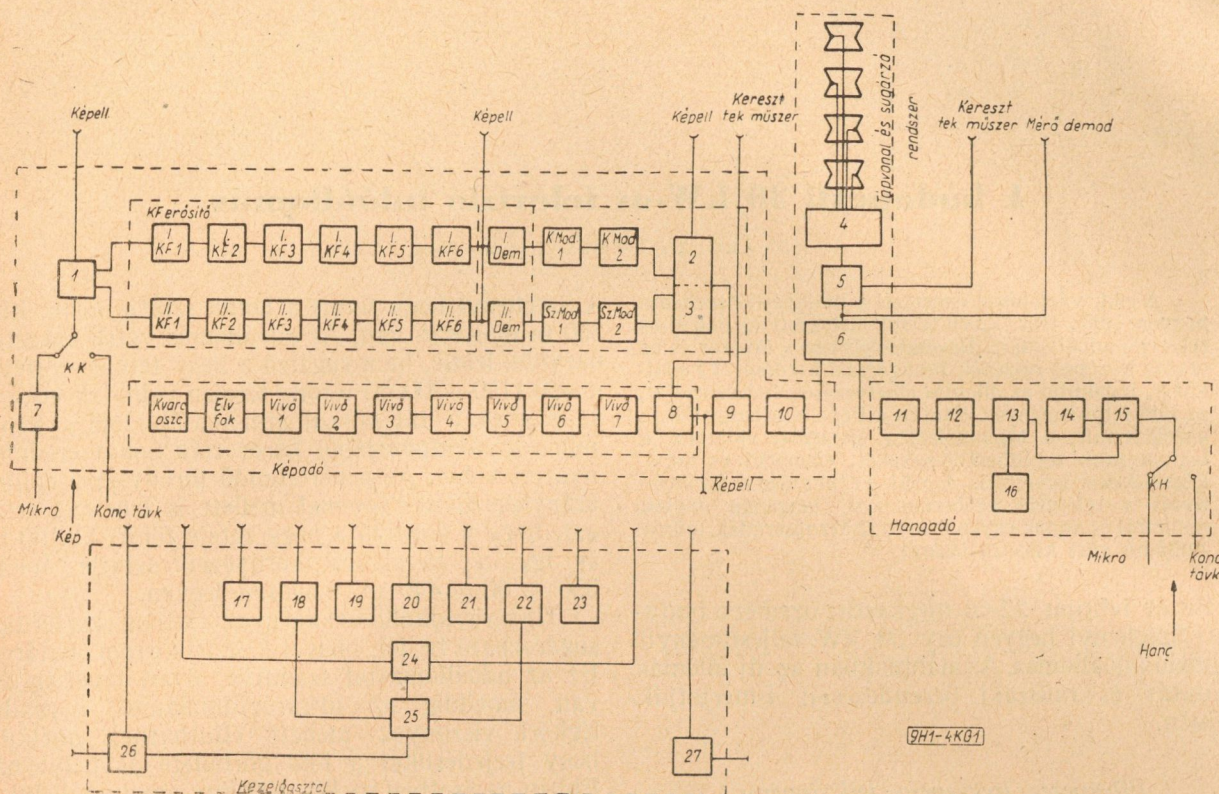
A Széchenyi hegy teteje a Duna szintje fölött kb 350 m magasan van. Az adóállomás vételi körzete nagyobb lenne, ha a sugárzó a hegy tetején épített magas (150—200 m) torony tetején volna, de ebben az esetben a túl hosszú antennatápvonal a képminőség szempontjából káros reflexiókat eredményezett volna. Az ismertetendő toronyszerű épület aránylag rövid tápvonal mellett is lehetővé teszi azt, hogy a sugárzó a hegy teteje fölött kb. 90 m és így a távolabbi környezet szintje fölött $350 + 90 = 440$ m. magasan legyen.

Ultrarövidhullámokkal gyakorlatilag az a terület sugározható be jól, melyet a rádióhorizont határol. Ez az adóállomástól számítva olyan távolságban van, ameddig az ultrarövidhullámok normális légköri viszonyok mellett eljuthatnak anélkül, hogy terjedésüket a föld görbülete akadályozná. Ebben az esetben ez kb. 100 km, amelyen belül a vételt gyakorlatilag nem zavarja még a troposzféra változásából eredő fading. A 100 km sugarú zónában kell tehát olyan télerősséget biztosítani, amely elegendő védelmet jelent az erősáramú rádiózavarokkal szemben. Ez (vidéken) kb. 1 mV/m, ami azt jelenti, hogy akkora effektív kisugárzott teljesítményre van szükség, amely még 100 km távolságban is ekkora télerősséget eredményez. Hullámterjedési diagramok szerint 50 MHz körül, 100 km távolságban, 1 kW effektív kisugárzott teljesítmény hatására 0,1 mV/m télerősséget kapnánk a föld fölött 10 m magasságban (átlagos vevőantenna magasság). De nekünk $1/0,1 = 10$ -szer ekkora télerősségre van szükségünk és ehhez $10^2 \cdot 1 \text{ kW} = 100 \text{ kW}$ effektív kisugárzott teljesítmény szükséges. Az I. sávban gyakorlatilag elég könnyen lehet kb. négyszeres antennaerősítést elérni, ezért a sugárzóba $\frac{100}{4} = 25 \text{ kW}$ körüli teljesítményt kell betáplálni.

A következőkben a közelmúltban üzembe helyezett 30 kW-os német gyártású VEB Funkwerk Köpenick televízió adóberendezést, tartozékait, valamint az ezt magában foglaló épületet fogjuk ismertetni.

Az adóberendezések tömbvázlata

A televízió adó felépítését az 1. ábrán látható tömbvázlat tünteti fel. Ebbe az egyszerűség kedvéért nem rajzoltuk be a tápegyenirányítókat, hálózati egységeket, hűtőművet, szabályozó szerkezeteket, stb. Csupán az adó keresztmetszetének vázlatos megismerése céljából legfontosabb egységeket tüntettük fel. A következőkben a képadó, a hangadó, a tápvonal és sugárzó, valamint a kezelő-



1. ábra. A 30/10 kW-os televízió adóberendezés tömbvázlata

1 — elosztó fokozat; 2 — képjelmodulátor, 3. végfokozat; 3 — szinkronjel modulátor, 3 végfokozat; 4 — antenna transzformátor; 5 — II. reflektométer; 6 — keverőszűrő (Diplexer); 7 — keverő fokozat; 8 — vívó, 8 végfokozat; 9 — I. reflektométer; 10 — oldalsáv szűrő; 11 — hangadó, vágófokozat; 12 — hangadó, meghajtófokozat; 13 — hangadó, vezérlő fokozat; 14 — hangfrekvenciás ellenőrző és mérő egység 2.; 15 — hangfrequentia ellenőrző és mérő egység 1.; 16 — frekvenciaszabályozó berendezés; 17 — mérő demodulátor; 18 — oszcillográf; 19 — képell ellenőrző vevő; 20 — képell ellenőrző vevő; 21 — képell ellenőrző vevő; 22 — oszcillográf; 23 — kereszttekeres mőszer; 24 — jelgenerátor; 25 — amplitúdó szűrő; 26 — demodulátor erősítő; 27 — demodulátor erősítő

asztal egyes részegységeit fogjuk vázlatosan megismerni, majd a tömbvázlaton fel nem tüntetett berendezésekről fogunk néhány szót szólni.

A képadó

1. Video bemenet. A képadó a műsort (az összetett video jelet) koncentrikus távkábel, vagy mikrohullámú összeköttetés útján kaphatja. Az előbbi esetben az összetett video-jel kétoldalsávú amplitúdó modulációval 21 MHz vívőfrekvenciára modulált (pozitív moduláció) formában érkezik és a 70 ohm bemenő ellenállású elosztó fokozatba jut. Amennyiben az összetett video-jel mikrohullámú összeköttetés útján (mint alapsáv) érkezik az állomásra, akkor a keverő fokozatban először két-oldalsávú amplitúdó modulációval 21 MHz középfrekvenciát (Kf) modulálnak a mikrohullámú végberendezés kimenetén jelentkező összetett video-jellel, ezért úgy jut az elosztó fokozatba, mintha koncentrikus távkábel útján érkezett volna. Az elosztó erősítő, melynek bemenő fokozata katódcsatolású, a jelet négyfelé osztja. Kettő ellenőrzésre szolgál, kettő pedig a Kf erősítőbe kerül. A jelszintet az elosztó erősítő bemenetén a kezelőasztalról távműködtetéssel lehet szabályozni.

2. Középfrekvenciás (Kf) erősítő. A Kf erősítő két azonos felépítésű csatornából (I. Kf és II. Kf.) áll, melyek ugyanazt a funkciót végzik. Mindkettő hat ellenütemű fokozatból áll, sáv szélességük

21 MHz Kf körül ± 6 MHz. Az egyes fokozatokban a szükséges sáv szélesség elérése céljából egymáshoz képest széthangolt sávszűrők dolgoznak. A Kf erősítők kimenőfeszültsége kb 50 V. A két csatorna egymás tartaléka.

3. Demodulátor. Mindkét középfrekvenciás csatornát egy-egy ugyancsak egyforma demodulátor fokozat (I. Dem., és II. Dem.) követi. Mindegyikben hat hálózati egyenirányító cső végzi az egyenirányítást. Innen a demodulált jel a modulátorokba kerül.

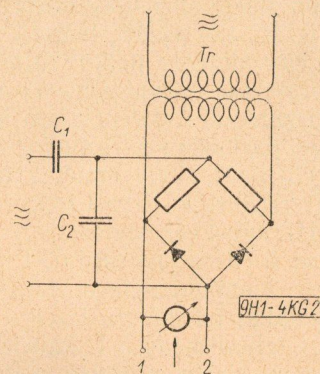
4. Modulátor. A szimmetrikus felépítés itt is megmarad, ez is két csatornából áll. Mindkét erősítő csatorna három, szélessávú egyenáramú erősítő fokozatot foglal magában. Itt azonban a két csatorna funkciója már nem azonos, ugyanis a munkapontok megválasztása olyan, hogy a felső csatorna csak a képelet, az alsó pedig csak a szinkronjelet erősítse. Emiatt a tömbvázlaton a felső csatorna fokozatait képjel-modulátor, az alsót szinkronjel modulátor elnevezésekkel jelöltük meg. Az így egymástól függetlenül erősített kép- és szinkronjelek a két modulátor végfokozat anódkörében egyesülnek, mert a két végfokozat anódja párhuzamosan van kapcsolva és közös munkaellenállásuk van. Ez a munkaellenállás és a két végfokozat adócsöve vízhűtésű.

5. A vívőfrekvenciás rész. Ez a lánc egy termosztátban helyet foglaló kvarcoszcillátorral kezdődik, mely a kisugárzott 49,75 MHz képvívőfrek-

vencia $1/8$ -ának megfelelő frekvencián rezeg. Frekvenciastabilitása kb 10^{-6} . Ezután egy elválasztó fokozat, majd egy erősítő fokozat (vivő 1) következik. A vivő 2 fokozat kétszeresíti a frekvenciát. Szimmetrikus kimenete a vivő 3 fokozatot vezérli, mely egy ellenütemű frekvenciakettőző fokozat (párhuzamosan kapcsolt anódokkal). A vivő 4 fokozat csak erősíti és vezérli a vivő 5 fokozatot. Ez ugyancsak ellenütemű frekvenciakettőző fokozat, mely kb. már 1 kW teljesítményt szolgáltat. A benne dolgozó tetródák neutralizálása az árnyékolórácsuk útján történik. Anódkörének hangoló eleme egy gömbvariometer. Ez induktív csatolás útján vezérli a vivő 6 ellenütemű fokozatot, mely kb 5 kW teljesítményt szolgáltat. Itt a neutralizálás az árnyékoló rácsokhoz kapcsolt változtatható önindukciók útján történik. A vivő 7, két vízhűtésű triódából álló, földelt rácsú, ellenütemű fokozat. Itt is van neutralizálás, mégpedig a vezérrácsokhoz csatlakozó változtatható önindukciók útján. Az anódköre Lecher rendszerrel hangolható, ezzel párhuzamosan van kapcsolva két önindukció. Az egyik induktív kicsatolásra szolgál a vivő 8 fokozat felé, a másikhoz egy előterhelés csatlakozik, amely a végfok rácsköre által képviselt terheléstől (ami a moduláció miatt változó) függetlenné teszi a vivő 7 kimenőfeszültségét, vagyis a végfok meghajtó feszültségét. A terhelő kör emésztő ellenállása vízhűtésű. A végfokozatban ugyancsak két vízhűtésű trióda dolgozik földelt rácsú, ellenütemű kapcsolásban, a neutralizálás megoldása is olyan, mint a meghajtó fokozatnál. A végfokozat rácsához csatlakozik a modulátor végfokozatának kimenő feszültsége és ennek hatására anódkörében kétoldalsávú amplitúdó moduláció jön létre. Ennek anódköre is egy Lecher rendszer, a kicsatolás induktív. A föld-szimmetrikusan jelentkező rádiófrekvenciás teljesítmény egy tápvonalból felépített szimmetrizáló transzformátoron keresztül jut a 60 ohm hullámellenállású koncentrikus tápvonalba. Ebben a fokozatban van a modulátor végfokozatának vízhűtésű anódköri munkaellenállása is. A végfokozat kb. 30 kW vivőfrekvenciás teljesítményt szolgáltat (fekete szint).

6. 1. Reflektométer. A vivő 8 végfokozat kimenő koncentrikus tápvonalába egy reflektométer van beiktatva, melynek segítségével ellenőrizhető az illesztés a képadó és a tápvonal között, továbbá egyúttal védelmet is nyújt helytelen illesztés (vagyis a végfokozat nem megfelelő terhelése) ellen, mert meg nem engedhető illesztési hiba esetén blokkolja a képadó vivőfrekvenciás részét. A reflektométer egy a kezelőasztalon elhelyezett kereszt-tekerces műszeren az állóhullám arány leolvasását teszi lehetővé. Hasonló műszert (II. Reflektométer) láthatunk a tömbvázlaton az antenna-transzformátor és a keverő-szűrő között is, melynek célja és működése hasonló.

A reflektométer működésének alapelvét a 2. ábra világítja meg. Ezen egy hídkapcsolást látunk, melynek egyik átlós pontjaira Tr . transzformátoron keresztül egy a tápvonal áramerősségével arányos, míg a másik átlós pontjaira $C_1 - C_2$ kapacitív feszültségosztó útján egy, a tápvonal feszültségével arányos feszültség kerül. E kettő úgy van beállítva,



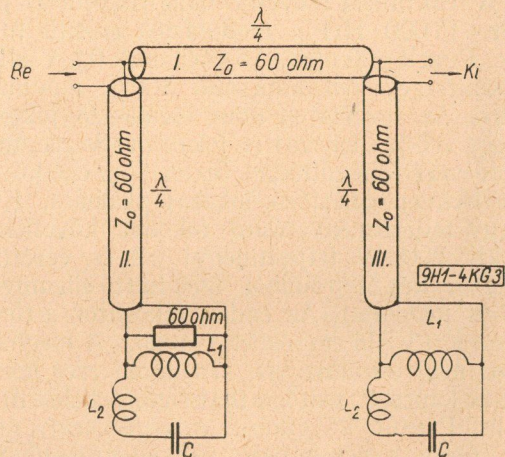
2. ábra. A reflektométer elve

hogy helyes illesztés esetén egyenlőek. Ilyenkor az 1—2. pontokra kapcsolt középállású mikroampermérő mutatója nem tér ki. Nem megfelelő illesztés esetén megváltoznak a tápvonalon az áram- és feszültségviszonyok, a hidat tápláló két feszültség nem lesz egymással egyenlő és ezt a műszer indikálja.

7. Oldalsáv-szűrő. Mint ismeretes, a televízió műsorszórásnál a sáv szélesség csökkentése céljából az ún. csonka oldalsávú rendszert alkalmazzák. Ennél a kisugárzott jel csak a felső oldalsávot tartalmazza teljes egészében, az alsót csak részben, a vivőfrekvenciától lefelé számítva kb. 1 MHz-ig. Az alsó oldalsáv többi részét az ún. oldalsáv-szűrővel kiszűrjük.

A szűrő négy — sorbakapcsolt — egyforma felépítésű, de más elektromos értékekkel rendelkező tagból áll. A 3. ábra szemlélteti egy tag felépítését. Ez három, az f_0 vivőfrekvenciára nézve $\frac{\lambda}{4}$ hosszúságú, 60 ohm hullámellenállású tápvonal-darabból, két L_1 önindukcióból, két L_2 önindukcióból, két C kondenzátorból és egy kb. 2 kW terhelhetőségű, 60 ohmos vízhűtésű ellenállásból áll. L_1 , L_2 és C meghatározott hosszúságú koncentrikus tápvonal-darabok. Valamennyi tagnál $L_2 - C$ együttes az f_0 -ra nézve szoros rezonanciát mutat.

Az f_0 -ra nézve a II. kábel alsó vége a soros rezonancia miatt rövidre van zárva, tehát az elején végtelen nagy ellenállást jelent. Ugyanezen ok



3. ábra. Az oldalsáv-szűrő elve

miatt végtelen nagy ellenállás mutatkozik a III. kábel elején is. Ez azt jelenti, hogy a vivőfrekvenciás teljesítmény akadály nélkül áthalad a szűrőtagon. L_1 méretezése olyan, hogy az alsó oldalsáv valamelyik kiszűrendő frekvenciájára, pl. $f_0 = 1,25$ MHz-re nézve párhuzamos rezonanciát mutasson az L_2 — C együttessel, mely ennél a frekvenciánál kapacitásként viselkedik. Erre a frekvenciára nézve tehát a II. és III. kábel vége nyitott, így a bemenetén 60 ohm, illetve 0 ellenállást mutat. Emiatt az alsó oldalsáv ezen komponenseinek teljesítményét a 60 ohmos ellenállás felemészti. Ezen a frekvencián nem mehet át teljesítmény a I. kábelben a kimenet felé, mert ez az elején végtelen nagy ellenállást jelent. (A vége rövidzártan van.) A többi három hasonló felépítésű szűrőtag az alsó oldalsáv más-más komponens frekvenciáinak teljesítményét emészti fel, úgy, hogy végeredményben bizonyos határon alul az alsó oldalsáv teljesítménye gyakorlatilag kielégítő mértékben felemészthető.

A koncentrikus kábeldarabokat belsejükből áramló levegővel hűtik. Szerkezetük olyan, hogy a belső vezető központos helyzetét helyenként radiális irányú kalit rudak biztosítják, így a dielektromos veszteségek igen kicsik.

8. *A képadó ellenőrző és mérő berendezése.* A képadóhoz tartozik egy mérő és ellenőrző berendezés, (monitor) is, mely nincsen összeépítve az adóval. Ez a következő részekből áll: a) kioltó keverő, és segéd-szinkrongenerátor, b) két egységből álló televízió szignálgenerátor, mely különböző jelalakú előállítására alkalmas; c) mérőoszillográf; d) videofrekvenciás vobbulátor; e) szélsávú csővoltmérő.

Ezek segítségével számos üzemi ellenőrző mérés végezhető. Ilyenek pl.: linearitás vizsgálat; impulzus meredekség, túllövés, tetőferdeség vizsgálat; amplitúdó-frekvencia-karakterisztika felvétele; zajfeszültség mérés stb.

A hangadó

1. *A hangadó nagyfrekvenciás fokozatai.* Oszcillátora az 56.25 MHz üzemi vivőfrekvencia 1/8-án rezeg. A frekvenciamodulációt, melynek maximális lökete az üzemi frekvenciánál 75 kHz, két pentódából álló ellenütemű reaktancia-csőves modulátor végzi. A reaktancia csövek a hangfrekvenciás jelet (40 Hz—15 000 Hz) a modulációs erősítő útján kapják. Ennek 600 ohmos bemenetére 0,5 V effektív feszültséget kell kapcsolni 100% moduláció elérésére. Az oszcillátor után elválasztó fokozat, majd egy erősítő fokozat (1 fok) következik, mely elegendő vezérlőfeszültséget biztosít az ezt követő három frekvenciakettőző fokozat számára. Ezek után egy teljesítményerősítő fokozat következik, mely kb. 200 W teljesítményt ad és vezérli a következő, két tetródából felépített ellenütemű 2 kW-os fokozatot. Az eddigi fokozatok a tömbvázlaton a 13-jelű egységben vannak. A meghajtó fokozat neutralizálása az árnyékoló rács hozzávezetésbe kapcsolva, változtatható önindukciók útján történik. Ezután következik a végfokozat, mely földelt rácsú kapcsolásban, két ellenütemű, vízűtésű triódával dolgozik. A neutralizálás itt a

vezérlő rácsok hozzávezetésébe iktatott változtatható önindukciók útján történik. Az anódkör Lecher rendszer, a kicsatolás induktív. A földszimmetrikusan jelentkező kb. 10 kW teljesítmény egy tápvonalakból felépített szimmetrizáló transzformátoron keresztül jut a 60 ohm hullámmellenállású koncentrikus tápvonalba.

2. *Frekvencia-szabályozó berendezés.* Mivel a megengedhető legnagyobb frekvencia-eltérés ± 1 kHz, szükség van egy frekvenciaszabályozó berendezésre. Ez két feszültség frekvenciáját hasonlítja össze. Az egyik az oszcillátort követő elválasztó fokozattal vezérelt katódcsatolású erősítőből jön (az üzemi vivőfrekvencia 1/8-a), a másikat kvarcoszcillátor szolgáltatja. Egy keverőfokozat előállítja a kettő közötti különbségi frekvenciát (középfrekvencia), mely limiter után egy diszkriminátorba jut. Az adó-oszcillátor frekvenciájának a névleges értékéhez képest történő megváltozása esetén a diszkriminátorból kapott egyenfeszültség olyan hatással van a reaktancia csövek vezérlő rácsára, hogy az adó-oszcillátor frekvenciája a névleges érték felé közeledjék.

3. *Hangfrekvenciás fokozatok ellenőrző- és mérőegysége.* A tömbvázlaton a hangadón belül két hangfrekvenciás ellenőrző és mérőegységet látunk.

A 14-jelű tömb a következő egységeket foglalja magában:

a) Két hangfrekvenciás vonalerősítő, melyeket az állomásra befutó moduláló áramkör (kábel, vagy mikrohullám) vezérel.

b) Egy modulációs erősítő, mely a reaktancia-csővek számára előállítja a szükséges nagyságú, szimmetrikus hangfrekvenciás feszültséget.

c) Ellenőrző hangszóró erősítője.

d) Különböző pontokra kapcsolható kivezérlés-mérő.

e) Frekvencia-löketmérő, melynek segítségével folyamatosan ellenőrizni lehet a frekvencia löketeit, továbbá felhasználható torzítási tényező és nem kívánatos amplitúdómoduláció mérésénél.

A 15-jelű tömb a következő egységeket foglalja magában:

a) Egy hanggenerátor, mérési célokra.

b) Egy háromfrekvenciás hanggenerátor (110, 1000 és 3000 Hz).

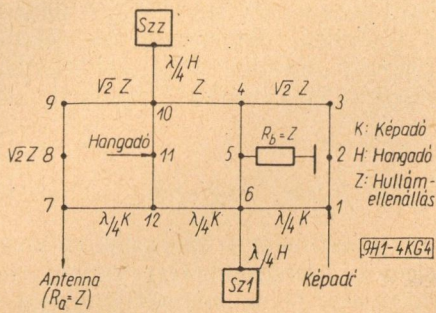
c) Egy csillapítás szekrény.

d) Egy hangfrekvenciás cső-voltmérő.

Lehetőség van arra, hogy a felsorolt műszereket különféle mérések céljából a legkülönbözőbb kombinációkban lehessen összekapcsolni.

A keverő-szűrő (duplexer)

Mint minden korszerű televízió adóállomásnál, itt is ugyanazon adóantenna szolgál mind a képadó, mind a hangadó teljesítményének kisugárzására. Azt a feladatot, hogy a két adó ne hasson egymásra és mindkettő teljesítménye reflexió-mentesen jusson az adóantennába, a keverő-szűrő biztosítja. Ennek sok fajtája van, amelyek közül a mi adónknál alkalmazott kissé módosított elvi rajzát a 4. ábra mutatja. A vonalak szimbolikusan koncentrikus



4. ábra. A keverőszűrő elve

tápvonal darabokat jelentenek. Sz 1 és Sz 2 a hangadó vívőfrekvenciájára lehangolt, koncentrikus tápvonal darabokból felépített szűrők, melyek ennél a frekvenciánál végtelen nagy ellenállást, tehát a hozzájuk kapcsolt $\lambda/4$ hosszúságú csatlakozás elején (6. és 10. pontok) rövidzárat jelentenek. Az 5. ponthoz kapcsolt $R_b = 60$ ohm egy vízhűtésű emésztő ellenállás.

Nézzük először röviden a képadó teljesítményének útját. Ennek frekvenciáira nézve a szűrők a 6. és 10. pontokon gyakorlatilag végtelen nagy ellenállást jelentenek, tehát olyanok, mintha ott sem lennének. Az 1—2—3—4 úton a 4., és az 1—6 úton a 6. pontba jutó haladóhullámok egymáshoz képest a $\lambda/2$ útkülönbség miatt ellenkező fázisúak. Ugyanez a helyzet az 5. és 11. pontban is, tehát sem R_b , sem a hangadó nem fogyaszthat a képadó energiájából. (Csatlakozásmentesség.) Így ennek energiája csorbitatlanul két úton a 7. pontba, tehát az antennába jut, mégpedig a 9—7 $\lambda/2$ hosszúságú úton bekövetkező újabb 180° -os fázisfordulás miatt egymáshoz képest azonos fázisban. Így módon az antenna fel tudja venni a képadó teljes energiáját.

A hangadó frekvenciájára nézve a 6. és 10. pontok rövidzárat mutatnak. Ebből eredően a 12—6, a 7—8—9—10 és a 11—10 n. $\lambda/4$ hosszúságú tápvonal darabok (n páratlan szám) transzformációs hatása miatt a 12—6, a 7—8 és a 11—10 összeköttetések a hangadó frekvenciájára nézve gyakorlatilag nem léteznek és így ennek energiája 11—12—7 úton akadálytalanul eljut az antennába.

Nézzük meg röviden, milyen szerepet játszik az R_b emésztő-ellenállás. Ez egyrészt a képadóból a hangadó sávjába átnyúló esetleges oldalfrekvenciák energiáját, másrészt a hangadónak a képadó sávjába esetleg átnyúló energiáját emészt fel. Az előbbi számára — a szűrők által 6. és 10. pontokban okozott rövidzár miatt — a 4—10 és az 1—6 út nem létezik, tehát az energia 1—2—3—4—5 úton közvetlenül R_b -be jut és hővé alakul. Az utóbbi energia, mivel ezeknél a frekvenciáknál a szűrőkhöz vezető csatlakozások olyanok mintha nem is lennének, kétfelé mehet. Egyrészt 11—10—9—8—7 és 11—12—7 úton az antennához, de e két út között $\lambda/2$ különbség van, a két hullám ellenkező fázisban találkozhat, az antenna nem tud energiát fölvenni. A másik lehetőség a 11—10—4—5 és vele párhuzamosan a 11—12—6—5 út. Az így érkező energiát, mivel az egyenlő úthossz miatt nincs fáziskülönbség, R_b teljes egészében felemészti.

Antenna-transzformátor és tápvonal

A kép- és a hangadó teljesítménye a keverőszűrőből a II. reflektométeren keresztül az antenna transzformátorba kerül. Ez utóbbinak az a feladata, hogy a nagyfrekvenciás teljesítményt négy egyenlő részre ossza szét, ugyanis a sugárzó egy négy emeletből álló lepke-antenna. Az antenna-transzformátor tulajdonképpen három, $\frac{\lambda}{4}$ hosszúságú kon-

centrikus tápvonalakból felépített transzformátor. Az első kétfelé osztja a keverőszűrőből jövő teljesítményt, majd mindkét fél teljesítményt egy-egy újabb kétfelé osztó transzformátorba kerülve, négyfelé oszlik a teljesítmény. Az antenna-transzformátorból a sugárzó minden emeletére egy, tehát összesen négy 60 ohm hullámenellenállású koncentrikus tápvonal megy fel. A négy tápvonal elektromos hossza egyenlő egymással. A belső vezető alumínium cső. A szigetelés három rétegből áll: az első oppanol és polietilén keverék, a második polistirol gyöngyök, a harmadik oppanol. A külső vezető alumínium fólia, melyet nedvesség ellen oppanol keverék véd, majd PVC fólia burkolja. Ugyancsak PVC fólia biztosítja a kábel mechanikai védelmét is. A külső átmérő kb. 9 cm. A kábel csillapítása 50 MHz frekvenciánál kb. 0,5 N/km, próbafeszültsége 7 kV, 50 Hz.

A négy tápvonal egy vascső belsejében van elhelyezve, mely az épületből kb. 35 m magasra nyúlik ki. A cső átmérője az alsó 13 m hosszú szakaszon 1 m, a többi 22 m hosszban 60 cm. Ez utóbbira vannak szerelve a sugárzók. A vascső az épület három felső emeletén keresztül megy, hogy meglegyen a szükséges statikai biztonság. Gondoskodás történt arról, hogy a vascső belső falán ne következzen be páralecsapódás, ezenkívül egy ventilátor levegőt nyomhat a csővön keresztül, hogy megakadályozza erős napsütés esetén a tápvonalak túlmelegedését.

Sugárzó

Mint említettük, a sugárzó egy négyemeletes lepke-antenna. Sávszélessége 8,5 MHz. Antenna-erősítés a függőleges síkban kb. 5, a $\frac{\lambda}{2}$ dipolhoz

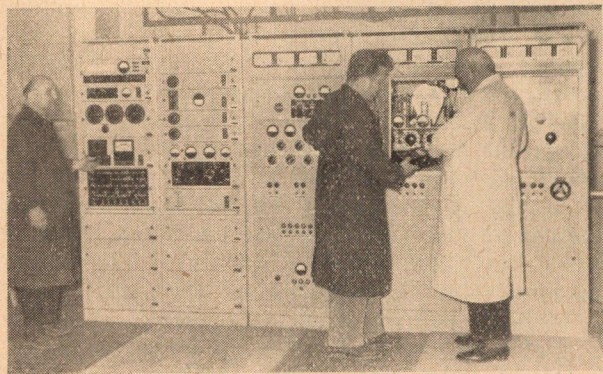
képest. A vízszintes síkban nagyjából körsugárzó, az ettől való eltérés térorösségben kifejezve legfeljebb 20%. A kisugárzott hullámok polarizációja vízszintes. A lepke szárnyak magassága 0,68 λ , a szomszédos emeletek egymástól való távolsága 0,88 λ . Minden emelet négy lepkeszárnnyból áll, melyek közül kettő-kettő egy síkban van és a két sík egymásra merőleges. Minden emeletre egy-egy külön tápvonal fut fel az antenna-transzformátorból és fent egy szimmetrizáló transzformátorba vezet. Ennek bemenete 60 ohm aszimmetrikus, kimenete kétszer 30 ohm szimmetrikus és középen táplálja az egyik sík két lepkeszárnnyát. Így minden emeletnek megvan a maga önálló szimmetrizáló transzformátora. Ez a vascsőben belül van elhelyezve. A másik két szárnyat ennek a transzformátornak a kimenete egy $\frac{\lambda}{4}$ hosszúságú tápvonalon keresz-

tül táplálja, mely a vascsővön kívül helyezkedik el. Ez a tápvonal 90° időbeli fázis eltolást okoz a két sík táplálása között és ez, valamint a két sík 90° -os térbeli szöge biztosítja a vízszintes síkban közel körsugárzó karakterisztikát.

A kezelőasztal

Hasonlóan más nagy adóállomásokhoz, itt is egy kezelőasztalban, áttekinthetően összpontosulnak a legfontosabb kapcsoló, szabályozó és ellenőrző szervek.

Van benne három képellennőrző vevő. Ezek közül kettő folyamatosan az adóba bemenő és a belőle kijövő jelekből felépíthető képet mutatja, a harmadikat pedig a bemenethez, a kimenethez, vagy valamelyik közbeső fokozathoz lehet kapcsolni, továbbá az első kettő közös tartalékát képezi. A képellennőrző vevőkhöz tartozik egy amplitúdó szűrő és két demodulátor-erősítő egység is. A képellennőrző vevők felbontás képességének vizsgálá-



5. ábra. A német szaktársak méréseket végeznek az adóberendezésen (Egri Gyula felvétele)

tára szolgál a kezelőasztalba épített jel-generátor (0,1—10 MHz). A két oszcillográf közül az egyikkel a Kf erősítő bemenetén, a másikkal az adó kimenetén mutatkozó jelformát ellenőrzik. A kezelőasztalról lehet szabályozni a Kf erősítő bemenetére kerülő jel szintjét, továbbá egyéb áramokat és feszültségeket is. Itt van továbbá a reflektométer műszere, a hangadó modulációmélységének ellenőrzésére szolgáló fénymutató műszer, a túlmoduláció indikálása (ha a löket túllépi a 75 kHz értéket), ellenőrző hangszóró szabályozója, továbbá egy távhőmérő, mellyel a hűtővíz hőfokát 10 mérőhelyen lehet ellenőrizni. Ezeken kívül hibakereső kapcsolók, számos indító, szabályozó és kioldószer, ajtózárr érintkező stb. egészíti ki a kezelőasztalt.

Az adóberendezések hűtése

A két adó, a műantennák, az oldalsávszűrő és keverőszűrő emésztőellenállása, előterhelések hűtésére desztillált víz szolgál, mely a szokásos módon zárt rendszerben kering és melegét áramló levegőnek adja át. A két adóban a vízűtésen kívül közvetlenül áramló le-

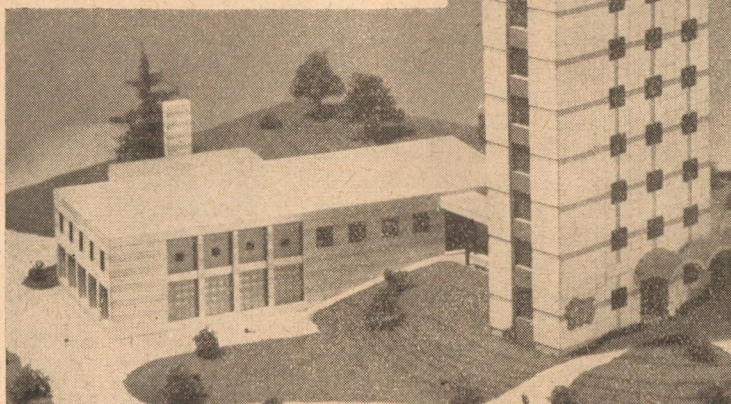
vegő is hűti azokat az egységeket, alkatrészeket, amelyek különben túlmelegednének. Hasonlóképpen hűtőlevegő áramlik át az oldalsávszűrő és a keverőszűrő koncentrikus tápvonal elemeinek belsejében is.

Még két érdekes megjegyzés az adókról

A nagyteljesítményű fokozatokba olyan szerkezeti elemek (potenciométer) vannak beépítve, melyek segítségével az adócsövek üzemi munkapontját széles határok között sztatikusan változtatni lehet. Így módon a fokozatban „kézzel” elő lehet állítani olyan tetszőleges áram és feszültség viszonyokat huzamosabb ideig, amelyek a vezérlés során csak egy-egy pillanatig lépnek fel. Ez arra jó, hogy így meg lehet vizsgálni, nem lépnek-e fel valahol a vezérlési tartományban vadrezgések. Természetesen vigyázni kell arra, hogy a megengedett anódvesztéseket túllépő beállításban csak rövid ideig dolgozzék a cső, csupán addig, hogy egy indikátor műszer segítségével ki lehessen mutatni az esetleges vadrezgést.

Ha üzem közben tönkremegy egy cső, akkor elegendő a helyére egyszerűen beszerelni egy új csövet, nem szükséges újra neutralizálni, mert az üzem minden további nehézség nélkül neutralizálás nélkül is tovább mehet. Így a hosszadalmasabb neutralizációs művelet nem növeli meg az üzemkiesés időtartamát. Az újból való neutralizálást ráérünk elvégezni az üzemidő után is. Ez az adó nagyfokú stabilitásának köszönhető.

A képadó átviteli karakterisztikája nagymér-



6. ábra. Az adóállomás épülete (modell)

tékekben függ a rádiófrekvenciás körök pontos beállításától. Nem elegendő az adót a szokásos módon úgy behangolni, hogy a beépített mérőműszerek szélső értékeket mutassanak, hanem négyszög-impulzusokkal kell modulálni az adót és a végfokozatából kicsatolt és demodulált jel formáját oszcilloszkóppal figyelve kell elérni az optimális beállítást. A rács-, vagy anódkörök kismértékű elhangolása esetén a beépített mérőműszerek mutatója még meg se mozdul, viszont az impulzusok alakja már csúnyán eltorzul.

Néhány szó az adóállomás épületéről

Annak érdekében, hogy az adóberendezéseket a sugárzóval összekötő tápvonal minél rövidebb lehessen, az adóberendezések egy 11 emeletes toronyszerű épület felső emeletein vannak elhelyezve. Az 54 m magas karcsú épület esztétikusan illeszkedik bele a környezetébe (6. ábra). Érdekessége, hogy egy vasszerkezetű torony, amely kívülről körül van falazva. Magyarországon ez az első ilyen toronyszerű épület, melynek terveit az UVATERV készítette, kivitelezését pedig a

23. sz. állami építővállalat végezte. Hasonló felépítésűek a felhőkarcolók is.

A televízió adóberendezések, beleértve ezek tartozékait (egyenirányítók, szabályozó transzformátorok, hűtő- és szellőző berendezések, keverő- és oldalsáv szűrő stb.) nem foglalják el azonban az épület összes helyiségeit. Ugyanebben az épületben fog rajtuk kívül helyet foglalni a végleges budapesti ultrarövidhullámú FM adóberendezés, egy kis televízió stúdió, ebben lesznek azok a mikro-hullámú berendezések, amelyek helyi és távolsági összeköttetésekre szolgálnak, végül a szükséges hivatali és szociális helyiségek egészítik ki az épületet. Az adóállomás területén a főépületen kívül még a következő három épület van: egy fejjállomás, ahol az Elektromos Művek kábelén érkező nagyfeszültségű villamos energia fogadása (kapcsolás, mérés) történik, az energiaépület, ahol a nagyfeszültségű transzformátorok vannak és itt osztják szét a szekunder energiát a különböző üzemegységek felé.

Az új létesítmény újabb nagy lépést jelent a magyar televízió és egyben hazánk kulturális felemelkedésének történetében.

Feszültségstabilizáló transzformátorok számítása

KONKOLY TIHAMÉR, Műszeripari Kutató Intézet

A Híradástechnika egy korábbi számában* már ismertettük a különböző típusú feszültségstabilizáló transzformátorok működési elvét. Ugyanott megadtunk egy módszert, melynek segítségével a méretezés alapjául szolgáló transzformátoregyenlet megoldható. Egy esetben (az ún. Keinath-típusú stabilizátornál) részleteztük az egyenlet levezetését, ennek megoldását, végül a számítással nyert adatok alapján közzétük a kivitelezett transzformátor mérési eredményeit.

Az alábbiakban a gyakorlatban leginkább használt feszültségstabilizáló transzformátor típusok egyenleteinek felállítását és ezek megoldását fogjuk tárgyalni.

Nem akarunk ismétlésekbe bocsátkozni, így néhány résszel kapcsolatban (pl. az egyes stabilizátor rendszerek bővebb ismertetése, méretezési szempontok stb.) az említett cikkekre utalunk. Mindamellet igyekszünk, hogy az itt leírtak önmagukban is érthető egészet alkossanak és az utalások csak kiegészítésül szolgáljanak.

Három stabilizátor típust tárgyalunk az alábbi rendszer szerint:

1. Meghatározzuk a transzformátor (ideális elemekből álló) helyettesítő kapcsolását.

2. Szinuszos tápfeszültséget feltételezve felírjuk a kapcsolás differenciál egyenletét (egy másodrendű, ötödfokú — ún. Duffing-típusú egyenletet —, melynek függő változója a vasmag telített

oszlopában lévő indukció, független változója az idő, együttthatói pedig a kapcsolási paraméterek és a tápfeszültség által megszabott mennyiségek).

3. Első közelítésként feltételezzük, hogy az egyenlőre ismeretlen vasmag indukció $B = a \sin(\omega t + \varphi)$ alakú. Ezt a differenciál egyenletbe helyettesítve a -ra, ill. φ -re két ötödfokú, közösleges (nem differenciál) egyenletet kapunk. Ebből a két ismeretlen kiszámítható.

4. Gyakorlatban azonban nem az egyenlethez keressük a megoldást, hanem pontosan fordítva, a kívánt eredményhez (indukcióhoz) a differenciál egyenletet. Néhány egyéb „mellék” feltétel (teljesítmény, kimenő feszültség stb.) betartása mellett grafikus úton meg tudjuk határozni az egyenlet együttthatóit, ill. a helyettesítő kapcsolás paramétereit.

5. A grafikus eljárásnak az az előnye, hogy a stabilizátor egyes elemein lévő feszültségek, ill. a bennük folyó áramok az ábrából közvetlenül kimérhetők és az ún. feszültség- és áram vektordiagramok felrajzolhatók.

6. Az első közelítésként kapott eredmények most már számító eljárással tovább finomíthatók. Az így nyert értékek általában $\pm 5\%$ hibahatáron belül lesznek.

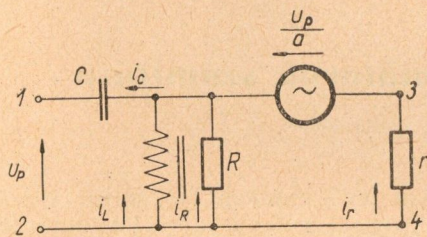
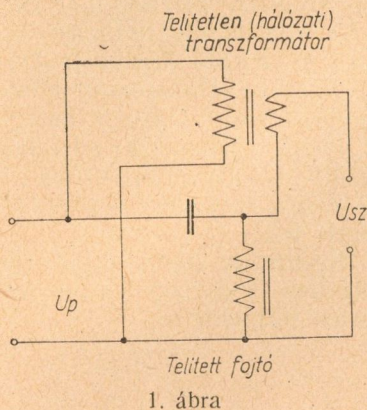
Megjegyzendő még, hogy a számító eljárás folyamán az indukciónak a harmadik felharmonikusa is kiadódik.

Lássuk az itt elmondottakat konkrét esetekben:

* 1957. június 2. — 11. oldal.

I. típusú stabilizáló transzformátor

Az 1. ábra mutatja a stabilizátor kapcsolását. Ha a vasmag telítésben van egy bizonyos hálózati feszültségnél, akkor ennek növekedése esetén a fojtó kapcsain a feszültség csak kismértékben emelkedik. A növekedést a kondenzátor veszi fel. A felső (telítetlen vasú) transzformátor azt a célt szolgálja, hogy a fojtó sarkain mutatkozó csekély feszültségnövekedést kompenzálja azáltal, hogy azzal egy — a hálózattal arányosan növekvő — feszültséget kapcsol szembe.



2. ábra. Q : a fojtó vaskeresztmetszete, w : a fojtó menet száma, l : a fojtó erővonal hossza, B : a fojtó indukciója, H : a fojtó mágneses térerje, a : a hálózati transzformátor menetszám áttétele

Számításainkban a 2. ábrán látható kapcsolással fogjuk a stabilizátort helyettesíteni

Az áramok és feszültségek (a pozitív irányok feltüntetésével) az ábrán be vannak jelölve.

Vizsgáljuk meg elemenként, milyen elhanyagolások és hibákat követünk el.

Az 1. ábra kondenzátora hálózati frekvencián igen jó közelítéssel pótolható egy ideális kondenzátorral.

A vasmagos fojtótekercs vas- és rézvesztéseit R paralel ellenállással vettük figyelembe. Itt már nagyobb a várható hiba, mint az előző esetben. A rézvesztéseket ugyanis egy soros ellenállással kellett volna helyettesíteni. Míután a veszteségek nagyobb részét a vasvesztések teszik ki, az okozott hiba nem jelentős.

A fojtó vasmagjának mágnesezési ($B-H$) görbét ötödfokú parabolával közelítettük. A hisztérezis jelenségét elhanyagoltuk. Mérések szerint ez a tényleges állapottól nem tér el túlságosan.

Közelítést jelent még az is, hogy a veszteség nélküli fojtó számításánál (lásd az (1)–(7) összefüggéseket) feltételeztük a következőket: a) az indukció vonalak egyenletesen oszlanak el a vas-

keresztmetszetben, b) nincs szórásuk, c) az erővonalhossz minden keresztmetszetenél állandó. Ezek a kikötések csak egy egyenletesen betekercselt, átmérőjéhez képest kis keresztmetszetű toroid tekercsnél teljesülnének. A megszokott transzformátor elrendezésnél kisebb nagyobb eltérések lehetségesek.

A kompenzáló feszültség irányát a hálózati feszültséggel fázisban lévőnek vettük fel, nagyságát pedig a menetszám áttételből számítottuk ki. Gyakorlatban egyik feltétel sem teljesül pontosan, de az ebből származó hiba gyakorlatilag elhanyagolható.

Írjuk fel a 2. ábrán látható kapcsolásra Kirchhoff hurok- (1–3) és csomóponti (4) törvényeit, valamint a gerjesztési törvényt (5), továbbá a vas mágnesezési görbét közelítő összefüggést (6) abban az esetben, mikor 1–2 kapcsokra $u_p = -u_{p0} \cos(\omega t + \psi)$ váltófeszültséget kapcsolunk.

$$-u_{p0} \cos(\omega t + \psi) = \frac{1}{C} \int i_c dt + \frac{wQ}{10^8} \frac{dB}{dt} \quad (1)$$

$$\frac{wQ}{10^8} \frac{dB}{dt} = i_R R \quad (2)$$

$$\frac{wQ}{10^8} \frac{dB}{dt} = i_r r + \frac{1}{a} u_{p0} \cos(\omega t + \psi) \quad (3)$$

$$i_c = i_L + i_R + i_r \quad (4)$$

$$i_L = \frac{Hl}{w} \quad (5)$$

$$H = k_1 B + k_5 B^5. \quad (6)$$

A hat egyenletből 6 változót kiküszöbölhetünk. Célunk az, hogy a hálózati feszültség függvényében B indukcióra kapjunk összefüggést.

Egyszerű számítással kapható:

$$\frac{d^2 B}{dt^2} + \Omega \frac{dB}{dt} + \omega_1^2 B + \omega_5^2 B^5 = K \sin(\omega t + \psi + \varepsilon) \quad (7)$$

B -re nézve másodrendű és ötödfokú differenciál egyenlet.

Az együtthatók következőképpen számíthatók a kapcsolási paraméterekből:

$$\Omega = \frac{1}{C} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right); \quad \omega_1^2 = \frac{1}{\lambda_1 C}; \quad \lambda_1 = \frac{Qw^2}{k_1 l 10^8};$$

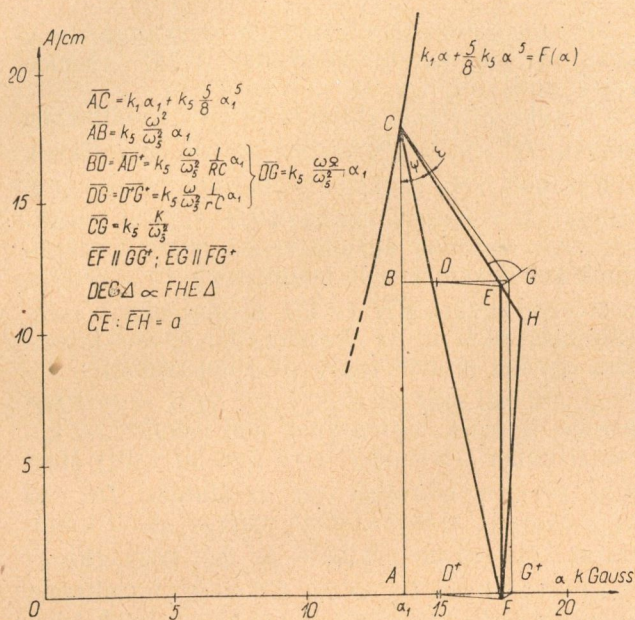
$$\omega_5^2 = \frac{1}{\lambda_5 C}; \quad \lambda_5 = \frac{Qw^2}{k_5 l \cdot 10^8};$$

$$K = \frac{10^8 u_{p0}}{wQ} \sqrt{\omega^2 + \left(\frac{1}{aC} \right)^2}; \quad \varepsilon = \arctg \frac{1}{aC \omega} \quad (8)$$

A (7) differenciál egyenlet közelítő megoldását úgy nyerjük, hogy a

$$B_1 = a_1 \sin \omega t \quad (9)$$

kifejezést behelyettesítjük és az a_1 -re és ψ_1 -re kapott két egyenletet megoldjuk. (B_1 indukció és u_p hálózati feszültség között fellépő ψ_1 fáziseltolást az utóbbinál vettük figyelembe).



3. ábra

B_1 -et, ill. első és második deriváltját, valamint ötödik hatványát: $B_1^5 \simeq \frac{5}{8} \alpha_1^5 \sin \omega t$ -t a (7) egyenletbe helyettesítve k_5/ω_5^2 konstanssal szorozva:

$$-k_5 \frac{\omega^2}{\omega_5^2} \alpha_1 + k_1 \alpha_1 + \frac{5}{8} k_5 \alpha_1^5 = k_5 \frac{K}{\omega_5^2} \cos(\psi_1 + \varepsilon) \quad (10)$$

$$k_5 \frac{\Omega}{\omega_5^2} \alpha_1 = k_5 \frac{K}{\omega_5^2} \sin(\psi_1 + \varepsilon) \quad (11)$$

összefüggéseket kapjuk.

A 4-es programpontunk értelmében nem az a célunk, hogy az adott differenciál egyenletet megoldjuk. Tervezésnél az a feladat, hogy néhány elektromos és mágneses adatból (transzformátor-teljesítmény, hálózati feszültség, vasindukció stb.) és feltételből (feszültségstabilitás, jelalaktorzítás stb.) megkonstruáljuk az ezeknek megfelelő egyenletet. Ha ez sikerült, az együtthatókból kiszámíthatók az ismeretlen kapcsolási elemek.

Ábrázoljuk grafikusán a (9) és (10) összefüggést egy előre felvett α_1 értéknél

A transzformátor karakterisztika megszerkesztésénél követendő irányelveket az említett cikkben részletesen ismertettük. Itt csak röviden érintjük a kérdést. Célszerű α_1 értékét kisebb egységeknél kb. 14 000 Gaussra — nagyobbaknál ennél valamivel többre venni (szilíciumos transzformátorvas esetén), magát a karakterisztikát pedig nagyjából hasonlóra rajzolni, mint a 3. ábra, így a feszültségstabilitás és jelalaktorzítás egyaránt elég kedvező lesz.

Mint a bevezetőben előre bocsátottuk, a karakterisztika egyes metszékei a stabilizátor kapcsolási elemein lévő feszültségekkel, ill. az azokon átfolyó áramokkal arányosak. Lássuk ezen állítás igazolását: (A 0 index-szel ellátott kisbetűk áram-, ill.

feszültségmaximumokat jelentenek!) $\overline{CE}$ arányos a hálózati feszültséggel, ugyanis

$$\overline{CE} = k_5 \frac{1}{\omega_5^2} \frac{10^8 u_{p0}}{w Q} \omega = \frac{\omega C w}{l} u_{p0} \quad (12)$$

$\overline{EF}$ a fojtón levő feszültséggel arányos:

$$\begin{aligned} \overline{EF} &= \overline{GG}^* = k_5 \frac{\omega^2}{\omega_5^2} \alpha_1 = \\ &= k_5 \frac{w^2 Q C}{k_5 10^8 l} \omega^2 \alpha_1 = \frac{\omega C w}{l} u_{L0} \quad (13) \end{aligned}$$

(figyelembe véve az $u_{L0} = (w Q / 10^8) \omega \alpha_1$ összefüggést).

Hasonló bizonyítással kimutatható, hogy

$$\overline{CF} = \frac{\omega C w}{l} u_{C0} \quad (14)$$

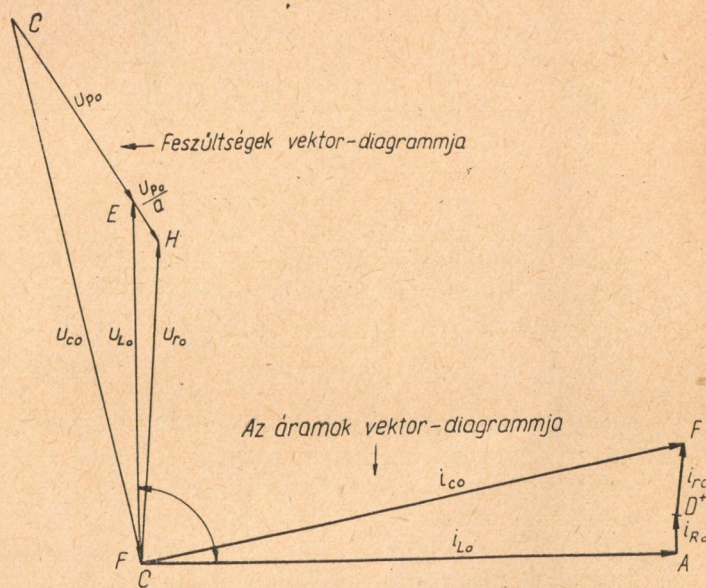
azaz $\overline{CF}$ metszék megfelelő léptékben éppen a kondenzátoron levő feszültséget adja.

A karakterisztikából azonban nemcsak az egyes feszültségértékeket olvashatjuk ki, hanem az a feszültségvektorok egymáshoz képest mutatkozó fázisszögeiről is helyesen tájékoztat. A 4. ábra felső fele mutatja, a feszültségek vektordiagramját. (Első közelítésként szinuszosnak vettük, a rendszerben levő összes feszültséget és áramot, így beszélhetünk vektorábráról. Valóságban sem az áramok, sem a feszültségek nem szinuszosak, ezért a 4. ábra csak közelítő képet ad a ténylegesen fellépő állapotról.)

$\overline{HG}$ egyenes darab, az ún. kompenzáló feszültségnek felel meg. Ez, mint tudjuk, a hálózati feszültség α -ad része, iránya pedig ezzel megegyező.

Végül $\overline{HF}$ a stabilizátort terhelő külső r ellenálláson fellépő feszültség.

Fentiekhez hasonló okoskodással nyerhetjük az árammetszékeket is. A könnyen elvégezhető igazolásokat mellőzzük.



4. ábra

$\overline{AC}$ arányos i_{L0} -al, a fojtón átfolyó árammal:

$$\overline{AC} = \frac{w}{l} i_{L0} \quad (15)$$

$\overline{CF}$ arányos i_{C0} -al, a kondenzátoron átfolyó árammal:

$$\overline{CF} = \frac{w}{l} i_{C0} \quad (16)$$

$\overline{D+F}$ arányos i_{r0} -al, a terhelő ellenálláson átfolyó árammal:

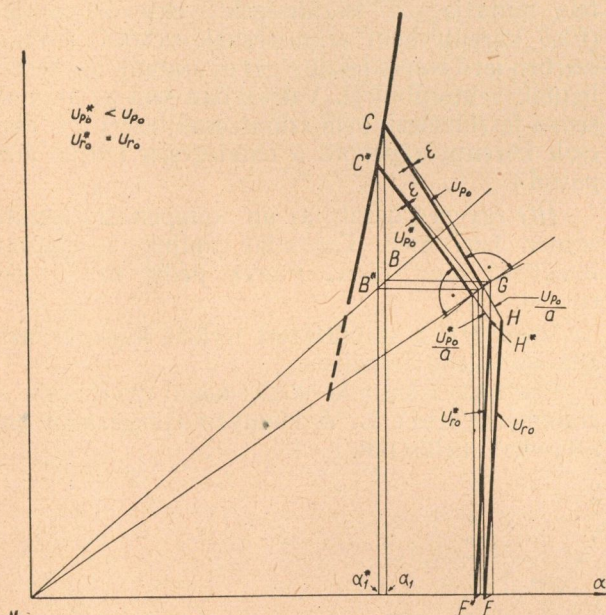
$$\overline{D+F} = \frac{w}{l} i_{r0} \quad (17)$$

$\overline{AD+}$ arányos a fojtó veszteségi áramával i_{R0} -al:

$$\overline{AD+} = \frac{w}{l} i_{R0} \quad (18)$$

A feszültség vektordiagramhoz hasonlóan megszerkeszthető az áramok vektordiagramja is. Lásd 4. ábra alsó részét!

Lássuk ezután, hogyan változik meg a karakterisztika lecsökkent hálózati feszültségnél?



5. ábra

A kompenzálásra jellemző a érték felvétele akkor mondható helyesnek, ha különböző u_p -k esetén a kimenő feszültség u_r változatlan marad!

Tételezzük fel, hogy a vasban levő indukció a_1 -ről a_{1*} -ra nő. C pont a $k_1 \alpha + \frac{5}{8} k_5 a^5$ görbén megy tovább, ugyanakkor B és G pontok az origóból húzott egyenesek mentén mozognak el, mivel $\overline{BG}$ és $\overline{GG^x}$ metszékek a -val arányosak. Meg tudjuk az új állapothoz tartozó $ABCGF$ idomot rajzolni. $\overline{GH}$ darab a hálózati feszültséggel ($\overline{CE}$ -vel) arányosan nő meg és iránya is könnyen adódik, ugyanis $\overline{GH}$ a $\overline{CE}$ folytatása lesz.

E szög változatlan marad! A megváltozott a_{1*} -hoz tartozó karakterisztikának tehát minden része ismeretes, így az megrajzolható.

A külső r terhelő ellenálláson levő feszültséggel arányos $\overline{HF}$, ill. $\overline{H^*F^*}$ feszültségeknek egyenlőnek kell lenniük! Ha ez nem következne be, azaz $\overline{CE}$ hálózati feszültség változására $\overline{HF}$ kimenő feszültség nem maradna állandó érték, akkor korrigálnunk kell a kompenzáló feszültséget. Ez a értékének, ezzel együtt $\overline{EH}$ és $\overline{EG}$ távolságoknak megváltozását okozza. Az első pontatlan felvétel kijavítása egy-két próbálkozásra sikerülni szokott.

3. ábránál már jeleztük, hogy $\overline{DEG}$ és $\overline{FHE}$ háromszögeknek hasonlóknak kell lenniük. (A karakterisztika felvételénél erre ügyelni kell!) Most még röviden igazoljuk ezt az állítást. $\overline{DE}$ az $i_{r0} = u_{r0}/r$ -rel arányos, mint már az előbb kimutattuk. Hasonlóan belátható az is, hogy $\overline{DG}$ az u_{L0}/r -rel arányos. $\overline{GF}$ az u_{r0} , $\overline{EF}$ az u_{L0} feszültséget adja megfelelő léptékben. A két háromszög két-két oldala arányos, egy szöge pedig egyenlő. ($\overline{DGE} = \overline{FEH}$), így azok hasonlóak.

A transzformátor méretezése egyszerűbbé válik, ha a kompenzáló feszültség hatását utólag vesszük figyelembe. Ilyenkor először $u_p/a = 0$ feltételezéssel számítjuk ki a transzformátort, azután a kimenő feszültségből levonva a kompenzáló feszültséget kapjuk a végleges kimenő feszültséget. Ez az eljárás természetesen pontatlanabb az itt közölnél.

A karakterisztikából leolvasott feszültség és áramértékekből kiszámíthatók a kapcsolási paraméterek: a kondenzátor kapacitása, a fojtó adatai stb.

1. A hálózati feszültség meghatározza a feszültségdiagram léptékét és ezzel együtt az összes többi feszültségeket.

2. A kimenőoldali teljesítmény és feszültség ismeretében az I_r áram kiszámítható. Ez meghatározza az áramdiagramm léptékét.

3. A kondenzátor kapacitása $C = I_c/(\omega U_c)$ képletből számítható.

4. A fojtó menetszámának megállapításához felvesszünk Q vaskeresztmetszetet és így a menetszám: $w = U_p/(222 a_1 Q \cdot 10^{-8})$ lesz.

5. Meghatározzuk a fojtó szükséges huzal keresztmetszetét (a rajta keresztülfolyó I_L áramból).

6. Ellenőrizzük, hogy a választott vastípusnál elfér-e a kiszámított vastagságú és menetszámú tekercselés.

7. $l = (i_{L0} w)/F(a)$ képlettel ellenőrizzük, hogy a választott lemezforma erővonal hossza megfelelő-e.

Ha a 6. és 7. pontban foglalt feltételek nem teljesülnének, változtatnunk kell a vaskeresztmetszeten, ill. a lemez alakon. A fentiek alapján megépített stabilizátor feszültségei és áramai első közelítésben már ismertek. Ha pontosabban meg akarjuk őket határozni, akkor — a már többször említett cikkben közölt — egyszerű számítással korrigálhatjuk értékét, ill. kiszámíthatjuk β_1 -et, az indukció harmadik harmonikusának amplitudóját, és ennek ismeretében a feszültségek előbb kapott értékeit helyesbíthetjük.

Az eljárás a következő:

$$\alpha_1' = \frac{\alpha_1}{\sqrt{1 + 2,5 \frac{\beta_1}{\alpha_1} + 6 \left(\frac{\beta_1}{\alpha_1} \right)^2}} \quad (19)$$

képlettel kapjuk α_1 korrigált értékét α_1' -t. A gyökjel alatt szereplő β_1/α_1 kifejezést, az indukció harmadik harmonikusának %-os értékét közelítően 0,1-nek vesszük.

Ezután kiszámítjuk β_1 fázisszögét φ_1 -t:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{-4,8 \frac{\omega \Omega}{\omega_5^2}}{-1,6 \frac{9 \omega^2 - \omega_1^2}{\omega_5^2} + 3 \alpha_1'^2 - 2 \alpha_1' \beta_1} \quad (20)$$

Ez nem túlságosan érdekes számunkra, de mégis meg kell határoznunk, mert a jelalak szempontjából rendkívül fontos $-\beta_1$ nagyságát megadó összefüggésben szerepel.

$$\begin{aligned} & - (2 + \cos 2 \varphi_1) \alpha_1'^2 \beta_1^2 + \\ & + \left[\left(-1,6 \frac{9 \omega^2 - \omega_1^2}{\omega_5^2} + 3 \alpha_1'^2 \right) \cos \varphi_1 - \right. \\ & \left. - 4,8 \frac{\omega \Omega}{\omega_5^2} \sin \varphi_1 \right] \beta_1 - 0,5 \alpha_1'^2 = 0. \end{aligned} \quad (21)$$

Ha ebből a másodfokú alakból kiszámítottuk β_1 -t, megnézzük, hogy az előző β_1/α_1 felvételénél nem hibáztunk-e túlságosan. Ha ez így történt volna, újból kell számolnunk, egészen addig, míg a felvétel és a β_1 -re kiadódó végeredmény összhangba nem jutnak. Ez gyakorlatban rendszerint 1, maximum további 2 lépés után sikerülni szokott.

Az indukció alap és harmadik harmonikusának ismeretében kb. 5% hibával kiszámítható a stabilizátor kimenő feszültségének effektív értéke.

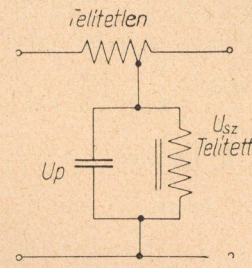
$$U_{L_{\text{eff}}} = U_{L_1} \sqrt{1 + 3 \frac{\beta_1}{\alpha_1'}} \quad (22)$$

II. típusú stabilizáló transzformátor

Ez az egyik leggyakrabban alkalmazott stabilizátor típus. Az előzővel szemben számos előnye van: önálló egységként alkalmazható (I. típusnál a kompenzáló feszültséget egy hálózati transzformátorról kell levenni), terhelés változásra eléggé érzéken, a kimenő feszültség jelalakjának torzítása nem nagy, méretei kisebbek a másikénál. Ezekkel szemben áll az a hátrány, hogy a telített vasú transzformátoron kívül még egy fojtótekercs is kell hozzá. Míg I. típust legtöbbször elektronikus készülékekben egy vagy több cső stabil fűtőfeszültségének előállítására használják, addig II. típust csaknem kizárólag önálló egységként alkalmazzák. A transzformátor kapcsolása a 6. ábrán látható.

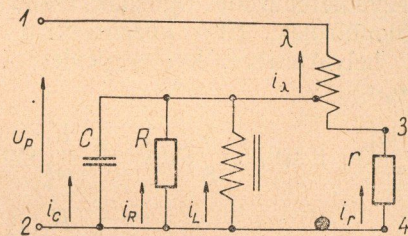
A kondenzátorral és a telített fojtóval kapcsolatban itt is ugyanazok mondhatók el, mint I. típusnál. A telítetlen transzformátor 7. ábra szerinti helyettesítése azonban nem mondható tökéletesnek.

Ha pontosan akarnánk eljárni, figyelembe kellene vennünk a primer és szekunder tekercsek ellenállását, szórási induktivitását, valamint a vasvesztéseket. Ezt azért nem tesszük meg, mert számításaink áttekinthetetlenül bonyolultakká válnának. Ha pl. nem hanyagoljuk el a tekercsellen-



6. ábra

állást, harmadrendű differenciál egyenletet kapunk. Ennek megoldása ugyan nem jelent elvi nehézséget, de lényegesen több munkát igényel, mint egy másodrendűé. A számítási módszer bemutatására sokkal alkalmasabb a 7. ábra szerinti kapcsolás mint a pontosabb helyettesítő kép, de megfelelő a tényleges méretezéshez is. A stabilizátor kedvező működtetése érdekében ugyanis célszerű a telítetlen transzformátort úgy választani, hogy az az ideáltól ne térjen el túlságosan, így gyakorlatban a 7. ábra szerinti közelítés általában kielégítő.



7. ábra

A 7. ábrán a betűk jelentése közvetlenül látható. A telített fojtó adatait ugyanúgy jelöltük, mint az előbb. A telítetlen fojtó induktivitása λ . A primer és szekunder tekercsek közötti menetszámáttétel a . A csatolási tényezőt egynek véve, a szekunder tekercs induktivitása: λ/a^2 és kölcsönös induktivitási tényező: λ/a .

Felírjuk Kirchhoff hurok- (23–26.) és csomóponti (27) egyenleteit, valamint a gerjesztési törvényt (28) és a mágnesezési görbe alakját megadó összefüggést (29):

$$u_{p_0} \cos \omega t = \lambda \frac{di_\lambda}{dt} + \frac{\lambda}{a} \frac{di_r}{dt} + \frac{wQ}{10^8} \frac{dB}{dt} \quad (23)$$

$$\frac{wQ}{10^8} \frac{dB}{dt} = \frac{1}{C} \int i_c dt \quad (24)$$

$$\frac{wQ}{10^8} \frac{dB}{dt} = Ri_R \quad (25)$$

$$\frac{wQ}{10^8} \frac{dB}{dt} = ri_r + \frac{\lambda}{a^2} \frac{dir}{dt} + \frac{\lambda}{a} \frac{di_\lambda}{dt} \quad (26)$$

$$i_\lambda = i_C + i_R + i_L + i_r \quad (27)$$

$$i_L \frac{w}{l} = H \quad (28)$$

$$H = k_1 B + k_5 B^5 \quad (29)$$

Ezen relációkból B -re egy másodrendű, ötödfokú differenciál egyenletet nyerhetünk:

$$\frac{d^2 B}{dt^2} + \Omega \frac{dB}{dt} + (\omega_0^2 + \omega_1^2) B + \omega_5^2 B^5 = K \sin(\omega t + \psi + \varepsilon). \quad (30)$$

A konstansok jelentései:

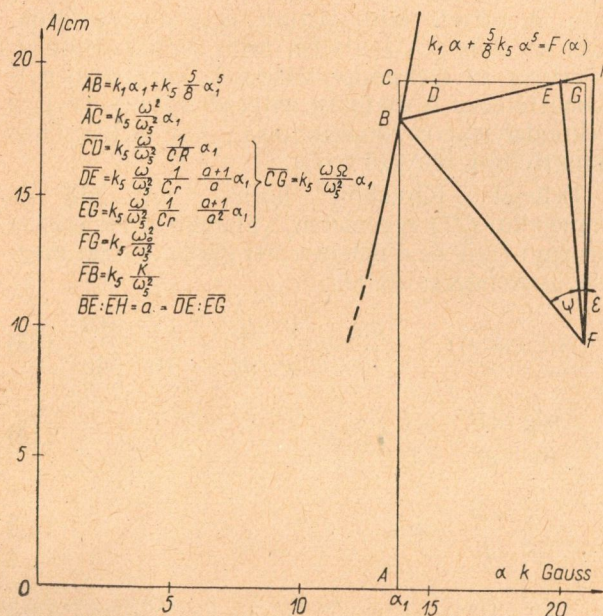
$$\left. \begin{aligned} \Omega &= \frac{1}{C} \left[\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \left(\frac{a+1}{a} \right)^2 \right]; \\ \omega_0^2 &= \frac{1}{\lambda C}; \quad \omega_1^2 = \frac{1}{\lambda_1 C}; \quad \lambda_1 = \frac{w^2 Q}{k_1 l \cdot 10^8}; \\ \omega_5^2 &= \frac{1}{\lambda_5 C}; \quad \lambda_5 = \frac{w^2 Q}{k_5 l \cdot 10^8}; \\ K &= \frac{\omega_0^2 10^8}{\omega w Q} u_{p0} \sqrt{1 + \left(\frac{\omega \lambda}{r} \frac{a+1}{a^2} \right)^2}; \\ \varepsilon &= \arctg \frac{\omega \lambda}{r} \frac{a+1}{a^2} \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

Láthatjuk, hogy az I. és II. stabilizátorok differenciál egyenletei azonos típusúak, csak az együtthatók különböznek. Első közelítésként $B_1 = a_1 \sin \omega t$ -t helyettesítve két egyenletet kapunk a_1 -re és ψ_1 -re:

$$-k_5 \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\omega_5^2} a_1 + k_1 a_1 + \frac{5}{8} k_5 a_1^5 = k_5 \frac{K}{\omega_5^2} \cos \psi_1 \quad (32)$$

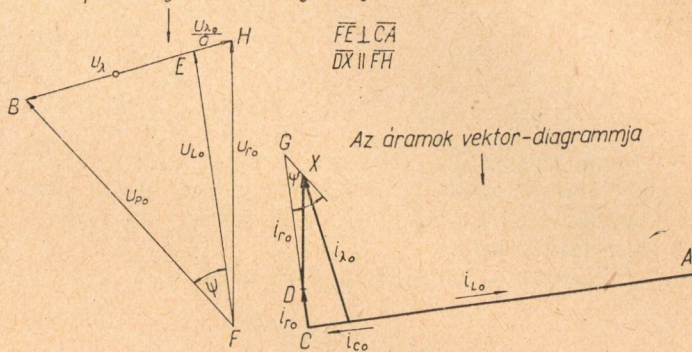
$$k_5 \frac{\omega \Omega}{\omega_5^2} a_1 = k_5 \frac{K}{\omega_5^2} \sin \psi_1 \quad (33)$$

Ezek alapján megrajzolható a karakterisztika is.



8. ábra

A feszültségek vektor-diagramja



9. ábra

A karakterisztika felvételénél célszerű $a_1 = 14000$ Gauss körüli értéket választani és az egészet kb. olyanra rajzolni, mint a 8. ábra. A vektordiagramból látni fogjuk, hogy $\overline{AB}$ metszik a telített fojtón, $\overline{AC}$ metszik pedig a kondenzátoron átfolyó árammal arányos. $\overline{AC} > \overline{AB}$, tehát a paralel kör ebben a beállításban kapacitív jellegű. Helyesen választott $\overline{AC}/\overline{AB} > 1$ viszony esetén elérhető, hogy a kimenő feszültség értéke állandó marad r terhelő ellenállás megváltoztatása esetén (egy bizonyos hálózati feszültség mellett).

A karakterisztika itt is, mint az előbb egy egy- másra rajzolt áram- és feszültségdiagramnak tekinthető.

A 9. ábrán kirajzoltuk ezeket külön-külön is. A 8. ábrával való összefüggést az azonos betűjelzésekkel igyekeztünk megvilágítani. A vektorok mellé írt indexes kisbetűk itt is az áramok, ill. feszültségek csúcserőit jelentik. A feszültség-metszékek szorzói mások, az árammetszékeké ugyanazok, mint az előbb voltak:

$$\overline{EB} = \frac{w E}{l \lambda \omega} u_{p0}; \quad E = \sqrt{1 + \left(\frac{\omega \lambda}{r} \frac{a+1}{a^2} \right)^2}$$

és

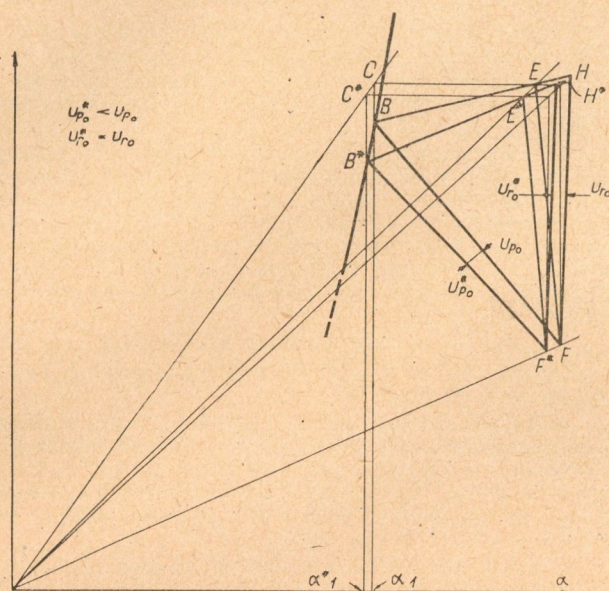
$$\overline{AB} = \frac{w}{l} i_{L0}, \quad (34)$$

Különböző hálózati feszültségekhez tartozó karakterisztikák a 10. ábra alapján szerkeszthetők.

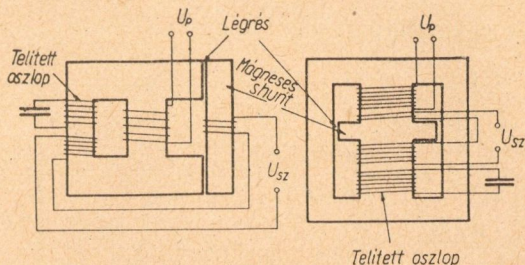
E pont helyét próbálgatással kell megállapítanunk, $\overline{HF} = \overline{H'F'}$ feltételből (a kimenő feszültség állandóságából). Első kísérletként az $a = \overline{BE} : \overline{EH}$ viszonyt 5-nek vehetjük.

Szerkesztéssel igazolható egy olyan beállítás létezése, hogy egy állandó bemenőfeszültségnél terhelésváltozás esetén ne változzék a kimenőfeszültség értéke. (A szerkesztést célszerű névleges bemenőfeszültségnél a teljes terhelés és üresjárás esetére elvégezni!) II. típusú rendszernek éppen ez az egyik előnye az I. rendszerrel szemben, ott ugyanis nem kerülhető el a terhelésváltozás okozta kimenőfeszültség változás.

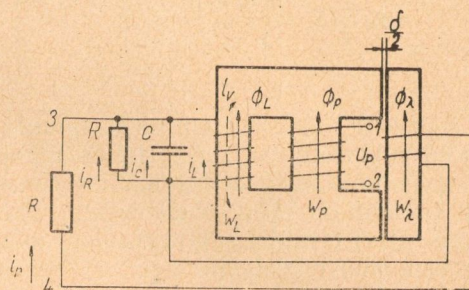
Az áram és feszültségdiagramból kiszámíthatjuk a stabilizátorhoz szükséges kondenzátor, fojtó stb. adatait. Ez az előzőekben látottakhoz hasonlóan történhet. Csak annyit szükséges még megemlíteni, hogy a telítetlen transzformátort lég-



10. ábra



11. ábra



12. ábra

réssel kell ellátni, ügyelve arra, hogy a vasban levő maximális indukció ne haladja túl a 6–7000 Gausst, továbbá az $\omega\lambda/\rho$ érték (ρ a tekercs ohmikus ellenállása) 10-nél nagyobb legyen.

A stabilizátor adatainak ismeretében számításal kaphatjuk a telített vasmag indukció első és harmadik harmonikusának pontosabb értékeit, valamint azok fázisszögeit. Az alapharmonikus korrigált értéke

$$\alpha_{1'} = \frac{\alpha_1}{\sqrt[5]{1 + 2,5 \frac{\beta_1}{\alpha_1} + 6 \left(\frac{\beta_1}{\alpha_1} \right)^2}}; \quad (35)$$

$\frac{\beta_1}{\alpha_1} = 0,07$ -et választunk.

A harmadik harmonikus fázisszögének tangense:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{-4,8 \frac{\omega \Omega}{\omega_5^2}}{-1,6 \frac{9\omega^2 - \omega_1^2 - \omega_0^2}{\omega_5^2} + 3\alpha_{1'}^4 - 2\alpha_{1'}^3 \beta_1} \quad (36)$$

a harmadik harmonikus értékére pedig az alábbi másodfokú egyenlet adódik:

$$\begin{aligned} & - (2 + \cos 2\varphi) \alpha_{1'}^3 \beta_1^2 + \\ & + \left[\left(-1,6 \frac{9\omega^2 - \omega_1^2 - \omega_0^2}{\omega_5^2} + 3\alpha_{1'}^4 \right) \cos \varphi_1 - \right. \\ & \left. - 4,8 \frac{\omega \Omega}{\omega_5^2} \sin \varphi_1 \right] \beta_1 - 0,5 \alpha_{1'}^5 = 0. \end{aligned} \quad (37)$$

Ha nem kapjuk vissza β_1 felvett értékét, az eljárás ugyanaz, mint az I. típus esetén.

III. típusú stabilizátor

Használata széles körben elterjedt. II. típussal szemben az az előnye, hogy egyetlen vasmagon elkészíthető. Egyéb tulajdonságaikban nagyjából megegyeznek. Gyakorlatban két elrendezésben gyártják.

A két megjelenési forma külsőre eltér, de ha jobban megvizsgáljuk őket, működésbeni különbség alig van közöttük. Az összes lényeges eltérés az, hogy *b)* típusnál a hálózati tekercs oszlopa azonos keresztmetszetű a telített oszlopéval, továbbá a kompenzáló tekercs *a)* típusnál többnyire a mágneses söntön van. Ez utóbbi elrendezés a terhelésváltozás hatásának kikompenzálása szempontjából előnyösebb. Rajzoljuk fel *b)* típus esetén a helyettesítő kapcsolást. Az ábrába írt betűk jelentése az előzőek alapján világos.

Felírjuk Kirchhoff hurok- (38, 39, 40) és csomóponti (41) egyenleteit, a vasmagokban levő fluxusok csomóponti törvényét (42) feltételezve, (hogy az összes indukcióvonalak a vasban mennek), a gerjesztési törvényt a külső körre (43), az összefüggést H és B között (44, 45), végül a hálózati feszültség és B_p indukció közötti összefüggést (46):

$$\frac{w_L Q}{10^8} \frac{dB_L}{dt} = \frac{1}{C} \int i_C dt \quad (38)$$

$$\frac{w_L Q}{10^8} \frac{dB_L}{dt} = Ri_R \quad (39)$$

$$\frac{w_L Q}{10^8} \frac{dB_L}{dt} = \frac{w_\lambda Q}{10^8} \frac{dB_\lambda}{dt} + ri_r \quad (40)$$

$$i_L + i_C + i_R + i_r = 0 \quad (41)$$

$$QB_L + sQB_p + QB_\lambda = 0 \quad (42)$$

$$i_L w_L - i_r w_\lambda = H_L l_L - H_\lambda \delta \quad (43)$$

$$H_L = k_1 B + k_5 B^5 \quad (44)$$

$$H_\lambda = k B_\lambda \quad (45)$$

$$\frac{w_p sQ}{10^8} \frac{dB_p}{dt} = -u_{p0} \cos(\omega t + \varphi) \quad (46)$$

Ezen relációkból az alábbi egyenlet fejezhető ki:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 B_L}{dt^2} + \Omega \frac{dB_L}{dt} + (\omega_1^2 + \omega_5^2) B_L + \omega_5^2 B_\lambda^5 = \\ = K \cos(\omega t + \varphi + \varepsilon) \end{aligned} \quad (47)$$

Az együtthatók jelentései:

$$\left. \begin{aligned} \Omega &= \frac{1}{C} \left[\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \left(\frac{1+a}{a} \right)^2 \right]; \quad a = \frac{w_L}{w_\lambda} \\ \omega_0^2 &= \frac{1}{\lambda C}; \quad \lambda = \frac{w_\lambda^2 Q}{k \delta 10^8}; \quad \omega_1^2 = \frac{1}{\lambda_1 C}; \\ \lambda_1 &= \frac{w_L^2 Q}{k_1 L_L 10^8}; \quad \omega_5^2 = \frac{1}{\lambda_5 C}; \quad \lambda_5 = \frac{w_L^2 Q}{k_5 L_L 10^8} \\ K &= \frac{\omega_0^2 10^8}{\omega w_p Q} u_{p_0} \sqrt{1 + \left(\frac{\omega \lambda}{r} \frac{a+1}{a^2} \right)^2} \end{aligned} \right\} \quad (48)$$

A (47) egyenlet ugyanaz, mint a II. típusú stabilizátor (30) egyenlete volt. Az eltérés mindössze annyi, hogy a konstansok némelyikét most másképpen kell kiszámítani, mint az előbb (így pl. w_L/w_λ jelenti az a -t stb.), továbbá a (46) egyenlet baloldalán a nevezőben levő menetszám nem w , hanem w_p . Az egyezés kellemes következménye, hogy a továbbiak: karakterisztika, vektordiagram, pontosabb közelítések stb. szóról-szóra átvehetők az előző részből.

Végezetül néhány elvi és gyakorlati megjegyzést kívánunk még a mondottakhoz fűzni:

1. A levezetésnél feltételeztük, hogy az erővonalt menteni integrálját csak az l_L hosszúságú telített vasban és a δ vastagságú légrésben kell figyelembe venni. Ez azért engedhető meg, mert a többi részben nincs telítésben a vas, így az integrál értéke ott elhanyagolható.

2. A számításnál közömbös, hogy a középső oszlop keresztmetszete mekkora, gyakorlatban mégis célszerű ezt a telített oszlopénál valamivel nagyobbra venni ugyanis, ha egyenlő keresztmetszetűek, és a légrés felé nem folyik el a fluxus egy része, a középső oszlop is telítésbe jut. Ez azt jelenti, hogy a hálózathoz nagy meddő áramot fog felvenni a transzformátor és ami ennél kellemetlenebb, nagy primer huzalátmérőt kell alkalmazni. a) típusú kivitelnél, ahol a két oszlop keresztmetszete egyforma, ezen úgy segítenek, hogy a működést kapacitív jellegűre állítják be, és ilyenkor a primer fluxus egy része a mágnesen sönt-ön át el tud folyni és így az oszlop nem dolgozik telítésben. A kapacitív beállítás a terhelésváltozások okozta stabilitáscsökkenés ki- kompenzálhatósága miatt is kedvező.

FÜGGELÉK

A méretezési eljárást egy II. típusú stabilizáló transzformátor tervezésén mutatjuk be.

Legyen a hálózati feszültség 220 V és a kimenő teljesítmény 8 W.

Vegyük fel a transzformátor karakterisztikáját (8. ábra) az alábbi megfontolások alapján:

A felhasznált szilíciumos vas esetén a $B-H$ görbe $H = 2 \cdot 10^{-4} B + 4,85 \cdot 10^{-20} B^5$ ötödfokú parabolával pótolható. $F(a) = 2 \cdot 10^{-4} B + (5/8) \cdot 4,85 \cdot 10^{-20} B^5$ lesz. α_1 értéke — mivel kisteljesítményű transzformátorról van szó — ne legyen nagyobb 14,000 Gaussnál (α_1 esetünkben 13,800 Gauss). AB a fojtón átfolyó meddő-, CD pedig a wattos árammal arányos. Mérésekből ismeretes a két áram

viszonya (a választott indukció esetén), így D pont bejelölhető. AC kapacitív áram legyen valamivel nagyobb AB induktív áramnál. Az ilyen felvétel előnyös a terhelésváltozás okozta kimenőfeszültség változás kiküszöbölhetősége szempontjából.

CG valamint GF egyenes darabok nagyságától függ a transzformátor stabilitása, kimenő feszültségének jelalakja és terhelhetősége. A három feltételt kielégítésénél egymásnak ellentmondó követelmények lépnek fel $CGFA$ alakjával kapcsolatban. A 8. ábra szerinti felvétel kompromisszum és annak az esetnek felel meg, amikor a stabilitás jelalak-torzítás és a transzformátor igénybevétele egyidejűleg elég kedvező.

E pont helyének megválasztását úgy végezzük, hogy a -t 5-re vesszük. De mert $EH:BE$ viszony is a -val egyenlő, H pont helye is kiadódik.

Meg kell azonban még vizsgálnunk, hogy hálózati feszültségváltozás esetén változik-e a kimenő feszültség. A 10. ábrán elvégzett szerkesztés azt mutatja, hogy kb. 10% bemenőfeszültség csökkenésnél a kimenő feszültség közel állandó marad, nem kell tehát a értékén változtatni. (E és H pont megfelelő helyen van!)

2. szerint kiszámítjuk a kimenő oldali feszültségből és teljesítményből I_r áramot: $I_r = N/U_r = 39,6$ mA. Ezzel ismertté vált az áramdiagramm léptéke. A kondenzátor árama: $I_c = AC = 192$ mA; a telített fojtó árama: $I_L = AB = 177$ mA; a paralel veszteségi ellenálláson átfolyó áram: $I_R = CD = 13$ mA.

3. Kiszámítjuk a kondenzátor kapacitását: $C = I_c/(\omega U_c) = 3,12 \mu F$. A kondenzátor meddő teljesítménye: $U_d I_c = 37,6$ VA határozza meg a kondenzátor méreteit.

A telítetlen fojtó induktivitását: $\lambda = U_\lambda/(\omega |I_\lambda + I_r/a|)$ képlettel határozhatjuk meg. $\lambda = 6,36$ H lesz. I_λ és I_r/a áramok vektoros összegének abszolút értékével kell elosztanunk az U_λ -t. Az összefüggés helyessége kikövetkeztethető a (23) egyenletből.

4. A telített fojtó menetszáma: $w = U_p/(222 \alpha_1 Q 10^{-8})$ képlet alapján 1,110-nek adódik. A vaskeresztmetszetet előzőleg $Q = 5,74$ cm²-nek vettük fel.

5. A fojtó szükséges huzalkeresztmetszete: $q = I_L/S$ relációból 0,1 mm² lesz. ($S = 1,8$ A/mm².)

6. A választott vastípus ablakkeresztmetszete 4,84 cm². Ebben az 1,110 menetszámú 0,1 mm² huzalkeresztmetszetű tekercs 23%-os helykitöltési tényezővel fér el.

7. A második ellenőrző képletünkben: $l = i_{L0} w/F(a) = 15,5$ cm adódik az erővonalhosszra. A választott lemezformánál ez éppen megfelel, így nem kell újra számolni.

A transzformátor áramainak és feszültségeinek első közelítő értékeit kiszámítottuk. Ezután numerikus eljárással határozzuk meg a telített fojtó indukciójának pontosabb értékét.

A (35) képlet szerint α_1 korrigált értéke: $\alpha_1 = 13,400$ Gauss, $\beta_1/\alpha_1 = 0,06$ előzetes felvétellel.

A (36) képletből: $\tan \varphi_1 = 0,176$; $\varphi_1 = 10^\circ$.

A (37) összefüggés alapján: $\beta_1 = -790$ Gauss lesz. Ez eléggé megközelíti a $0,06 \times 13,800 = 830$ Gauss előzetes felvételt, így nem kell újra számolnunk.

A (35–37) képletekben szereplő konstansok értékei: $\omega_0^2 = 5,04 \cdot 10^4$; $\omega_1^2 = 1,41 \cdot 10^4$; $\omega_5^2 = 3,41 \cdot 10^{-12}$; $\Omega = 1,14 \cdot 10^2$.

α_1 és β_1 ismeretében kiszámíthatjuk a fojtón levő effektív feszültség pontosabb értékét, az $U_L' = U_L \sqrt{1 + (3 \beta_1/\alpha_1)^2}$ képlet alapján.

A transzformátor gyakorlati kivitelénél rendszerint külön szekunder tekercset alkalmaznak, mely tetszés szerinti kimenő feszültségre méretezhető. A kondenzátor feszültsége is úgy választható, hogy az adott üzemi feszültségű kondenzátor jól „illeszkedjék”.

A I. típusú stabilizáló transzformátor méretezésére a Híradástechnika 1957. 1–2. számában levő cikkben láthatunk példát. Ott a fentihez hasonlóan csak 5 W kimenő teljesítményt lehetett megvalósítani. A kimenő feszültségben levő harmadik harmonikus %-os értéke ($3 \cdot 10 = 30\%$) nagyobb volt az itteninél ($3 \cdot 6 = 18\%$).

Hazai vívőáramú berendezések fejlesztésének új iránya

GÁL ISTVÁN
BHG, Átviteltechnikai Fejlesztés

A bevezetés ismerteti a hazai sokcsatornás vívőáramú berendezések gyártásának kiindulási helyzetét és a fejlesztési munka kezdeti irányát, amely a csoportmodulációs rendszerű kristálysűrűs berendezéseket vette alapul.

Az új fejlesztéssel kapcsolatban konstrukció terén jelentős eredményt hozott az új átviteltechnikai dugaszolható rendszer, amelyet új vívőáramú táviróberendezéseknél alkalmaztak először. A gyártástól független fejlesztési szervek létrehozása, a tapasztalatok növekedése és az eszközök korszerűsítése, valamint a világ-szerte tapasztalható fejlődés eredményeinek kiértékelése átfogóbb fejlesztési munka alapját teremtették meg. Az új sokcsatornás vívőáramú berendezések már a jelenleg gazdaságosabb és rugalmasabb előcsoporthoz tartozó modulációs, ferrittekercses sűrűket tartalmazó rendszerben készülnek el.

Az új berendezéseknél a csatornaszám későbbi növelésének lehetőségeit is figyelembe veszik. A szerző ismerteti ezzel kapcsolatban a nemzetközi ajánlásokat, a sokcsatornás rendszerek frekvenciakiosztását, a CCITT alapsoporthoz és alapfőcsoportot.

Összehasonlítással összefoglalja és értékeli az előírt frekvenciakiosztásra vezető és a vívőáramú berendezésekben világszerte alkalmazásra kerülő modulációs rendszereket: az előmodulációt, a csoportmodulációt és az előcsoporthoz tartozó modulációt.

A berendezések új fejlesztési irányának első alapkövét, valamennyi készülő hazai sokcsatornás vívőáramú berendezés csatornamodulációs fokozatának leírását, mérési eredményeit és kivitelét a 4.0 fejezet tárgyalja. A fokozat felépítése egyszerű, a mérési eredmények igazolják a nemzetközi feltételek teljesítését, a kivitel pedig az eddigieknél lényegesen kisebb helyet igényel.

A szerző végül rámutat arra, hogy az új fejlesztési irány sem tekinthető még véglegesnek.

1.0 Bevezetés

A magyar híradástechnikai ipar az elmúlt évtizedben kétségtelenül igen szép eredményeket ért el a vívőáramú berendezések gyártása és fejlesztése terén egyaránt, de a fejlett iparú országokat még ma sem érte el teljesen. Közismert hogy csak 1945 után térhettünk önálló utakra — igen kevés örökséggel. Az elavulófélben levő és jóformán csak belföldi összeköttetésekben használható egy-csatornás (L) és háromcsatornás (SOS, SOT, SON) rendszereken kívül nem volt meg a korszerű, nemzetközi összeköttetésekre és továbbfejlesztésre alkalmas sokcsatornás berendezések gyártásának jóformán egyetlen alapfeltétele sem (dokumentáció, alkatrészek, vizsgálóberendezések stb.).

1945 után rendelkezésre állott az áramköri szempontból jól megalapozott légvezetékes 12 csatornás berendezések dokumentációja (SOJ—12), azonban a kényes kristálysűrűk gyártását márehez is itthon kellett kifejlesztenünk. Ebben az időben kezdtek megjelenni a világpiacon teljesen új — a háborús évek katonai berendezéseinek konstrukciós tapasztalatait nyomán született — átviteltechnikai berendezések. Gazdasági helyzetünk akkorig megkövetelte azonban az említett rendszer gyártásának gyors megindítását anélkül, hogy konstrukciós átépítésre idő lett volna.

Azóta a 12-csatornás légvezetékes rendszerek gyártása teljesen kiforrott, a hazai fejlesztési kristálysűrűk beváltak, ami komoly sikernek könyvelhető el. A gyártás és alkalmazás folyamán igen sok tapasztalatot szereztünk, és így az 1950-es évek elején lehetővé vált az első, csaknem önálló lépés megtétele, a VK—12 kábeles 12-csatornás berendezés kifejlesztése [1].

Természetesen megrendelőink igényeinek gyors kielégítése céljából az új berendezés kifejlesztésénél felhasználtuk a meglevő kristálygyártó apparátust, bár már akkor érezni lehetett, hogy ez, a modulációs rendszert megköthető elhatározás távlatban nem éppen a leggazdaságosabb eljárás [2], mert az átviteli rendszer minden egyszerűsége mellett sokfajta és viszonylag drága kristálysűrűt igényel. E berendezésben konstrukciós téren is igyekeztünk az eddigieknél jobbat alkotni, de alapvető változtatásnak még mindig nem volt meg a lehetősége, mert nem volt alkalmunk behatóan tanulmányozni a világszerte folyó konstrukciófejlesztést. Mindenesetre tapasztalatokban ismét gazdagabbak lettünk és sikerült gyártási és mérési módszereinket, valamint eszközeinket és lehetőségeinket korszerűbb színvonalra emelni.

A fejlesztés csak ezután térhetett igazán önálló utakra. Az újonnan megszervezett, a gyártástól független fejlesztési kollektívának éppen ilyen célokat tűztek ki. A megindulás nehéz volt, mert egyrészt hiányzott még a kellő rendszeres támogatás, másrészt pedig mindjobban kitűnt, hogy az eredetileg tervezettnél sokkal nagyobb mértékben — alapjaiban — kell korszerűsíteniünk, ha a világpiacon versenyképesek akarunk maradni, mert a legutóbbi években csaknem minden jelentős vívőáramú rendszer elvében és kivitelében egyaránt meglepően sokat fejlődött, sőt néha egészen új utakra tért. Konstrukciós vonatkozásban általános lett a dugaszolható kivitel és sok helyen a keret-rendszert a szekrény-rendszer váltotta fel. Igen nagy szerephez jutott a kis méretekre való törekvés. Az áramköri megoldások terén egyre általánosabb a kizárólag elektronikus pilot-szabályozás, bevezetésre került a sávon kívüli jelzésátvitel [3] és egyre jobban tért hódít a ferritmágú tekercsek és tranzistorok alkalmazása.

Fejlesztő mérnökeink nagy többsége sohasem látott korszerű külföldi berendezéseket, mert nem volt lehetőség elegendő tanulmányútra. Minta-berendezések behozatala is mindig nehézségekbe ütközött. Jóformán egyedül az irodalomra támaszkodva kellett kiértékelnünk a nemzetközi eredményeket, ami igen hosszadalmas út. Ezért komoly eredménynek könyvelhető el az általános tetszést aratott új átviteltechnikai konstrukció [4], áramköri vonatkozásban pedig a VT—24 vívőáramú 24-csatornás táviró-berendezés [5], valamint az ET—24 egyenáramú táviróberendezés [6] hazai kifejlesztése.

Ebben az önálló konstrukciós és áramkörü munkában szerzett tapasztalatok és a világszerte kialakult irányok tanulmányozása megteremtették az alapját a továbbfejleszthető sokcsatornás vívőáramú berendezések alapvető, átfogó megtervezésének. Erről az új átviteltechnikai gyártmány-családról rövidesen külön cikk fog beszámolni.

Az alapvető fejlesztési tervek kidolgozásakor természetesen a jelenlegi hazai és export igényeken kívül a jövő szükségleteire is messzemenően gondolnunk kellett. A CCITT is részletes ajánlásokat bocsátott ki vívőáramú rendszerekre mintegy 4 MHz frekvenciáig, ami koaxiális kábeleken 960 csatorna átvitelét jelenti [7].

A következőkben a sokszáz csatornás rendszerek alapját, a CCITT alapszoportokat és az ezekre vezető modulációs rendszereket foglaljuk össze, majd pedig az első magyar előcsoporthoz modulációs rendszer csatornamodulációs fokozatának fejlesztési eredményeit ismertetjük, mert ez a fokozat valamennyi későbbi berendezésünknek alapépítőköve lesz.

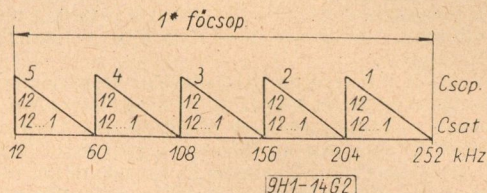
2.0 Sokcsatornás rendszerek frekvenciakiosztása

Könnyen belátható, hogy a nemzetközi összeköttetések létesítésére használatos sokcsatornás vívőáramú rendszerek frekvenciakiosztásának a vonalfrekvenciák szempontjából szabványosnak kell lennie. Az összeköttetésben résztvevő különböző országok rendszerei ugyanis csak akkor kapcsolhatók egymással nehézség nélkül össze, ha átvitt sávjaik egyeznek. A CCITT ajánlásai ezért mind a légvezeték, mind pedig a kábeles rendszerek frekvenciakiosztását részletesen megszabják. Ezáltal a mintegy 150 kHz frekvencia alatt használatos (legfeljebb 12-csatornás) légvezeték rendszerekkel nem foglalkozunk, megjegyezzük azonban, hogy a légvezeték rendszerek felépítése is rendszerint olyan, hogy a kábeles rendszerek alapja — az alcsoporthoz — a modulációs eljárás során a légvezeték rendszerek közbenső modulációs fokozataiban megjelenik. Ez más szóval azt jelenti, hogy a légvezeték és kábeles berendezések sok része azonos lehet, ami a gyártásban, de a felhasználónak is előnyös.

2.1 Alapszoportok

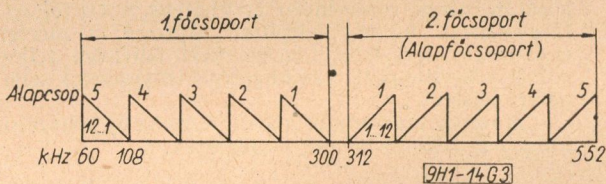
A nemzetközi összeköttetések létesítésére használatos vívőáramú berendezésekben az egyes beszédcsoportok sávszélessége 3 100 Hz, mert a ténylegesen átvitt frekvenciasáv 300 — 3 400 Hz. Ha 12 ilyen csoportot megfelelő modulálási módszerrel (és az ajánlások szerint 4 kHz-re eső vívőfrekvenciák alkalmazásával) egymás mellé sorolunk,

akkor az így előálló 12-csatornás csoport a CCITT alapszoportok helyzetét veheti fel (1. ábra). Mind az A, mind pedig a B alapszoport tehát 12 beszédcsoportot foglal magába, és pedig az A alapszoport egyenes fekvésben, a B pedig fordítottban, a 12—60, illetve a 60—108 kHz frekvenciatartományban.



2. ábra. 60-csatornás rendszer szimmetrikus kábelpárra ajánlott frekvenciakiosztása

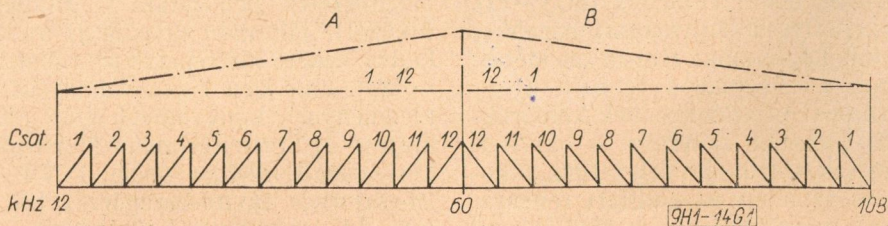
A 12 kHz kezdőfrekvenciát és vele az A alapszoportot főleg szimmetrikus kábelpárokon telepített 12-csatornás berendezések esetén használjuk. A 12 kHz-es kezdés oka egyrészt a kábel csillapítás viszonyaiban rejlik (kiegyenlítési nehézségek), másrészt pedig kisebb frekvenciás kezdést használva lényegesen megnövekednek a relatív sávszélesség, ami a berendezéseket (vonalerősítők) bonyolultabbá és így drágábbá tennék. A szimmetrikus kábelpárokon az ajánlások szerint működtetett legnagyobb csatornaszámú berendezés öt db 12-



3. ábra. CCITT alapfőcsoport

csatornás csoportot, vagyis 60 csatornát foglalhat magába (2. ábra). Az így kialakított 1* főcsoportban az 5. csoportot az ismertetett A alapszoport is helyettesítheti. Korszerű műanyagszigetelésű kábelpáron azonban 120 csatorna átvitele is még szokásos.

Az alapszoportok síkján a különböző berendezések egymással általában összeköthetők anélkül, hogy szükség lenne visszatérni (demodulációk útján) az eredeti hangfrekvenciás fekvésbe, majd pedig ismét modulációkat alkalmazni a továbbkapcsolás lehetővé tétele céljából. Az összekapcsolás feltétele természetesen még az is, hogy a csatlakozási helyeken az összekapcsolandó áramkörök impedanciái és szintjei egymással megegyezzenek.



1. ábra. CCITT alapszoportok

2.2 Alapfőcsoport

A koaxiális kábeleken átvitt sokcsatornás rendszerek felépítése is az 5 db 12-csatornás csoportot magába foglaló főcsoportokból indul ki. A felépítés ez esetben a B alcsoporttal, vagyis 60 kHz-nél kezdődik. A 60-csatornás főcsoportokból 16 egymás mellé rendelésével (12, illetve 8 kHz közzökkel) a koaxiális kábel kb. 4 MHz-ig használható ki. A 3. ábrán a nálunk egyelőre szóbajöhető első két főcsoportot (120 csatorna) tüntettük fel. A 2. főcsoport (312—552 kHz) az alapfőcsoport, amely a főcsoportok közül egyedül kerül ki egyenes fekvésben a vonalra.

Az eddigiekből kitűnik, hogy ha a 2. ábra szerinti szimmetrikus érpáron működő rendszert koaxiális rendszerrel a főcsoport síkján akarjuk együttműködtetni, úgy, hogy a 12—252 kHz frekvenciasáv az alapfőcsoport helyén kerüljön átvitelre, akkor a 312—552 kHz frekvenciasávba való áthelyezésnél a csatornák fekvését meg kell fordítani.

A CCITT azzal, hogy a különböző vonalakon működtetett rendszerek vonalfrekvenciáit a nemzetközi együttműködés érdekében megszabta, nem kötötte meg a gyártó vállalatokat a berendezés belső felépítésének szempontjából. Ezen a területen a verseny szabad maradt. Minden gyár célja természetesen az, hogy berendezése korszerű, olcsó bõvíthető stb., vagyis versenyképes legyen. Az alkalmazott modulációs rendszer ezért szinte cégenként változó. A lehetőségeket a következő fejezetben foglaljuk össze.

3.0 Modulációs rendszerek

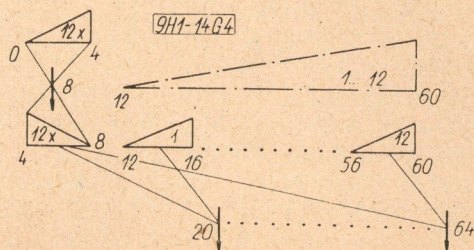
A berendezések modulációs fokozatainak a célja a CCITT 12-csatornás alapesoportok (12—60, 60—108 kHz), majd ebből a megfelelő vonalfrekvenciák, illetve fekvések előállítására a szükséges csatornaszám elérésére. A kis csatornaszámú berendezéseknél (3-csatornás), melyeknél a legnagyobb vonalfrekvencia is viszonylag kicsiny (30 kHz körüli), nincs szükség komplikált modulációs eljárásokra. A vonalfrekvenciákat egyszerű közvetlen moduláció termékeként nyerhetjük. Növekvő csatornaszámmal, másszóval, növekvő frekvenciákkal azonban a 3 100 Hz sávzélességű csatornák a szokásos 4 kHz osztás mellett egyre nehezebben választhatók már szét és így célszerűbb többszörös moduláció alkalmazása. A 12-csatornás berendezések ezért mintegy átmenetet jelentenek a kis csatornaszámú (kisfrekvenciás) és a sokcsatornás (nagyfrekvenciás) berendezések között. A modulációs eljárások a következő csoportokra oszthatók: előmoduláció, csoportmoduláció és előcsoportmoduláció.

3.1 Előmoduláció

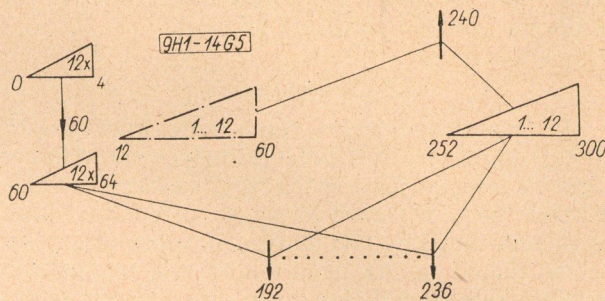
Az előmodulációban kétféle megoldás szokásos:

- a) kisfrekvenciás (4. ábra),
- b) nagyfrekvenciás (5. ábra).

A 4. ábrából kitűnik, hogy a kereken 0—4 kHz-re vett hangfrekvenciás beszédcsatornák (12 db) úgy áll elő az eredményvonallal rajzolt CCITT A



4. ábra. Kisfrekvenciás előmoduláció



5. ábra. Nagyfrekvenciás előmoduláció

alcsoport, hogy valamennyi csatornát először a 8 kHz előmoduláló vívőfrekvenciával a 4—8 kHz frekvenciasávba helyezzük, majd 20—64 kHz közötti egymástól 4 kHz-re fekvő vívőkkel csatornánként egyéni modulálást alkalmazunk.

Az ábrán megadott frekvenciákat természetesen másképp is megválaszthatjuk, pl. 8 kHz helyett 6 kHz-et vehetünk. Az előmoduláló frekvencia csökkentésének a lehetősége az átvitt frekvenciasávtól is függ. 6 kHz választása esetén a legnagyobb átvitt frekvenciát általában 2600—2700 Hz között választják meg. A gyakorlat szerint ugyanis az előmoduláló frekvenciát a legnagyobb átvendő hangfrekvencia kétszerese felett szokták felvenni, hogy a sávszűrők elkészítése ne okozzon nehézséget.

Ugyancsak módosulhatnak a különböző rendszerekben az 5. ábrán feltüntetett frekvenciák is. Szokásos például 72 kHz előmoduláló vívő alkalmazása. A bemutatott nagyfrekvenciás megoldásban az alapesoportra az előmodulálás után két lépésben jutunk. Az előmodulált oldalsávokat 192—236 kHz között egymástól 4 kHz-re lévő egyéni vívőkkel áthelyezzük a 252—300 kHz frekvenciasávba, majd az egész csoportot közös csoportvívővel moduláljuk.

Az átvitt frekvenciasávokat, illetve oldalsávokat, jelképező háromszögekbe írt számok a csatornák számát jeletik, a háromszögek állása a csatornák vagy csoportok fekvésére jellemző. A nyílak a vívőket jelképezik, a számadatok kHz-ben értendők.

Az előmodulációs rendszerű berendezések tekercses szűrőkkel kivitelezhetők, azonban a nagyfrekvenciás változatban a szűrőtekercsek vasmagjainak különlegesen jó minőségűeknek kell lenniük (pl. ferrit), különben a tekercsek nem elegendő nagyságú jósági tényezője következtében a szűrők kellő mereksége sem volna elérhető.

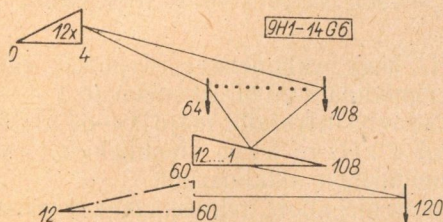
A kisfrekvenciás előmodulációs rendszert első sorban a német és francia technika alkalmazta

(Lorenz KF—12, Siemens MG—15, stb. berendezések), de a svédek is felhasználták (Ericsson ZN—1 000).

A nagyfrekvenciás változatot a belgák dolgozták ki (BOA—12). A korszerű berendezések közül ilyen rendszerű a holland Philips cég STR-7 típusú 48-csatornás berendezése. Ennek modulációs eljárása éppen az 5. ábra szerinti, de a 252—300 kHz nagyfrekvenciás csoportból négyet sorol egymás mellé a vonalra kerülő 12—204 kHz frekvenciasávba. Az ábrán fel nem tüntetett többi három csoport a vonalon fordított fekvésű.

3.2 Csoportmoduláció

A csoportmodulációs rendszerek kivitelezését kristálysűrők teszik lehetővé, melyek 60 kHz-nél nagyobb frekvenciákra már elég gazdaságosan valószínűsíthetők meg, és amelyek nagy meredekségüknél fogva kellő szelektivitást nyújtanak viszonylag nagy frekvenciákon is. Az ilyen rendszerek modulációs tervéből közvetlenül látható (6. ábra), hogy éppen



6. ábra. Csoportmoduláció

a meredek kristálysűrőkből sokfajta szükséges a csatornák szétválasztására, ami a berendezések önköltségét növeli és a tömeggyártás szempontjából sem előnyös. Az ilyen sűrűk helyszükséglete is viszonylag nagy, ami ugyancsak hátrányos. A modulációs rendszer viszont (közvetlen, csatornánként egyéni moduláció 64—108 kHz közötti, egymástól 4 kHz-re fekvő vivőkkel, majd csoportmoduláció 120 kHz-cel) rendkívül egyszerű. Alkalmazása azzal az előnnyel is jár, hogy a vonalra kiadandó A alapsoporttal — sűrű (meredek kristálysűrű) beiktatásával — a közbenső modulációs fokozat (a B alapsoport) egyszerű módon egyesíthető és így a rendszer könnyen 24-csatornássá bővíthető.

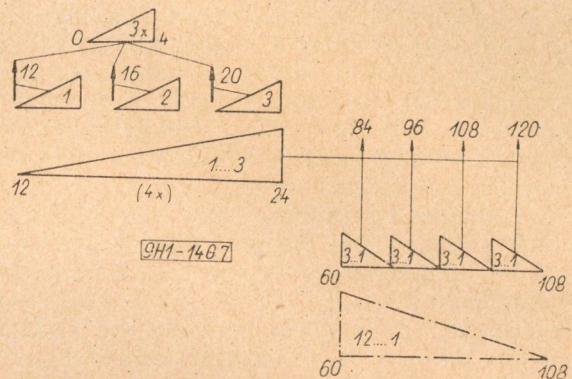
A csoportmodulációs rendszereket az angol-szász technika fejlesztette ki (SOJ—12, koaxiális rendszerek 10 főcsoportig, 600 csatornára). Ilyenek a szovjet rendszerek is. A légvezeték rendszerek vonalfrekvenciái természetesen eltérnek a 6. ábrán, a kábeles rendszerekre megadott A alapsoporttól.

A légvezeték és kábeles berendezéseket ezidáig hazánkban is ilyen csoportmodulációs elv alapján gyártottuk (BSOJ—12, VK—12). Erről az útról térünk most át a jelenleg gazdaságosabb, tekercses sűrűket igénylő előcsoportmodulációs rendszerre.

3.3 Előcsoport moduláció

Az előcsoport moduláció tulajdonképpen a 3.1 fejezetben ismertetett előmodulálás előnyeit használja ki, azonban míg az előmoduláló rendszerekben valamennyi csatornát ugyanazon vivőfrekvenciával helyezzük át a kijelölt frekvenciatartomány-

ba, addig előcsoport moduláció esetén más-más vivővel egy-egy csatornacsoporthoz alakítunk ki — az előcsoportokat. Így például három csatornából álló csoport csatornáit rendre 12, 16, 20 kHz vivővel modulálva (7. ábra) a 12—24 kHz frekvenciatartományt felölelő 3-csatornás előcsoportozáshoz jut-



7. ábra. Előcsoport moduláció

hatunk. Négy ilyen előcsoportból keletkezik újabb moduláló fokozatban egyéni vivők felhasználásával a 60—108 kHz frekvenciatartományban elhelyezkedő 12-csatornás CCITT B alapsoport.

Az eljárásból következik, hogy ez a modulációs rendszer is csupán tekercses sűrűket igényel az egyes csatornák szétválasztására. Mindenesetre az előmodulációs rendszer kisfrekvenciás változatához képest az előcsoport csatornái nagyobb frekvenciájúak és így szétválasztásukhoz meredekebb sáv-sűrűk, tehát jobb (ferritmagos) tekercsek szükségesek. Az előcsoport modulációs rendszer általános alkalmazhatóságát éppen a ferritmagos tekercsek kifejlesztése tette gazdaságossá.

Csatornacsoporthoz kialakítása rendkívül előnyös, mert így azok a különböző berendezésekben azonosakra vehetők. Ez az eljárás további előnyt jelent a berendezések bővíthetősége szempontjából. Így például egy 3-csatornás berendezés később, ha a forgalom úgy kívánja meg, 6 csatornára vagy akár a teljes 12 csatornás kapacitásra könnyen bővíthető.

Az előcsoport modulációs eljárást elsősorban az újabb német (Siemens) rendszerekben alkalmazzák (Z3F, Z12F stb.), de a ferrittekercsek gazdaságossága (és a kristályanyag kiküszöbölése, amely csaknem mindenütt import), sok országot arra indított, hogy foglalkozzék ilyen rendszerű berendezések kivitelezésével.

4.0 Csatornamoduláció az új hazai előcsoportmodulációs berendezésekben

Az alábbiakban az új előcsoportmodulációs berendezéseink közös alapépítőkövét, a csatornamodulációs fokozatot ismertetjük. Előcsoportmodulációs berendezéseink a nemzetközi viszonylatban már bevált 3-csatornás előcsoportokat fogják tartalmazni, annál is inkább, mert a korszerű 3-csatornás berendezések még sokáig exportképesek lesznek. Éppen ezért az új rendszert először komplett 3-csatornás berendezés formájában terveztük meg. A teljes rendszert későbbi cikkünk fogja részlete-

sen ismertetni. Ugyancsak beszámolunk rövidesen a továbbfejlesztés lehetőségeiről is az új átvitel-technikai gyártmány család ismertetése során.

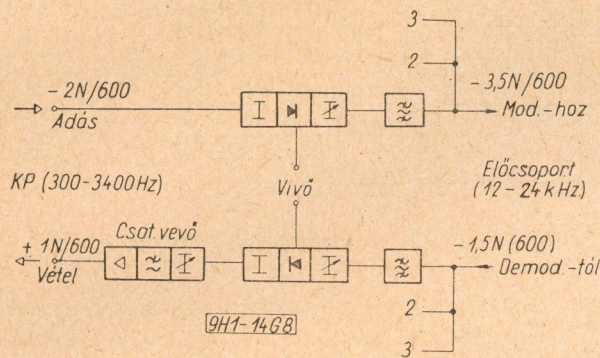
4.1 Áramköri ismertetés

A 7. ábra előcsoportmodulációs eljárásának megfelelően a 12–24 kHz frekvenciasávban elhelyezkedő 3-csatornás előcsoportot új berendezéseink a 8. ábra kapcsolásában állítják elő. Az egyvonalas

vagy 20 kHz, a csatorna sorszámanak megfelelően. Az átviendő oldalsávot ferrittekercsekkel és styroflex kondenzátorokból felépített sávszűrő választja ki. A sávszűrő és a csatorna modulátor közé iktatott változtatható csillapítótag egyrészt a helyes illesztést segítő elő, másrészt itt állíthatók be az egyes csatornák szintjei úgy, hogy az egyesített 3-csatornás előcsoportban már azonos szintű csatornák szerepeljenek.

4.1.2 Vételirány

Az előcsoportból (12–24 kHz) a megfelelő csatornát az adásirányban alkalmazottal azonos sávszűrő választja ki. A demodulátor előtti változtatható csillapítótag ugyancsak egyrészt illesztést javít, másrészt pedig azerősítő bemenő szintjének a beállítását teszi lehetővé. A demodulátor jelei fix csillapító tagon át a csatorna vevőbe (demodulátor erősítő) kerülnek. Az erősítés változtatását az erősítő bemenetébe iktatott áthidalt T kapcsolású fokozatkapcsoló alkalmazásával oldottuk meg. A szabályozási tartomány $10 \times 10 \text{ cN} = 1\text{N}$. A demodulátort követő fix csillapítás szerepe az illesztés



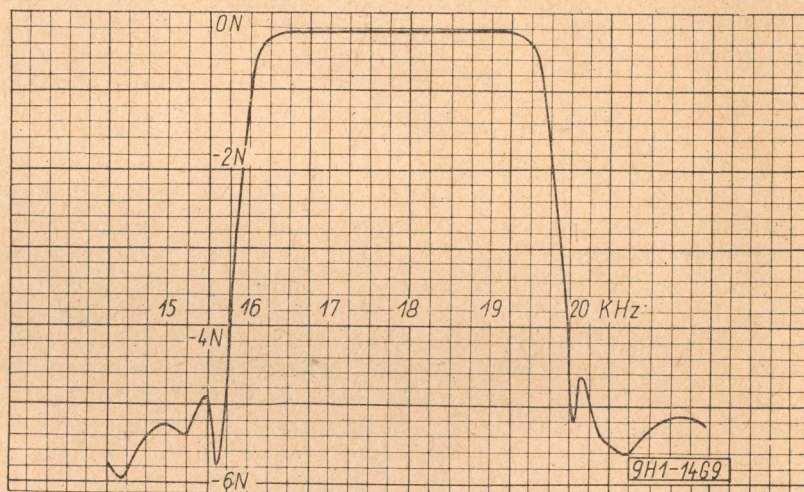
8. ábra. 3-csatornás előcsoport csatornamodulációja

vázlatos rajz egyetlen csatorna áramköreit tünteti fel szimbolikus jelek alkalmazásával, az előcsoport másik két csatornája mind adás, mind pedig vétel irányban a csatorna sávszűrőhöz párhuzamosan csatlakozik.

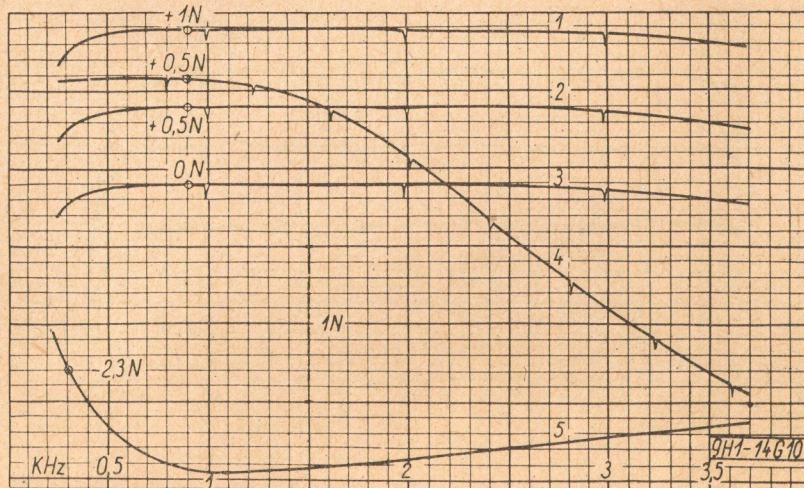
A felrajzolt csatornamodulációs fokozatot a hangfrekvenciás oldalon a szokásos végződő áramkörök egészítik ki a KP központ felé. Nagyfrekvenciás oldalon részben az új típusú sávon kívüli jelző-áramkörök [3], másrészt a berendezések további moduláló fokozatai csatlakoznak. Az így felépített csatornamoduláló fokozat valamennyi berendezésünkben azonos, ami a közismert előnyökkel jár (cserélhetőség, bővíthetőség, sorozatgyártás, raktározás stb.).

4.1.1 Adásirány

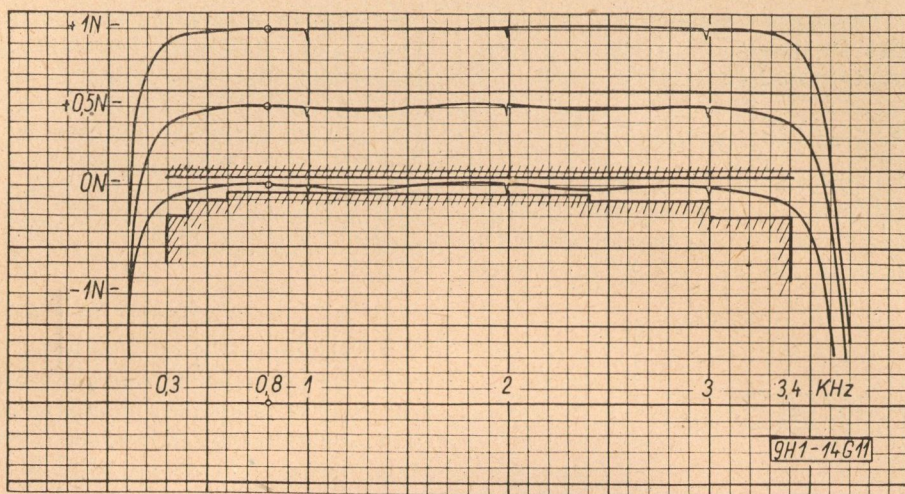
Hangfrekvenciás oldalon a csatornamodulátort fix csillapítótag előzi meg. Célja a kellő bemeneti reflektációs csillapítás elérése abban az esetben is, ha a modulátor előtt általában beiktatott szintbeállító csillapítótagokat mind ki kellene iktatnunk a kisszintű hangfrekvenciás áramkör közvetlen csatlakoztatására. A modulátor gyűrűs rendszerű, a vívőszivárgást változtatható ellenállásokkal csökkenthetjük minimumra. A vívőfrekvencia 12, 16



9. ábra. Ferrit tekercses csatorna sávszűrő átviteli jelleggörbéje



10. ábra. Csatorna vevő jelleggörbéje



11. ábra. Teljes csatornamodulációs fokozat átviteli jelleggörbéi a 2. csatornára vétel irányban

biztosítása a fokozatkapcsoló 0 N csillapítású állásában. Az erősítő bemenetét aluláteresztő szűrővé képeztük ki egyrészt a káros nagyfrekvenciás demodulációs termékek elnyomására, másrészt a demodulátor fokozat vivőszivárgásának csökkentésére, amely különösen a 12 kHz-es csatorna esetén lehet zavaró.

4.2 Mérési eredmények

A nyolc ferritmagos tekercset tartalmazó sáv-szűrő görbét a 9. ábrán mutatjuk be. Az ohmos lezárásokkal mért szűrő a 2. csatornához tartozik. Átvitt frekvenciasávja 16,3—19,4 kHz. A görbét — és az ezután következőket is — szintíróval vettük fel.

A teljes csatornavevő jelleggörbéi közül (10. ábra) az 1, 2 és 3 számú, átviteli jelleggörbét ábrázol —3N beadás esetén +1, +0,5 és 0 N kimenő szintekkel (800 Hz-re vonatkoztatva). Az 1. görbe felvételekor a leolvashatóság kedvéért a szintet 0,1 N-rel csökkentettük. A különböző kimenő szinteket az erősítésszabályozó fokozatkap-

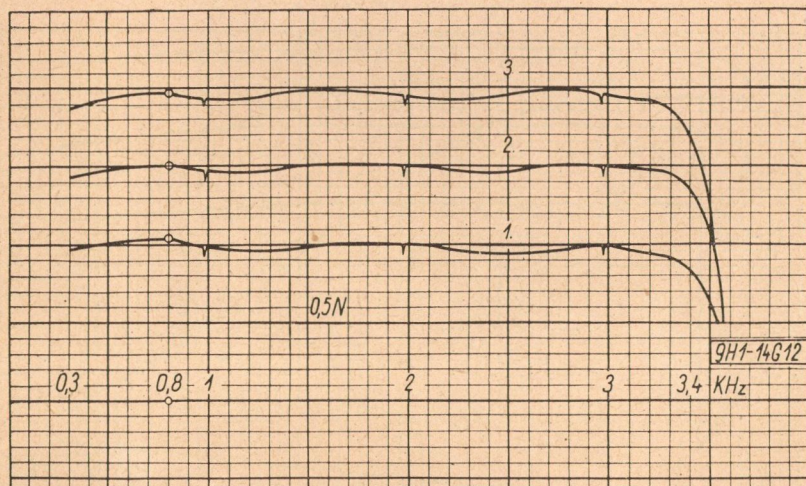
csoló szélső és középső állásaiban nyertük. Látható, hogy egyrészt az egyes görbék egymáshoz képest eléggé párhuzamosan tolódnak el, másrészt pedig az átviteli sáv (0,3—3,4 kHz) szélein a szintcsökkenés a 800 Hz-en mért értékhez képest kis mértékű.

A 4. görbe a névleges (+0,5 N) kimeneti állásba kapcsolt vevő átvitelét ábrázolja, azonban nem a rajzban megadott, hanem 0—15 kHz frekvenciaskala esetére. Így a rajzolt skála 1 kHz osztásának 15/6 kHz felel meg. Észrevehető a csatorna-vevő bemenetébe iktatott aluláteresztő szűrő hatása. Növekvő frekvenciával a szint csökken. Ez a szintcsökkenés a legalacsonyabb vivőfrekvencián (12 kHz) mintegy 3 N-t ér el a 800 Hz-en mért értékhez képest.

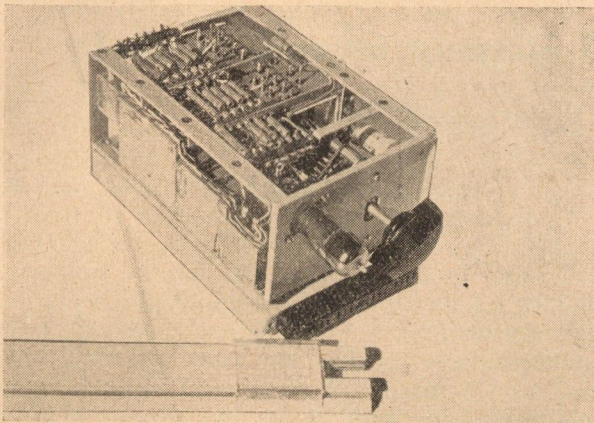
Végül a 10. ábra 5. görbéje a kimeneten mért reflexiós csillapítást adja meg a frekvencia függvényében. Ennek értéke az egész átvitt frekvenciasávban 2,3 N alatt marad, ami 10%-nak felel meg.

A teljes csatornamodulációs fokozat vételi irányának átviteli görbéit a 11. ábra mutatja be. A mért csatorna a második (vivő: 16 kHz), a nagyfrekvenciás oldalon beadott szint és az elrendezés a 8. ábrának felel meg. Tájékoztatásul az ábrán vonalkázottan feltüntettük a 300—3400 Hz frekvenciasáv átvitelére a CCITT által előírt tűrések szokásos $\frac{1}{5}$ részét. A mért görbék láthatóan jól megfelelnek az ajánlásoknak. A többi csatornákon mért eredmények is hasonlóan kielégítőeknek mutatkoztak.

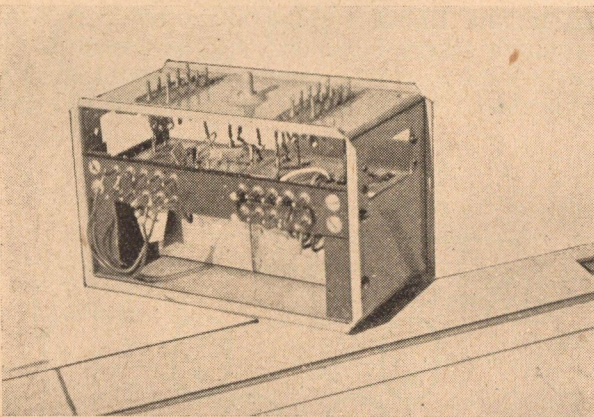
Ugyancsak megfelelőek a teljes csatornamodulációs fokozat adás irányának a görbéi is (12. ábra). Ezeket is a 8. ábra szintadataival és elrendezésében vettük fel. Az alsó átviteli jelleggörbe a 12, a középső a 16 és a felső a 20 kHz vivőjű csatornára vonatkozik, az összehasonlíthatóság



12. ábra. Teljes csatornamodulációs fokozat átviteli jelleggörbéi adás irányban mindhárom csatornára



13. ábra Csatorna vevő laboratóriumi modellje



14. ábra. Modulátor-demodulátor laboratóriumi modellje

kedvéért 0,5 N szinteltolódással. Az ábrán a sáv-szűrők után nagyfrekvenciásan mért csatornák frekvenciaskáláját a beadott hangfrekvenciákra vonatkoztattuk.

4.3 Konstrukció

Új előcsoportmodulációs vívőáramú berendezéseink a közelmúltban kidolgozott dugaszolható konstrukcióban [4] fognak készülni. Ilyen megoldásban a berendezések szekrényekből állanak, az elektromos egységeket a szekrényekbe betolható fiókokra szereljük. A behelyezett fiókok áramköreit a szekrény kábelezésével a fiókokon és a szekrények választólemezein elől szerelt hüvelyeken át rövidrezáró dugók kötik elektromosan össze.

Az új csatornamodulációs fokozat felépítésekor a 8. ábrán vázolt áramkört részekre osztottuk. Önálló fiók a csatorna vevő, melynek laboratóriumi modelljét a 13. ábra mutatja be. Térfogata kereken 1 800 cm³. A modulátort és a demodulátort közös kis szerelővázra építettük (14. ábra). Hasonló kis szerelővázakat igényelnek az adó, illetve a vevő irány sáv-szűrői. A modulátor és a demodulátor a sáv-szűrőkkel együtt a csatorna vevő fiókjával meg-egyező méretű fiókra kerülnek.

Így egyetlen csatorna teljes helyszükséglete 3 600 cm³.

Hasonlítsuk össze a csatornánkénti helyszükségletet az eddig gyártott csoportmodulációs, kristálysűrős rendszerű BSOJ—12 és a későbbi, konstrukciós szempontból már korszerűbb VK—12 rendszereink egy csatornájának hasonlóan kereken vett adatával:

Berendezés	új	VK—12	BSOJ—12
Térfogat/csatorna			
(cm ³)	3 600	15 000	26 000

A régi berendezésekben a legnagyobb helyet a kristálysűrők igénylik, azonban természetesen nem az egész helynyereség tulajdonítható a kristálysűrő-tekercses szűrő átmenetnek, ebben az új konstrukciónak is része van.

5.0 Összefoglalás és távlatok

A magyar híradástechnikai ipar, amely a kristálysűrős, csoportmodulációs sokcsatornás rendszerek gyártásával indult meg, áttért a jelenleg korszerűbb ferrittekercses, előcsoportmodulációs rendszerek fejlesztésére és gyártására. Ez azonban nem jelenti azt, hogy kristálysűrőkre ezután nem lesz szükség, mert ezek az új rendszerben is alkalmazásra kerülnek (pl. pilot- és elnyomó szűrők), de számuk és alkalmazási területük csökkenni fog. Ez a tény — függetlenül a rendszerkérdéstől — a kristályok időnkint nehéz beszerzésének szempontjából előnyös, tekintve, hogy ferrit magok előállítására a hazai ipar is képes.

Meg kell jegyeznünk, hogy a kristálysűrő-ferrites szűrő nehéz kérdésében, de általában rendszerkérdésekben, a döntések nem örökérvényűek. Az átviteltechnika világszerte olyan gyorsan fejlődik, hogy szinte évenként újra és újra felmerül újabb és újabb berendezések fejlesztésének a szükségesége. Ismeretes például, hogy a tranzisztor és a nyomtatott áramkörök milyen nagy pályát futottak be rövid idő alatt. Ha versenyképesek akarunk maradni, mi is kénytelenek leszünk ezt és minden hasonló jelentős műszaki eredményt felhasználni. Vonatkozik ez elsősorban az igen nagy csatornaszámú berendezések létesítésére, ahol az energiafelhasználás és a helyszükséglet döntő szerephez jut. Igen nagy csatornaszámú berendezések tervezése (a nagy frekvenciák miatt) valószínűleg a konstrukció felülvizsgálatával fog járni és így, a ferritekkel szerzett kellő tapasztalat után, alkalom lesz, ha szükséges, a rendszerkérdés újra felvetésére.

IRODALOM

- [1] Lajkó—Gál: VK-12 berendezés. Magyar Híradástechnika, 1954. 11—12. sz.
- [2] Egyedy: Sokcsatornás vívőáramú rendszerek. Magyar Híradástechnika, 1954. 11—12. sz.
- [3] Gál: Korszerű csemetés- és jelzésátvitel. Magyar Híradástechnika, 1957. 3. sz.
- [4] Baján: Új átviteltechnikai konstrukció. Magyar Híradástechnika, 1957. 6. sz.
- [5] Lajkó: VT-24 vívőáramú táviróberendezés. Magyar Híradástechnika, 1957. 6. sz.
- [6] Tóth: ET-24 egyenáramú táviróberendezés. Magyar Híradástechnika, 1957. 6. sz.
- [7] CCIF, Genéve, Tome III. 1956.
- [8] O. Henkler: Übertragungstechnik, Berlin 1956.

Impulzusosztó — három stabil állapotú billenőkörökkel

SIMON GYULA

Budapesti Műszaki Egyetem, Vezetéknélküli Híradástechnikai Tanszék

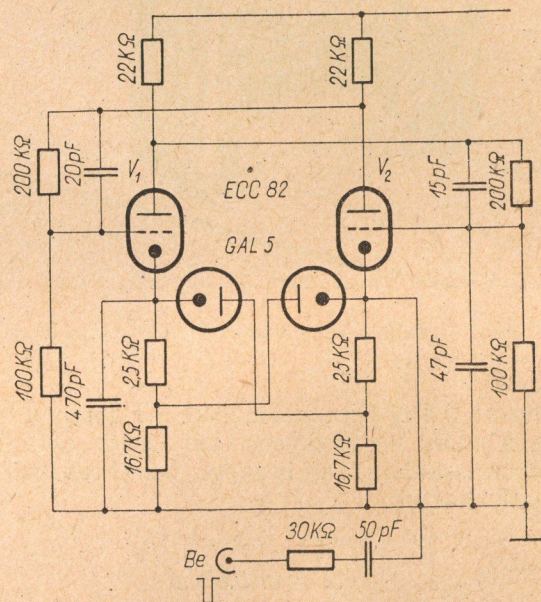
Az elektronikus számlálóberendezések egyik legkényesebb és legerjedelmesebb része az impulzusosztó. Ez statisztikus eloszlású impulzusok számlálása esetén csak több stabil állapotú billenőkörökkel oldható meg, melyek lehetővé teszik a pontos számlálást, ha az impulzusok az első fokozat felbontóképességénél nagyobb időközökben követik egymást. Nagy számlálási sebesség az osztótól nagy felbontóképességet követel és annál több fokozatot, minél kisebb osztást végez egy-egy. Ez adta a gondolatot, hogy két stabil állapotú billenőkörök helyett három, négy, vagy több stabil állapotú fokozatot kell alkalmazni az adott számlálási sebesség minél kisebb csőszámmal való elérésére. Ez a cikk egy ilyen céllal épített három stabil állapotú billenőkörökkel működő impulzusosztó felépítését, működését és az áramkör bírálatát ismerteti.

A jelenleg használatos elektronikus számlálókészülékek impulzusosztója leggyakrabban két stabil állapotú kettes számrendszerben dolgozó billenőkörökkel épül fel, vagy gyűrűs rendszerű, tízes alapú. A két rendszert összehasonlítva azt találjuk, hogy kb. azonos költség, helyfoglalás és energiafelhasználás esetén a kettes rendszerrel működő és jelző számlálókészülék gazdaságosabb; nagyobb a jelrögzítő kapacitása. Egy példán: a tízes alapú számláló dekádonként 4—4 csövet tartalmaz; három dekáddal így (12 cső) 1000-es skála érhető el. Ugyanezt a 12 csövet kettes alapú számlálóba építve 4096-os skálát kapunk, az előbbinek kb. négyszeresét. Nagy sebességű impulzusosztóknál, melyek pl. a magfizikai skalerekben szokásosak, olyan nagy jelrögzítő kapacitás szükséges, amely még kettes számrendszerű osztóval is nagyon sok fokozatot jelent. Pl. egy GM cső 200 000 számlálás/sec. sebességét csak úgy tudjuk kihasználni, ha a mechanikus számregisztráló előtt legalább 14 kettes osztású fokozatot iktatunk be. Ez több mint kétszerese a használatos számláló egységekben található fokozatok számának. Kevesebb fokozattal érhető el ugyanezen eredmény hármas osztású fokozatok alkalmazásával, ahol egy-egy fokozat méretek és költség tekintetében közel azonos a kettes osztású fokozattal. Az előbbi GM cső kihasználásának példáját tekintve így csak 9 fokozat szükséges, szemben a 14 kettes osztású fokozattal.

Három stabil állapotú kapcsolás származtatható a jól ismert két stabil állapotú billenőkörből (bistabil multivibrátor) úgy, hogy a billenőkör átbillenését középhelyzetben megállítjuk, mikor mindkét cső egyforma áramot vezet. Ez elérhető azáltal, hogy a katódkörbe nem lineáris elemeket, diódákat teszünk és a fokozat egyik felét úgy-méretezzük, hogy ha a diódák nem vezetnek, az erősítés 1-nél kisebb legyen. Az általunk megépített és bemért 3 stabil állapotú billenőkör látható az 1. ábrán, ECC 82-vel felépítve. Az egyes stabil állapotok:

- 0 V_1 vezet, V_2 zárt,
- 1 V_1 és V_2 féláramot vezet,
- 2 V_1 zárt, V_2 vezet.

A három egymás után következő stabil állapoton a V_2 katódjára adott negatív impulzus-sor hajtja át a fokozatot. A meghajtó impulzusok optimális szélessége 1—1,5 mikrosek. A fokozat működése röviden a következő. Az első impulzus a V_2 katódját negatívabbá teszi, anódárama megindul, azért anódfeszültsége csökken, így megkezdődik a billenés, mert a másik cső rácsa ezzel negatívabb feszültséget kap, anódárama csökken — billen a lezárás felé. Azonban amikor a két cső anódárama kb. egyforma, a diódák negatív előfeszítést kapva lezárnak, a hurokerősítés 1-nél kisebb lesz, a billenés megáll. Ebből a stabil állapotból csak a V_2 katódjára érkező következő negatív impulzus billenti tovább az előbbi irányba a fokozatot, mert az egyik diódát vezetővé teszi azzal, hogy a V_1 katód-



1. ábra

ellenállás leágazásának potenciáljánál negatívabbá teszi a V_2 katódot. A fokozat addig billen, míg V_1 lezár és V_2 vezet, mert ekkor is lecsökken az erősítés és stabil állapot áll be. Egy következő impulzus V_2 -t a pozitív rácsfeszültség tartományába viszi, a meginduló rácsáram a rács-katód térköz kis ellenállásán át gyorsan feltölti a 47 pF-os kondenzátort, így megindul a visszabilenés, V_2 kezd lezárni, V_1 pedig nyit. Ekkor már a 47 pF-os kondenzátor csak lassan sült ki a hozzá kapcsolódó ellenállásokon keresztül, mert a rács negatív és így a rács-katód térköz igen nagy ellenállású. Ez a lassú kisülés biztosítja azt, hogy a fokozat most ne álljon meg középhelyzetben, hanem 0 helyzetbe billenjen vissza, kizárva a kétértelműséget. Ezt a teljes billenést, a 2—0 átmenetet gyorsítja a V_1 katód-ellenállást áthidaló 470 pF-os kondenzátor, hogy V_1 anód feszültségének ugrása elég meredek legyen, mert ezt differenciálva kapunk elég keskeny

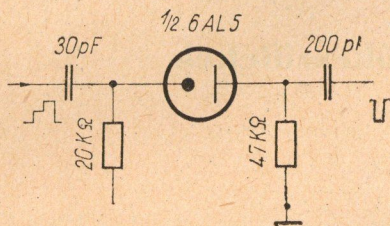
negatív impulzust egy következő fokozat meghajtására.

A megépített kapcsolásnál a V_1 anód feszültség-szintjei:

Vezető állapotban 118 V,
félvezető állapotban ... 165 V,
lezárt csőnél 225 V.

Az anódfeszültségugrás tehát 107 V. Ezt differenciálva kapjuk a következő fokozatot meghajtó impulzusokat.

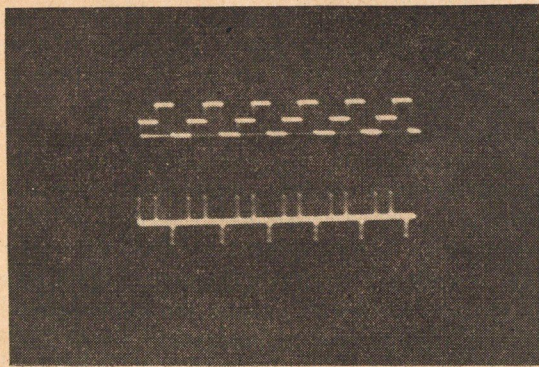
A 2. ábrán látható differenciáló áramkört és vágódiódát alkalmazva csatolhatjuk a következő hasonló fokozatra a kimenő negatív impulzusokat (a pozitív impulzusokat, amelyek az anódlépcső emelkedéseiből következnek, a dióda vágja). Az



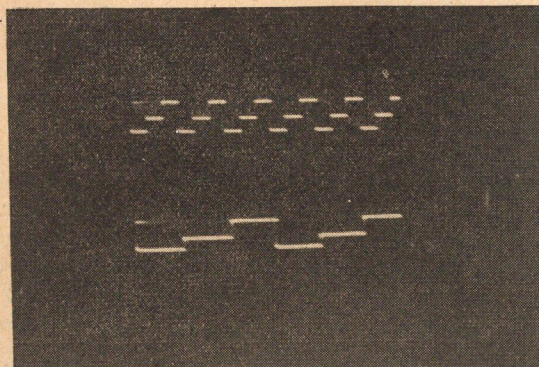
2. ábra

anódugrásból kapott negatív impulzus, mely a diódás vágás után 30 V amplitudójú és $2,25 \mu \text{ sec}$. tartamú, tudja indítani a következő fokozatot.

Az osztó egy fokozatának három stabil állapotát és kimenőjeleit mutatja az 1. számú fénykép. A fokozat anódjának feszültséglépcsői láthatók a kép felső részén (az oszcilloszkópot az anódellenállás



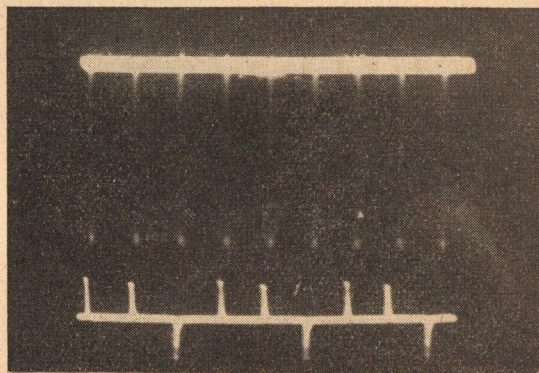
1. fénykép



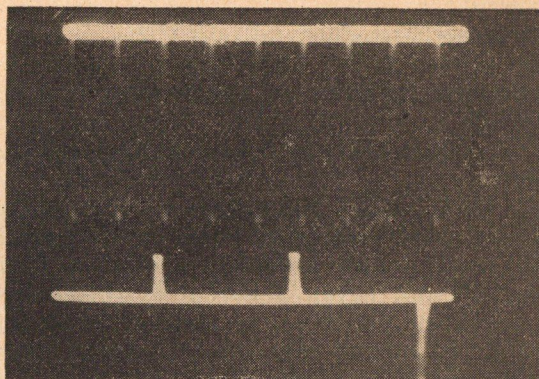
2. fénykép

22 kilóohm, 2 kilóohmos leágazásához kapcsolva). A kép alsó részén az anódra kapcsolt differenciáló áramkör kimenőjelei láthatók, melyekből a negatív impulzusok (a pozitívok vágása után) indítják a következő fokozatot.

A 2. sz. fénykép együtt mutatja két összekapcsolt fokozat anódjainak feszültséglépcsőit. Jól látható, hogy az első fokozat három billenése a második fokozatot egyszer billenti át, tehát egy fokozat a hármas leosztást megvalósítja. A 3. számú fényképen a két fokozatú osztót meghajtó 9 impulzus alatt látható az első fokozat vágás előtti kimenő



3. fénykép



4. fénykép

jele. A 4. számú fénykép az osztó kimenőjeleit mutatja, a két pozitív impulzust egy vágódiódával levágva kapjuk a kilenc bemenő impulzushoz tartozó egyetlen kimenő impulzust.

A kapcsolás legnagyobb hibája, hogy szimmetrikus felépítése a csövekkel szemben elég nagy szimmetriakövetelményeket támaszt. Természetesen ez csak az ECC 82-esekre vonatkozik. A megépített két fokozatú osztó a vizsgálatnál 9 cső közül 4 csővel jól működött, 2 csővel egyáltalán nem működött, 1 csővel az egyik fokozat stabil billenőkörként és 2 csővel az egyik fokozat bistabil billenőkörként működött. Csőcsere esetén tehát új beállítás, vagy a csövek válogatása szükséges, mert a stabilitás erősen romlik, még ha a fokozat működik is az illető csővel.

Az osztó stabilitása válogatott csövekkel jó. Az anódfeszültség változtatására nem érzékeny. Az osztó stabilan működik és indikálása (ködfény lámpás) is egyértelmű, biztos 220—282 V közt

változtatva az anódfeszültséget (62 V!). Az indikálás már bizonytalan vagy nem működik, de a 9:1-es osztás biztosan megvan egészen 162 V-ig csökkentve az anódfeszültséget (120 V változás!). Természetesen ez a változás nem lehet ugrásszerű. Fűtőfeszültség változtatására az osztó nem érzékeny, 5–7 V-ig változtatva a fűtőfeszültséget, a működés stabil.

A megépített 10 μ sec. felbontó képességű osztó különösen kényes volt a meghajtó impulzusok alakjára, főleg időbeli hosszúságukra. A meghajtó impulzusokat változtatva, a következőket tapasztaltuk: 2 μ sec.-es meghajtó impulzusokkal a kapcsolást nem lehetett átbillenteni, 1,5–1 μ sec.-es

impulzusokkal az osztó jól működött és 0,5 μ sec.-es impulzusokkal a 9-es osztó 6-os leosztással működött egy bizonyos anódfeszültséggel, vagyis az egyik kör bistabil volt.

Az alkatrészek szempontjából a kapcsolás csak a szimmetrikus elhelyezésű alkatrészpárookra kényes, ezek 3%-os hibahatáron belül térhetnek csak el egymástól.

IRODALOM

R. Weissman: High-Speed Counter Uses Ternary Notation. Elektronics oct. 1952.

H. Huber: Schaltungen mit drei stabilen Lagen. Radio-technik 1955. máj–jun.

Korszerű műsorvevő rádiókészülékek

KISS ERNŐ

az Orion Rádió- és Villamossági Gyár Fejlesztő Laboratóriumának közleménye
(Harmadik folytatás)

A cikksorozat harmadik folytatása a korszerű URH vevőkben leggyakrabban alkalmazott, triódával működő keverő oszcillátor fokozat felépítését és működését vizsgálja meg. A triódák ilyen célokra alkalmasabbak, mint a többbrácsos csövek (kisebb zaj, nagyobb keverőmeredekség, kisebb sugárzás stb.).

A szuperheterodin rendszerű URH—FM vevőkészülékekben a 10,7 MHz középfrekvenciás jelet az URH erősítő és keverő egység keverő fokozata állítja elő az oszcillátor által keltett segédrezgés és a felerősített URH jel frekvenciájának különbségként.

Az URH keverő fokozatban ma már csaknem kizárólag nagymeredekségű URH erősítő triódákat alkalmaznak additív keverő kapcsolásban. Elvileg felhasználhatók ugyan a közép- és rövidhullámú AM vevőkben általánosan alkalmazott és ott többnyire kifogástalanul működő többbrácsos, multiplikatív rendszerű keverő csövek, hátrányos tulajdonságaik azonban az URH sávban már nem hagyhatók figyelmen kívül.

A többbrácsos keverő csövek zajszáma az árameloszlási zaj következtében még additív keverő kapcsolásban is lényegesen nagyobb, mint a triódáké. Kis zajú URH előerősítő fokozat után kapcsolva is megnövelik a vevőkészülék zajszámát.

A többbrácsos, multiplikatív keverő csövek keverő meredeksége, S_c alig egynegyede a nagymeredekségű URH triódák keverő meredekségének és bemenő impedanciájuk is jóval kisebb, mint a triódáké. Következésképpen a nagymeredekségű triódával felépített URH keverő fokozat erősítése kb. négyszer akkora, mint a többbrácsos, multiplikatív keverő csövet tartalmazó keverő fokozaté s az URH erősítő fokozat kimenő kapcsait is kevésbé terheli, mint a többbrácsos keverő cső.

A keverő meredekség maximumának beállításához szükséges oszcillációs feszültség nagymeredekségű triódáknál kb. 2–3 V_{eff} , míg a többbrácsos multiplikatív keverő csövek esetében rendszerint 8–10 V_{eff} szokott lenni. Ezért a

multiplikatív keverő fokozattal működő URH vevő az oszcillációs feszültség kisugárzásával nagyobb mértékben zavarhatja a környezetet, mint trióda keverő fokozattal. A többbrácsos multiplikatív keverő csövekben az elektróda kapacitások és a kivezetések önindukciójának közvetítésével, valamint belső, elektronikus úton is csatolás jön létre a keverő fokozat modulátor és oszcillátor rezgőkör között. Mivel ezek a csatolások külső kapcsolástechnikai megoldásokkal csak részben szüntethetők meg, fokozottan fennáll a sugárzás veszélye. A csőrendszeren belül fellépő csatolások további hátránya az, hogy az egyik rezgőkör hangolása megváltoztatja a másik rezgőkör rezonancia frekvenciáját is, rendellenességek jelentkeznek a körök együttfutásában, elszívás következtében az oszcilláció is leszakadhat. Keverő triódákban csak az elektróda kivezetések önindukciója létesít csatolást a modulátor és az oszcillátor rezgőkör között, ez azonban az URH sávban még elhanyagolható.

Az oszcillátor frekvenciájának állandóságát károsan befolyásolja a keverő cső és a közelében levő rezgőköri elemek felmelegedése üzem közben. A többbrácsos multiplikatív keverő csövekben általában nagyobb elektromos teljesítmény alakul át hővé, mint a triódákban, ezért frekvencia stabilitásuk is kisebb.

A keverő triódák erősítése a cső rácsfeszültségének változtatásával nem szabályozható, mert ezzel megváltozik az oszcillátor frekvenciája is. Ugyanez a helyzet a multiplikatív keverő csöveknél is. Éppen ezért sem multiplikatív, sem pedig additív keverés esetén nem alkalmazható automatikus erősítés szabályozás az URH keverő fokozatban. Ha a limiter fokozat mellett automatikus erősítés szabályozással is növelni kívánjuk a vétel egyenletességét, zavartalanságát, akkor ez csak a közép-frekvenciás erősítő fokozatban és az URH erősítő fokozatban engedhető meg.

Az URH keverő trióda rácsának állandó előfeszültséget kell kapnia. Az oszcillátor által keltett

segédrezgés amplitúdója hangolás közben a viszonylag kis frekvencia változás miatt alig változik. Ezért az utóbbi években tervezett URH vevőkben a keverő trióda állítja elő a középfrekvenciás jel előállításához szükséges segédrezgést, az oszcillátor frekvenciát is, tehát keverő oszcillátor kapcsolásban működik.

Az URH erősítő trióda és a keverő oszcillátor trióda egyetlen csőburában egyesíthető. Ezzel az URH erősítő és keverő egység szerkezeti felépítése lényegesen egyszerűbbé és olcsóbbá válik. Ha a két triódát árnyékoló lemez választja el egymástól, az oszcillátor sugárzás megfelelő kapcsolástechnikai megoldásokkal kettős triódnál is az előírt küszöbérték alá szorítható. Az oszcillátor frekvencia hőstabilitása kettős triódák alkalmazásával sem romlik észrevehetően. A korszerű AM—FM vevők URH erősítő- és keverő egységében az ECC85 típusú, vagy ezzel elektromos adataiban megegyező tulajdonságú kettős triódákat alkalmazzák leggyakrabban, várható azonban, hogy már a közeljövőben jelentős szerephez jutnak, különösen az igen nagy érzékenységű, különleges minőségű vevőkészülékekben a jóval nagyobb meredekségű és még kisebb zajszámú E88CC, ill. ECC88 típusú kettős triódák.

A keveréshez szükséges segédrezgés legegyszerűbben Hartley- vagy pedig Colpitts-féle oszcillátor kapcsolásokkal állítható elő. Ezek azonban csak akkor alkalmazhatók az úgynevezett visszakeverés veszélye nélkül [7] ha a rezgéskeltést és a keverést két külön trióda végzi. A korszerű nagymeredekségű URH triódák keverő oszcillátor kapcsolásban Meissner-féle oszcillátorként a legalkalmasabbak a segédrezgés előállítására, mivel ezzel elkerülhető a visszakeverés jelensége és gondos elrendezéssel az oszcilláció amplitúdója is elegendő a max. keverő meredekség biztosításához. A Meissner-féle oszcillátor frekvencia stabilitása is kielégítő az URH vételre, ha megfelelő negatív hőmérsékleti együtthatójú kondenzátorokkal biztosítva van az oszcillátor hőmérsékleti stabilitása. Gondos hőkompenzációval elérhető az, hogy a készülék bekapcsolása után egy-két óra elteltével sem nagyobb az oszcillátor frekvencia változása a melegedés hatására ± 20 kHz-nél, ez pedig az oszcillátor 100 MHz frekvenciáján csak $\pm 2 \cdot 10^{-4}$ relatív változásnak felel meg.

A modulátor és az oszcillátor rezgőkör között a keverő csővön kívül sem engedhető meg csatlakozás, mert ez megnöveli az oszcillátor sugárzás

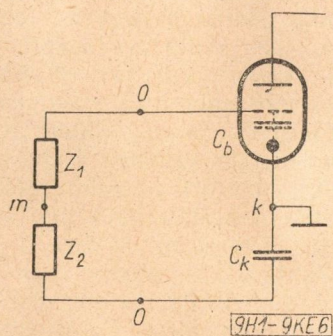
veszélyét, s ezenkívül az előzőekben említettek szerint egyéb zavarokat is okozhat az URH vevő működésében. Csatolás akkor jön létre a két rezgőkör között, ha bármilyen úton oszcillátor feszültség jut át a keverő fokozatból a modulátor rezgőkör kapcsaira. Ezt elkerülendő, a keverő cső bemenő rácsáramkörében (6. ábra) szimmetrizáló kapcsolást kell kialakítani. Ezt az úgynevezett oszcillátor-hídat egyrészt a Z_1 és Z_2 szimmetrizáló impedanciák, másrészt pedig a keverő oszcillátor cső bemenő impedanciája és egy C_k kiegyenlítő kondenzátor kapacitása képezik. Ha nem vesszük figyelembe a keverő cső bemenő impedanciájának valós része által okozott kismértékű fázistolást, valamint a katód kivezetés önindukcióját, akkor a 6. ábra szerinti oszcillátor híd kiegyenlített, ha

$$Z_1 : Z_2 = C_k : C_b \quad (30)$$

Ebben az esetben az oszcillátor-híd 0—0 pontjai között a katódra vonatkoztatva szimmetrikusan betáplált oszcillációs feszültség nem jut vissza az $m-k$ pontokra aszimmetrikusan csatlakozó modulátor rezgőkörre. Részletesebb vizsgálatok azt mutatják, hogy az oszcillátor-hídat nem szükséges teljesen kiegyenlíteni. URH előerősítő fokozat alkalmazása esetén már akkor is kielégítő a keverő fokozat sugárzásmentessége, ha a modulátor rezgőkör $m-k$ kapcsain az oszcillációs feszültség kisebb, mint 200—250 mV_{eff}. A modulátor és az oszcillátor rezgőkör megfelelő távolságra helyezendő el egymástól és szükség esetén külön statikus árnyékolással is elválasztandók.

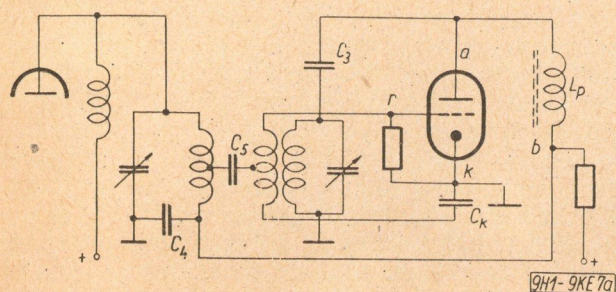
A szimmetrizáló oszcillátor-híd megváltoztatja az URH erősítő cső kimenő kapcsairól a keverő cső rácsára jutó URH feszültség nagyságát. Ugyanakkor a keverő cső bemenő impedanciája az oszcillátor-híd, mint szimmetrizáló négypólus közvetítésével terheli az URH erősítő cső anódjára csatlakozó modulátor rezgőkört. A szimmetrizáló Z_1 és Z_2 impedanciák vagy induktív, vagy pedig kapacitív jellegűek. Induktív szimmetrizálás esetén a keverő cső bemenő impedanciája jelentősen terheli a modulátor rezgőkört, a modulátor kör kapcsain levő URH feszültség pedig feltranszformálva jelenik meg a keverő cső rácsán. Kapacitív szimmetrizálás esetén a keverő cső bemenő impedanciája alig terheli a modulátor rezgőkört, az URH jel azonban letranszformálva jut a keverő cső rácsára. Az oszcillátor-híd, mint szimmetrizáló négypólus impedancia illesztő és feszültség transzformáló tulajdonságait az URH erősítő fokozat tervezésekor figyelembe kell venni.

Az oszcillátor és a modulátor rezgőkör lehet induktív, vagy kapacitív hangolású. Az oszcillátor rezgőkör csatlakozhat a keverő trióda rácsára, vagy pedig az anódjára. Az anódra csatlakozó hangolt oszcillátor rezgőkör alkalmazása különösen akkor előnyös, ha a modulátor és az oszcillátor rezgőkör kapacitív hangolású. Ebben az esetben ugyanis kis méretű, olcsó, földelt rotorral ellátott kettős forgókondenzátorral oldható meg a hangolás, az oszcillátor-híd szimmetrizálására pedig felhasználható az oszcillátor visszacsatoló tekercs, induktív megcsapolással. Ilyen megoldású keverő oszcillátor kapcsolás látható a 7a ábrán.



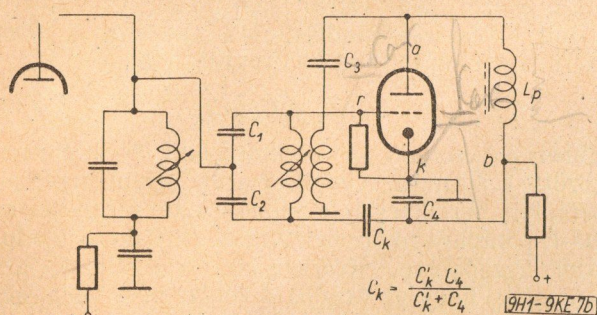
6. ábra

Oscillátor-híd a URH keverő trióda bemenő kapcsain



7a. ábra

Kapacitív hangolású URH keverő oszcillátor fokozat



7b. ábra

Induktív hangolású URH keverő oszcillátor fokozat

Induktív hangolású oszcillátor rezgőkörhöz kapacitív szimmetrizálású oszcillátor-híd alkalmazása célszerű, mivel így a rezgőkör hangolása nem befolyásolja az oszcillátor-híd kiegyenlítését. A 7b ábrán egy ilyen kapcsolási változat látható, a keverő cső rácsára csatlakozó oszcillátor rezgőkörrel. A 7a ábra szerinti változattal valamivel nagyobb erősítés érhető el, ugyanakkor azonban a kettős forgókondenzátor használata költségesebb, mint az induktív hangolás és megnöveli az URH erősítő és keverő egység térfogatát is. Kapacitív szimmetrizálással felépített oszcillátor-híddal kedvezőbb tükröszelekció érhető el, mint induktív szimmetrizálással, mivel ez kevésbé terheli a modulátor rezgőkört.

Az URH keverő fokozat erősítése

$$A_c = S_c Z_{l_0} \quad (31)$$

Itt S_c a trióda keverő meredeksége, Z_{l_0} pedig a cső anódjára csatlakozó kétrezgőkörös kf. sávszűrő transzfer impedanciája a rezgőkörök rezonancia frekvenciáján.

$$Z_{l_0} = \frac{KQ}{1 + (KQ)^2} \sqrt{R_p R_s} \quad (32)$$

$Q = \sqrt{Q_p Q_s}$ a sávszűrő rezgőköreinek közepes jósága, K a rezgőkörök közötti csatlakozási tényező, R_p a sávszűrő primer rezgőkörének parallel veszteségi ellenállása, a keverő cső által okozott csillapítást is figyelembe véve, Q_p ugyan-ezen rezgőkör jósága, R_s az első kf. erősítő cső bemenő admittanciájával terhelt szekunder rezgőkör parallel veszteségi ellenállását, illetőleg jóságát jelenti. A kf. sávszűrő primer rezgőkört

a keverő cső kimenő admittanciájának valós része a

$$G_{oc} = G_{ic} + \beta S_k \quad (33)$$

konduktancia terheli [8] G_{ic} a keverő cső R_{ic} belső ellenállásának reciproka, ha az anódról nem jut vissza középfrekvenciás feszültség a rácsra, S_k a keverő cső közepes meredeksége, végül pedig

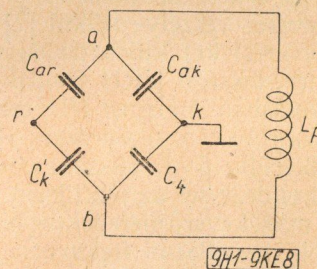
$$\beta = U_{rk}/U_{ak} \quad (34)$$

a keverő cső rácsán és anódján levő középfrekvenciás feszültségek hányadosa a katódra vonatkoztatva.

Az ECC85 típusú triódák belső ellenállása URH erősítő kapcsolásában kb. 9,5 kOhm. Keverő oszcillátor kapcsolásban, anód visszahatás nélkül több, mint kétszeresére nő a belső ellenállás, de még így is jelentékenyen csillapítja a kf. sávszűrő primer rezgőkörét, tehát erősítés csökkenést eredményez. Ezt a csillapítást többszörösére növeli a keverő cső C_{ar} anód-rács kapacitásán keresztül a rácsra jutó kf. feszültség, amely, mint negatív feszültség visszacsatolás, csökkenti a keverő cső kimenő impedanciáját, ill. megnöveli kimenő admittanciáját. Ez a negatív visszacsatolás neutralizálással megszüntethető. A 7a és 7b ábrák szerint a keverő cső anódjára csatlakozó kf. sávszűrő primer rezgőkörét a C_3 és C_4 jelzésű kondenzátorok, valamint az ábrákon külön fel nem tüntetett szórt kapacitások és a cső

kimenő kapacitása hangolják le 10,7 MHz-re.

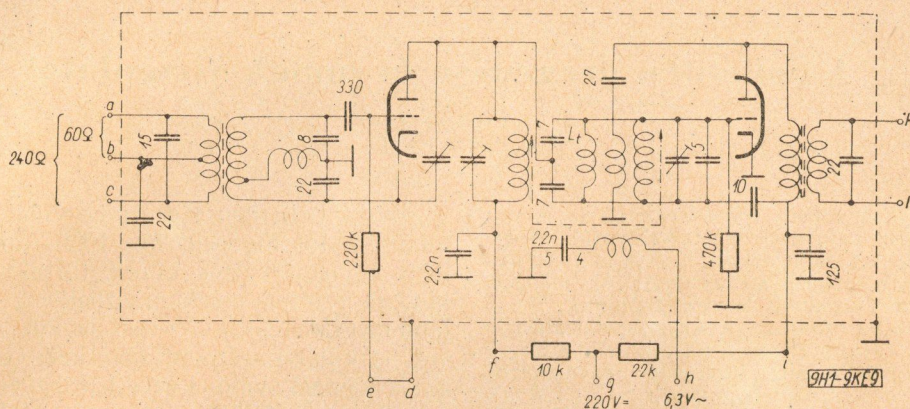
7b ábra szerint a cső C_{ar} kapacitása, az anód- és a katód közötti kapacitások összege C_{ak} , valamint a C'_k és C_4 jelű kapacitások hídkapcsolásúak a középfrekvenciás jel számára. A 8. ábra szerint



8. ábra

Középfrekvenciás híd induktív hangolású URH keverő oszcillátor fokozatban

a kf. rezgőkör kapcsain megjelenő kf. feszültséget az L_p rezgőköri tekercs $a-b$ kapcsairól tápláljuk be a kf. hídra. Ha a C'_k jelzésű kondenzátorral a híd éppen kiegyenlített, tehát $\beta = 0$, a katód és a rács közötti kf. feszültség $U_{rk} = 0$. Ebben az esetben $G_{oc} = G_{ic}$, tehát csak a keverő cső G_{ic} belső konduktanciája csillapítja a kf. sávszűrő primer rezgőkörét. Ha nincs kiegyenlítő a kf. híd, β lehet pozitív, vagy pedig negatív. Túlnutralizálás esetén β negatív, tehát G_{oc} kisebb, mint G_{ic} , ez pedig azt jelenti, hogy megnövekedett a keverő cső kimenő impedanciája. Ha β értékét úgy választjuk meg, hogy $G_{oc} = 0$ legyen, vagyis $\beta S_k = -G_{ic}$, akkor a keverő cső kimenő impedanciája végtelen nagy lesz és nem csillapítja a kf. sávszűrő primer rezgőkörét. Végezetül β értéke megválasztható úgy is, hogy G_{oc} negatív legyen. Ebben az esetben a cső negatív kimenő konduktanciája részben vagy pedig teljes egészében is kompenzálja a primer rezgőkör parallel veszteségi konduktanciáját. Ez utóbbi esetben a keverő fokozat túlnutralizálás következtében középfrekvencián begerjedhet.



9. ábra. URH erősítő és keverő egység ECC85 típusú kettős triódával

Ezek szerint β értékétől nagy mértékben függ a keverő cső kimenő admittanciája, az első kf. sávszűrő primer rezgőkörének csillapítása a keverő cső által, továbbá az URH keverő fokozat erősítése, stabilitása, valamint az első kf. sávszűrő sávzélessége és szelektivitása is.

Ha β értékét úgy választjuk meg, hogy $G_{oc} \approx G_{ic}/5$ legyen, tehát az ECC85 kimenő impedanciáját 100 kΩ-ra állítjuk be, a szekunder rezgőkört pedig kb. 200 kΩ-mal terheli az első kf. erősítőcső bemenő impedanciája, ebben az esetben 50 kΩ-mal terhelt első kf. rezgőkör impedanciát feltételezve a keverő fokozat erősítése $A_c = 34$, a kf. sávszűrő sávzélessége $B \approx 210$ kHz, a 300 kHz elhangoláshoz tartozó szelektivitás $S_{300} \approx 8$. Ezek az adatok $S_c = 2,3$ mA/V keverő meredekségnél, 30 pF rezgőkör kapacitással, kritikusan csatolt kf. sávszűrő esetében érvényesek, figyelembe véve az első kf. sávszűrő transzfer impedanciájának kb. 20%-os csökkenését a primer oldali kf. híd okozta kapacitív megcsapolás miatt.

β ilyen beállítása mellett a kf. híd túlneutralizálása még nem túlságosan kritikus. $\pm 2\%$ szórású kapacitásokat használva a kf. hídban, a keverő fokozat erősítésének szórása $\pm 20\%$ alatt marad a sorozatgyártásban. Ha β értékét minden egyes keverő fokozatnál úgy állítjuk be pl. a C_4 jelzésű kondenzátor kapacitásának változtatásával, hogy $G_{oc} = 0$ legyen, tehát a keverő trióda ne terhelje az első kf. sávszűrő primer rezgőkörét, akkor kb. 20%-kal nagyobb erősítést lehet elérni, de csöcsere esetén újból be kell állítani a keverő fokozat túlneutralizálását, mert egyébként könnyen begerjedhet középfrekvencián.

A 7b ábra szerint felépített keverő fokozatban a C_k és a C_4 jelzésű kondenzátor a kf. hídnak és az oszcillátor-hídnak is elemei. Éppen ezért a kf. hidat lehetőség szerint szűk tűrésű állandó kapacitású kondenzátorokkal kell felépíteni. Ha ugyanis a kf. hídban C_k , vagy pedig C_4 változtatható kapacitás, hangolásuk az oszcillátor-híd egyensúlyát is felborítja.

Korszerű URH erősítő és keverő egységek laboratóriumi tervezésekor az egyik fő törekvés az, hogy a sorozatgyártásból kikerülő egységek adatai egymásközött lehetőleg azonosak legyenek, minél kisebb szórással. Így lényegesen csökken a gyártás ellenőrző műszer szükséglete, a mérési műveletek száma és csökkenthető a műszakilag képzett

munkaerők százalékos aránya is a sorozatgyártásban. Ennek egyik előfeltétele többek között a szűk toleranciájú, állandó kapacitású kondenzátorok alkalmazása a kf. és az oszcillátor hídban, sőt lehetőleg még az URH erősítő cső C_{ar} anód—rács kapacitásának neutralizálására is.

A 9. ábrán az Orion új URH erősítő és keverő egységének kapcsolási vázlata látható. Az ECC85 egyik triódája URH erősítő neutralizált ZB kapcsolásban, a másik pedig induktív hangolású keverő oszcillátor. Az URH erősítő fokozatnak az URH sáv közepére hangolt sávszűrős bemenete van, amelyhez a vevődipol 240 Ω-os szimmetrikus vagy 60 Ω-os aszimmetrikus tápvonallal egyaránt csatlakoztatható. A vevődipol ezenkívül segédantennaként is felhasználható az AM sávok vételére. A sávszűrős bemenet hatásosan csökkenti az URH oszcillátor második harmonikusának kisugárzását. A bemenő sávszűrő rezgőköreinek induktivitása réz maggal hangolható. Az oszcillátor-híd kis szórású, fix kapacitású kondenzátorokból épült fel, hasonlóan a kf. hídnak. A modulátor és az oszcillátor rezgőkört közös tengellyel mozgatott, azonos méretű vörösréz magok hangolják. Az oszcillátor rezgőkörben szereplő L_t parallel induktivitásnak az oszcillátor és a modulátor rezgőkör hangolásának együttfutásában van szerepe.

Az URH erősítő és keverő egység fontosabb adatai a következők:

Vételi sáv.....	87—100,5 MHz
Erősítés a 240 Ω-os dipol kapcsolatokra vonatkoztatva	400
Középfrekvenciás sávzélesség ...	$B \geq 220$ kHz
Zajszám	$F = 2,8$
Az oszcillátor sugárzás 30 m távolságban:	
a) alapprofekvencián	$E < 150 \mu\text{V/m}$
b) 2. harmonikuson	$E < 30 \mu\text{V/m}$
Tűkørszelekció nagyobb, mint	30 dB
Az oszcillátor frekvencia változása bekapcsolás után kisebb mint ..	
± 30 kHz	

IRODALOM

- [7] H. Rothe: Die Röhre im UKW-Empfänger. II. Bd. Franzis-Verlag. München, 1952.
 [8] W. Sparbier: Moderne AM-FM-Empfangstechnik. Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, IV. Band. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik. GMBH. Berlin, 1957.

A polietilén öregedése és annak vizsgálata¹

IPOLYI KÁROLY

Posta Kísérleti Intézet

A polietilén gyorsított laboratóriumi vizsgálatára a Bell Telephone Lab. módszerét alkalmaztuk. Magasabb hőmérsékleten térfogatosan mértük a polietilén által abszorbeált oxigén mennyiségét. Az oxidáció hőfokára 150 °C bizonyult legmegfelelőbbnek.

A hőoxidációs vizsgálat kimutatja, tartalmaz-e a polietilén antioxidáns anyagot, jól van-e stabilizálva?

Szabadban való öregítési kísérletek megerősítették a hőoxidációs vizsgálatok eredményeit.

A polietilént a fejlettebb iparral rendelkező országok már a második világháború óta nagyfrekvenciás kábelek szigetelő anyagául használják. Hazánkban a polietilén a villamosiparban behozatali nehézségek miatt jelentőségénél kisebb mértékben került alkalmazásra. Az alacsony nyomású polietilén felfedezésével lehetővé vált a polietilénnek behozatala és így a hazai kábeliparnak fel kell készülnie a polietilén minél nagyobb mérvű feldolgozására. Meg kell ismernünk a polietilén tulajdonságait, különösen annak időállóságát, hogy felhasználásánál a minőségek megválasztásában kellő tapasztalatokkal rendelkezünk és a népgazdaságot a helytelen alkalmazás okozta károsodástól megvédjük.

Minden szerves szigetelőanyag az időjárás behatására korrodeálódik. A feladat, hogy villamosipari célra olyan anyagminőséget válasszunk, mely kellő jó tulajdonságait a kívánt hosszú használati időtartamra megtartja. Az egyetlen biztos út új, eddig ismeretlen fajta szigetelőanyag öregedésének megismerése, ha azt szabadba kitesszük és várunk. Időközönként a kitett anyagot megvizsgáljuk. Ez kitűnő eljárás a nem megfelelő, gyorsan öregedő anyagok kiszűrésére.

A szabadban való öregítés azonban rendkívül lassú vizsgálati módszer. Ha egyszer már megállapítottuk, hogy bizonyos típusú szerves szigetelőanyag huzamos ideig tartó szabadban való használatra alkalmas, a finomabb beállítások, az anyag minőségének javítására szolgáló kísérletek, gyorsított öregítési vizsgálatokkal végezhetők el.

A polietilén időjárás behatásával szembeni érzékenysége elsősorban oxidációs reakció, melyet a napfény ultraibolya fénysugarai katalizálnak, egyesítve ezt egy hőokozta oxidációval. Mielőtt tehát a gyorsított öregítési eljárásokkal foglalkoznánk, meg kell ismerni a polietilén romlásának vegyi reakcióit.

A polietilén öregedésének okai

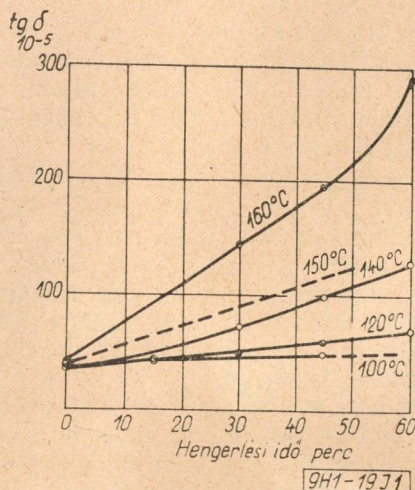
Az oxidáció folyamatának tisztázására egyszerűsítésképpen feltételezzük, hogy a polietilén alifás szénhidrogén. A telített szénhidrogénláncban az a leggyengébb pont, a legvalószínűbb megtámadás helye, ahol terciér hidrogénatomok fordulnak elő.

Bár a polietilén telített vegyület, a különböző minőségektől függően, kb. 1000–2000 szénatomként, egy-egy kettős kötést tartalmaz. A kettős kötések szintén megkönnyíthetik a szénhidrogénlánc megtámadását. Az első gyökök — C—H vagy —C—C kötések szétbontásával keletkezhetnek, vagy az oxigénnel való közvetlen egyesüléssel hidroperoxid csoportok képződnek és ezek bomlása hozza létre az első gyököket. Ha egyszer szabad gyökök képződtek, feltételezhető, hogy ezek oxigénnel peroxid gyököket képezve reagálnak. Ezek az anyag másik molekulájából oxigént vonnak el és a folyamat megismétlődik. A reakció autokatalitikus jellege a peroxidok új, szabad gyökké váló bomlásával jelentkezik. Az oxidáció sebességét a felvett oxigén mennyisége jellemzi. Már csekély mennyiségű oxigén is jelentős károsodást okozhat. A polietilénnek nagy a molekulásúlya (20 000 — 40 000) s így a molekulába bejutó oxigén atomok a nagy molekulához képest aránylag kis súlyarányukban is már igen komoly hatást okozhatnak.

A hőhatásra történő oxidáció

A polietilén meleg hengerekben való megmunkálásánál könnyen oxidálódik. Az oxidáció következtében romlanak a villamos tulajdonságok, különösen a dielektromos veszteségi szög. Mylers meghatározta egy polietilén féleség dielektromos veszteségi szöge értékének változását 50 MHz-en, különböző hőfokon és különböző hengerlési idő mellett. Adatait az 1. ábra mutatja.

Az oxidációt súlynövekedés kíséri. A polietilénben a vegyileg lekötött oxigén főleg karbonil csoportok formájában van jelen. A karbonil csoportok a hidroperoxidok és a peroxidok autokatalitikus bomlása révén keletkeznek. Az oxidáció hatására



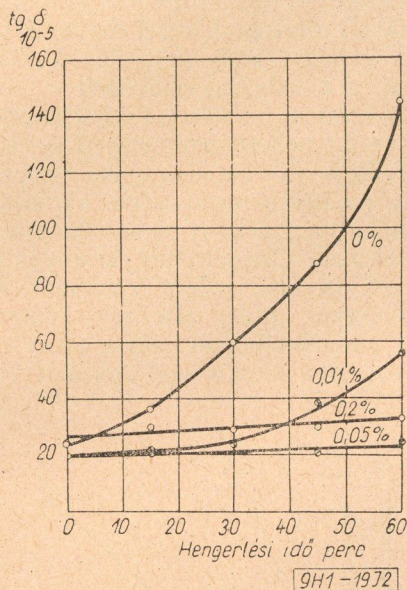
1. ábra

A polietilén bomlása meleg hengerlésnél. (Ind. Eng. Chem. 44. 1952. 1096)

¹ A Híradástechnikai Tudományos Egyesületben 1957. december 18-án tartott előadás.

a viszkozitás is csökken. Ez azt mutatja, hogy a reakció során lánc hasadások jöttek létre. További hőbehatásra viszont — amikor a molekulák között keresztkötések képződése is megindul — a megolvadt polietilén gumyszerűvé válik, oldhatatlan anyagok képződnek. Magasabb hőmérsékleten, elég hosszú

tud érvényre jutni, amíg a polietilén az oxidációs megtámadási helyek lezárására elegendő stabilizátort tartalmaz. Az antioxidáns csak egy bizonyos ideig tudja a polietilént az oxidációtól megvédeni, idővel saját maga is oxidálódik és hatástalanná válik.



2. ábra

A hengerszákon való stabilitás a stabilizátor töménysége függvényében. (Ind. Eng. Chem. 44. 1952. 1097)

ideig tartó oxidáció hatására, a molekulalánc bomlik, illékony vegyületek szabadulnak fel, széndioxid, vízgőz, zsírsavak keletkeznek és az anyag rideg viaszszerűvé lesz.

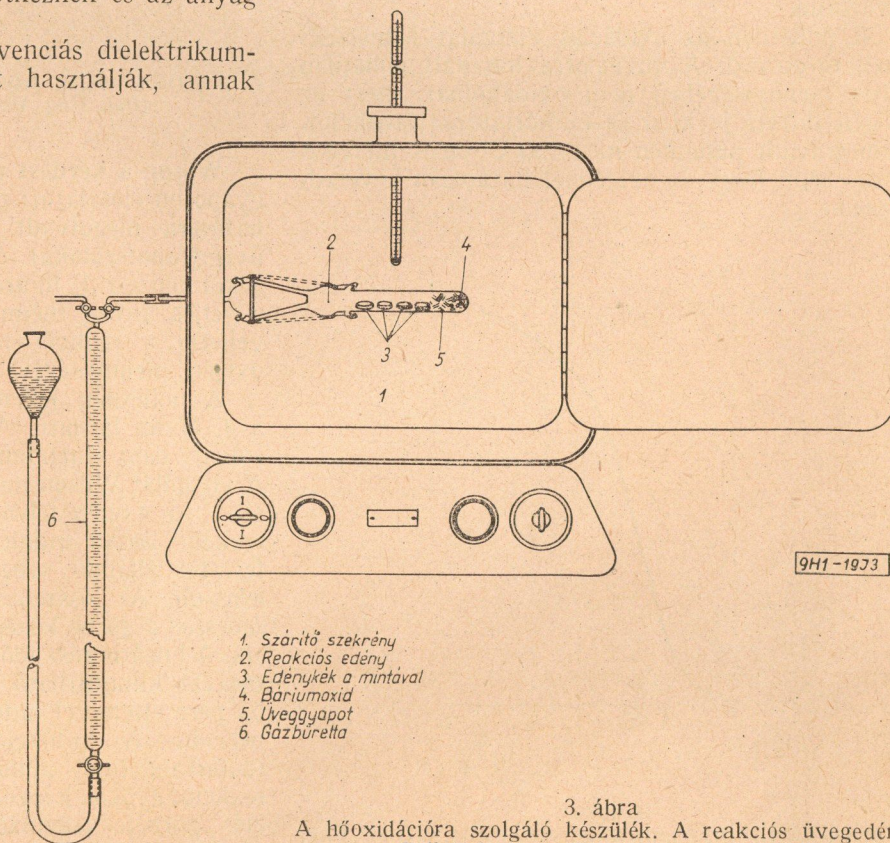
Ha a polietilént nagyfrekvenciás dielektrikumként vagy kábelköpenyként használják, annak antioxidáns stabilizátor anyagot kell tartalmaznia, hogy megvédje a hőbehatás alatt bekövetkező oxidációtól. Az antioxidáns anyag az oxidációt leállítja, belép a polietilén láncba, a megtámadási helyen olyan gyököt képez, mely az oxigénnel tovább már nem vegyül. A 2. ábra mutatja egy stabilizátornak, az Akroflex C-nek 150 C°-os hengerszákon tartott polietilénre gyakorolt védőhatást. A stabilizátor 65% fenilalfanafilamin és 35% difenilpara-fenilendiamin keveréke. Az ábrából megfigyelhető, hogy már 0,01% stabilizátor kb. 30 percig hatásos védelmet nyújtott. Magasabb stabilizátor töménység növelte a védőhatás idejét. Az antioxidáns használatával a hőhatás okozta oxidáció káros hatása addig nem

A polietilén fényhatására bekövetkező bomlása

A polietilén fotokémiai oxidációja napfény hatására következik be. Az anyag használat közben huzamos ideig ki lehet téve a fénybehatásnak, különösen, ha szabadban alkalmazzuk.

A fény hatására bekövetkező elváltozásokat Pross és Black tanulmányozták. A polietilént ultrabolya fénnel sugározták be. Előtte és utána felvették az infravörös abszorpciós spektrumát. A két spektrumot összehasonlítva kimutatták, hogy a polietilén által felvett oxigén főtömegében karbonil csoport formájában kötődik meg. A fényabszorpció karbonil csoportok jelenlétében elősegíti a polietilén molekulalánc oxidációs bomlásának megindulását, mikor is oxidáció és bomlás egyidejűleg következik be.

Szabadban felhasználásra kerülő polietilénnél a kellő idejű használati élettartamot egyedül a molekulaláncot lezáró antioxidánsok alkalmazásával biztosítani nem lehet. A polietilént az ultrabolya fény káros hatásától meg kell védeni. Azt tapasztalták, hogy 2% finom szemcse nagyságú korom a polietilén használati élettartamát harmincszorosra növelte.



1. Szárító szekrény
2. Reakciós edény
3. Edények a mintával
4. Báriumoxid
5. Üveggyapot
6. Gázburetta

3. ábra

A hőoxidációra szolgáló készülék. A reakciós üveggedény a Bell Telephone Lab. eredeti rajza után

A polietilén gyorsított öregedési vizsgálata

Bár a polietilén bomlása a szabadban való felhasználásánál mutatkozik, megfelelő laboratóriumi vizsgálati módszerek kidolgozása is szükségessé vált.

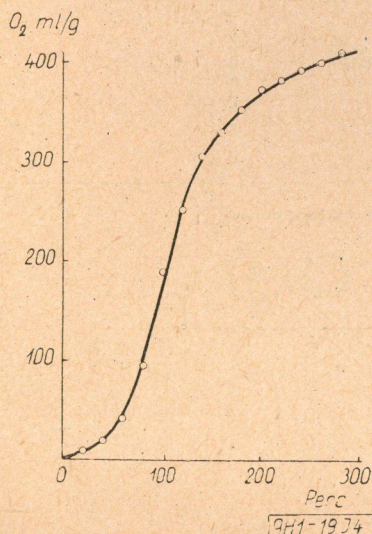
A polietilén gyorsított öregedési vizsgálata történhet tisztán hőhatással vagy ívlámpa fényének behatásával, mikor is hő és fényhatás együttesen érvényesül.

Hőoxidációs öregítés

A hőhatással történő öregítésnél a polietilén mintát tiszta oxigén közegben, magasabb hőfokon tartjuk és az idő függvényében térfogatosan mérjük az oxigén fogyasztását. A vizsgálatra a Bell Telephone Lab.-tól kapott módszert alkalmaztuk. A készülék rajza a 3. ábrán látható.

Az oxidációs készülék egyik végén zárt, másik végén beköszörült dugóval ellátott hosszúk üveghenger. A zárdugóból kapilláris cső nyúlik ki, ennek segítségével a készülék a szárítószekrény falán keresztül az oxigén fogyasztást mérő gáz-bürettához csatlakozik. A reakciós üvegedény zárt végébe báriumoxidot teszünk, ez elnyeli a polietilén oxidációjakor képződő széndioxid gázt és vízgőzt. A báriumoxidot üveggyapattal lazán lezárjuk. A vizsgálatnál 1 gramm polietilént egyenletesen elosztva 4 db. hengeres edénykébe tesszük. A szárítószekrényt a vizsgálati hőfokra felmelegítve, a gáztérfogatot időközönként leolvassuk. A polietilén oxidációjára elfogyott oxigén mennyiségeket 760 mm légnyomásra és 0 C° hőmérsékletre átszámítva, az idő függvényében grafikusán ábrázoljuk.

A polietilén az oxidációs vizsgálat hőmérsékletén megolvad. A vizsgálatra használt polietilén teljes mennyiségében nem oxidálódhat, mert az oxigén diffúziója kicsi és ez korlátozza a reakciót. A megolvadt polietilén még 150 C°-on is túl viszkózus arra, hogy az oxigénnel hatásosan keveredhessen.

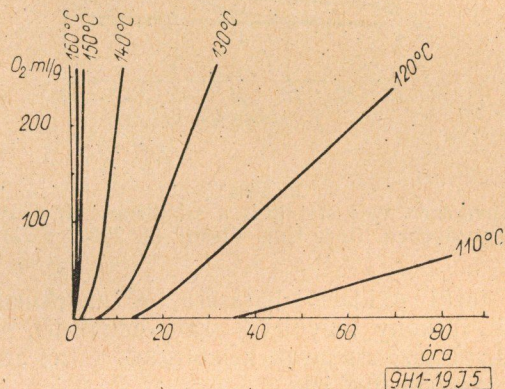


4. ábra

A polietilén jellemző oxigén felvételi görbéje. (Ind. Eng. Chem. 47. 1955. 2202)

Mikor az oxigén a megolvadt polietilénbe bediffundál, az oldott oxigén a polietilén felületi rétegével olyan gyorsan reagál, hogy teljesen elfogy, mielőtt még újabb oxigén mennyiség bediffundálhatna. Ha ilyen állapotot érünk el, a felső réteg folyamatosan oxidálódik, belső része viszont változatlan marad. Így az 1 gramm anyagra vonatkoztatott oxigén felvétel lényegesen alatta marad a végtelen vékony polietilén film által felvehető oxigén mennyiség értékének.

Biggs szerint az oxidációs kísérleteknél 0,012–0,025 mm vastag polietilén filmet kell használni, ha a felület hatását ki akarjuk küszöbölni és az oxidációnál csupán az anyag mennyiséget kívánjuk figyelembe venni. Ilyen vékony polietilén minta fóliákat azonban nem vizsgálhatták az anyag olvadáspontja felett, a kísérleteket legfeljebb 90 C°-on tudták elvégezni. Ilyen alacsony hőmérsékleten azonban a vizsgálat hosszadalmas, mert az oxidáció sebessége igen kicsi s egy vizsgálat több száz órát vett igénybe.



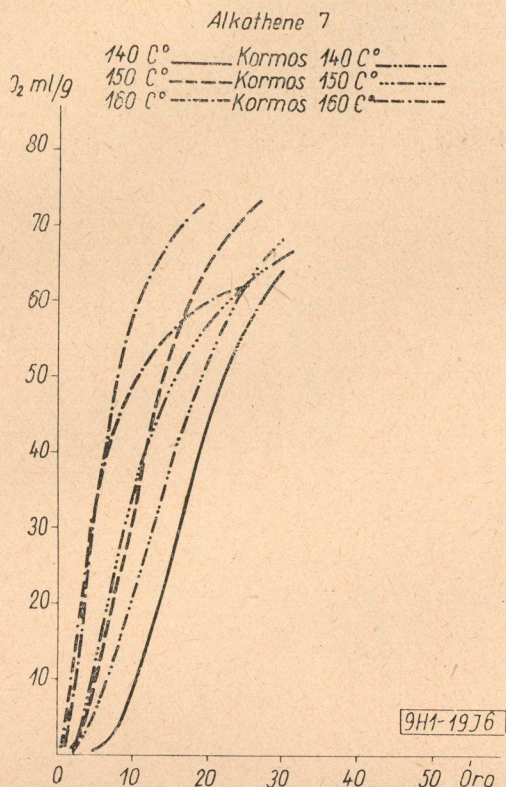
5. ábra

A polietilén oxigén felvételére a hőmérséklet befolyása. (Ind. Eng. Chem. 47. 1955. 2202)

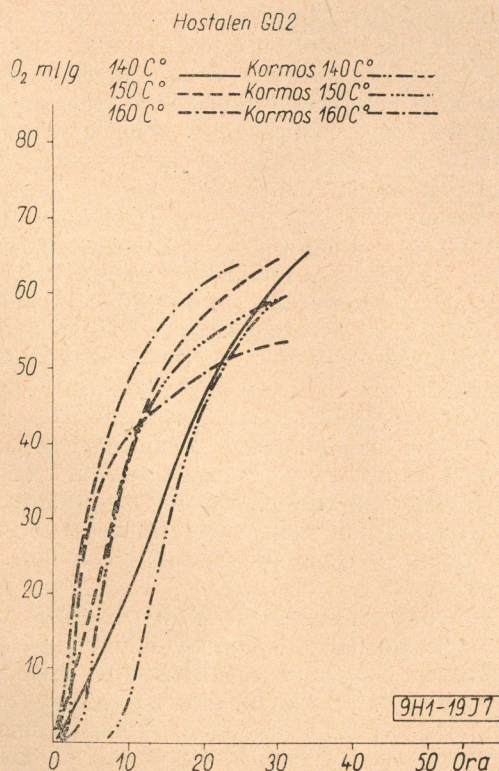
Wilson a kérdést úgy oldotta meg, hogy üveggyapoton elosztatott polietilén port használt. A hő hatására megolvadt polietilénpor körülvette az üveggyapotszálakat és azokon vékony filmrétegeket képzett. E filmrétegek olyan vékonyak, hogy a teljes anyag mennyiség oxidálódhatott és felvehetette a reakció teljes lefolyásához szükséges oxigén mennyiséget.

A polietilén jellemző oxigén felvételi görbéje a 4. ábrán látható. A polietilén nem volt stabilizálva, nem tartalmazott antioxidáns anyagot. A vizsgálat Wilson módszere szerint 160 C°-on történt. Az oxigén felvétel görbéből látható, hogy a reakció lassan indult. Egy idő múlva az oxigén felvétel állandó sebességet ért el, azután ismét lelassult. Az összehasonlításra alkalmas reakció sebesség a görbe középső, lineáris részére vonatkozik. A lineáris rész időtengelyig való meghosszabbításával kimutatható, hogy az oxidációs reakció 55 perc elteltével indult meg, ez az ún. indukciós periódus. Az indukciós periódus lényegileg az az időtartam, mely ahhoz szükséges, hogy oxigénnel reakciós gyökök képződhessenek. A polietilén oxidációs görbéje jellemzően S alakú, melynek alsó része az indukciós periódus, a felső része az a

szakasz, ahol a reakció sebessége már csökken. A kettő között van a lineáris változás szakasza. A polietilén oxidációs sebessége nagy mértékben függ a hőfoktól, a hőmérséklet csökkenésével rohamosan esik. Jól látható ez az 5. ábrán.



6. ábra



7. ábra

A polietilén oxidációval szemben való viselkedésének megítélésére az indukciós periódus időtartama és a reakció sebesség a jellemző értékek.

Az összehasonlító vizsgálatokat célszerűbb a Bell Telephone Lab. módszere szerint végezni, amikor vastagabb és nem filmszerűen vékony polietilén rétegeket oxidálunk. E módszer használatával a polietilén teljes tömegében nem oxidálódhat. A hatás főleg a felületi rétegben mutatkozik, egyensúlyi helyzet alakul ki a felület és a belső részek oxidációjában. Különböző polietilén minőségek összehasonlítására azonban ez a módszer alkalmas.

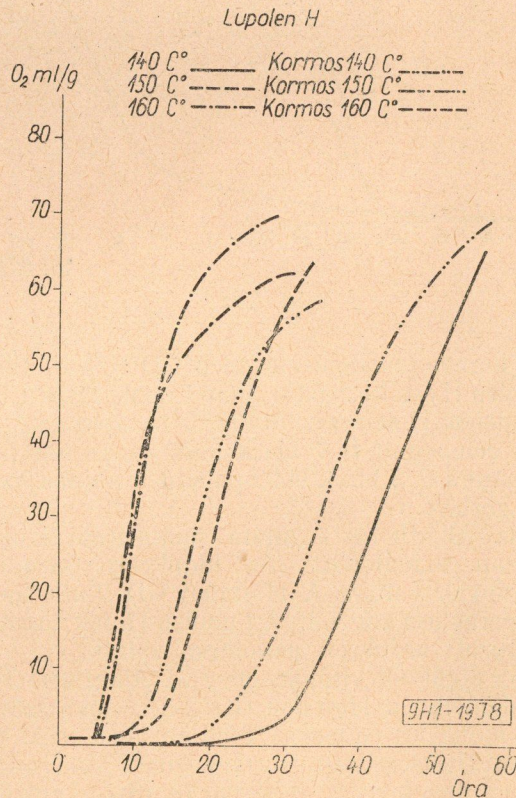
Az oxidációsebesség vizsgálatokat a következő polietilén mintákkal végeztük el:

Alkathene 7, Hostalen GD 2, Lupolen H, valamint ezen alapanyagoknak leboratóriumban készült, 2% mennyiségű, MSZ 10978 minőségű magyar aktív gázkorommal való keverékeivel. Továbbá Lupolen H schwarz 10413, Alkathene compound B 7 black 9902 és Alkathene compound B 2 black 9902 gyári eredeti korom tartalmú mintákkal.

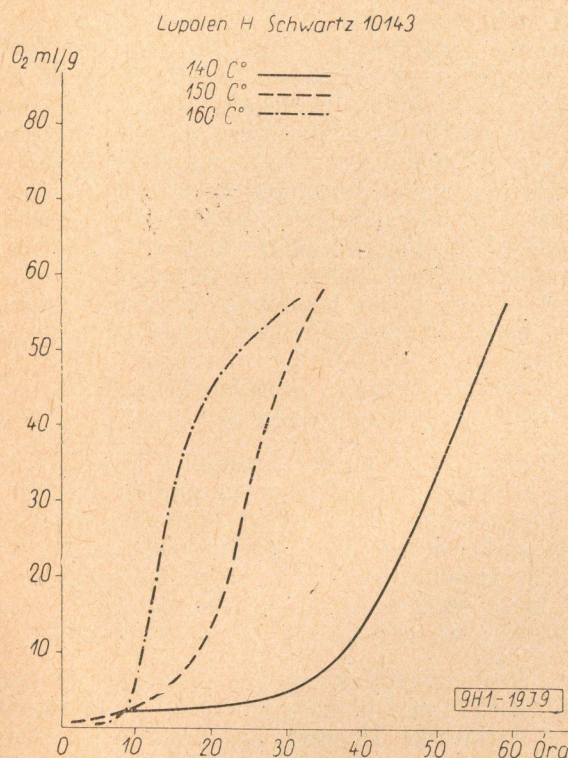
A fenti anyagok közül az Alkathene minták az ICI Ltd London nagynyomású, a Hostalen minta Farbwerke Hoechst AG Frankfurt/M kisnyomású, a Lupolen minták BASF Ludwigshafen/R nagynyomású polietilén mintái voltak.

Az oxidáció sebesség méréseket 160°C-on, 150°C-on és 140°C-on végeztük, hogy a hőmérsékletnek a reakció sebességére való hatását megismerjük, hogy a kialakítandó vizsgálati eljárásra a legalkalmasabb hőfokot választhassuk.

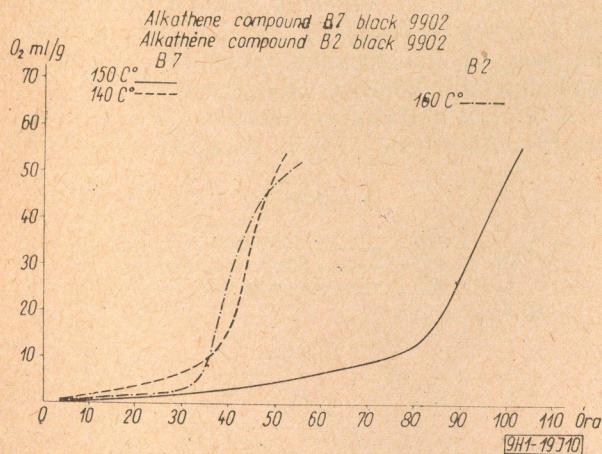
A 6. ábra mutatja az Alkathene 7 és a korom tartalmú Alkathene 7, a 7. ábra a Hostalen GD 2



8. ábra



9. ábra
Lupolen H Schwartz 10143



10. ábra

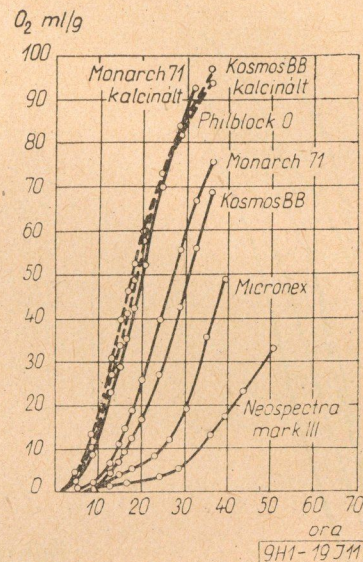
és a korom tartalmú Hostalen GD 2, a 8. ábra a Lupolen H és a kozom tartalmú Lupolen H, a 9. ábra a Lupolen H Schwartz 10143, a 10. ábra az Alkathene compound B 7 black 9902 és az Alkathene compound B 2 black 9902 polietilén minták oxidációs görbéit.

Az Alkathene 7 minta mindhárom hőfokon gyorsan oxidálódott. Az indukciós periódusok alacsonyok voltak. A Hostalen GD 2-nek indukciós periódusa alig volt. A Lupolen H-nak hosszabb, határozott indukciós periódusai voltak.

Az ábrákból kitűnik, hogy az Alkathene 7-nek és különösen a Hostalen GD 2-nek nincs számottevő indukciós periódusa, ezen anyagok tehát védő antioxidánsokat nem tartalmaznak. A vizsgálati hőmérsékleteken a hőoxidáció rövid indukciós mutattak. Ennek az az oka, hogy a koromnak a

periódus után megindult. A Lupolen H már jelentős mennyiségű antioxidánsot tartalmazott és így az oxidáció mindhárom hőfokon csak erősen késleltetve indulhatott meg.

A laboratóriumban készült korom tartalmú minták nem mutattak lényeges eltérést az eredeti mintákkal szemben. A korom tartalmú keverékek nagyjából a töltőanyagot nem tartalmazó eredeti minták oxidációs görbéinek irányvonalát követték, de a Lupolen H-nál és az Alkathene 7-nél az eredetinél gyengébb oxidációs ellenállóképességet



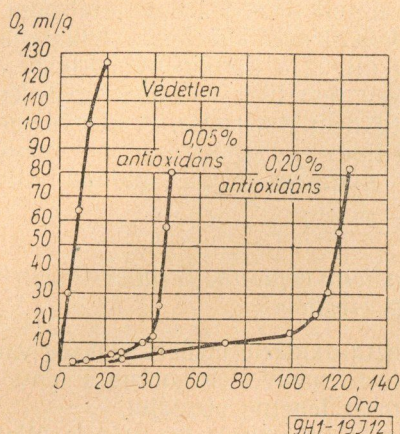
11. ábra

Különböző kormokból 1%-ot tartalmazó polietilének 150 C°-os oxidációs görbéi. (Mod. Plast. 31. 1953. Sept. 123)

meleg hengerszéken való bekeverése az anyagot már hőoxidációra igénybevette s így nem javult, hanem inkább romlott az oxidációval szembeni ellenállóképessége. A görbe S alakú felső részének ellaposodása előbb mutatkozott. Ennek az lehetett az oka, hogy a megolvadt polietilén felületén a korom védő réteget képezett és csökkentette az oxidációnak kitett felület nagyságát.

A korom tartalmú Hostalen GD 2 mintánál az indukciós periódusok a korom mentesekkel szemben nagyobbak. Különösen feltűnő ez a 140 C°-on végzett kísérletnél. Az indukciós periódusok növekedése csak látszólag jelent minőség javulást. A kisnyomású polietilén olvadáspontja a nagy nyomásúénál kb. 15—20 C°-al magasabb. A korom hozzáadás még növelte az olvadáspontot. Különösen a 140 C° hőmérsékleten az anyag még nagyon közel volt az olvadáspontjához s így túl viszkózus volt arra, hogy az oxidáció azonnal megindulhasson. A kisnyomású polietilén helyes minőségi megítéléséhez tehát magasabb vizsgálati hőfokot kell választani.

Bizonyos minőségű kormok a polietilén oxidációval szembeni ellenállóképességét javítják. A 11. ábra mutatja Biggs erre vonatkozó kísérleti adatait. 150 C°-on oxidáltak különböző minőségű kormokat tartalmazó polietilén mintákat. A korom mennyisége valamennyi mintánál 1% volt. Az ábrából látható, hogy egyes koromfélések az oxidációt nagy mértékben késleltették, antioxidáns anyagok-



12. ábra

150 °C-on az antioxidáns mennyiségének hatása a polietilén oxigén felvételére. (Mod. Plast. 31. 1953. Sept. 121)

hoz hasonlóan viselkedtek, indukciós periódussal is rendelkeztek. Más korom fajtáknak viszont védőhatásuk csekély volt. Jó védőhatással rendelkeztek a csatorna koromféseségek, gyengébbek voltak a kemence korom fajták. A védőhatás erősen csökkent ha a kormokat előzetesen kalcinálták.

Hogy a laboratóriumi keverésű mintáinknál a korom védőhatása nem mutatkozott, az is okozhatta, hogy a magyar aktív gázkorom nem olyan vegyi összetételű és szemcsenagyságú, hogy a polietilén antioxidáns anyagaként megfelelő lenne.

A gyári eredetiként koromtartalmú Lupolen H schwartz 10413 minta indukciós periódusai valamivel jobbák voltak a korommentes Lupolen H-énál.

Az Alkathene compound B 7 black 9902, és az Alkathene compound B 2 black 9902 eredeti koromtartalmú mintáknak volt a legnagyobb indukciós periódusa. E mintákat 140 °C-on nem is vizsgáltuk, mert a kísérlet rendkívül hosszú ideig tartott volna. E minták kitűnő stabilizáltsága a 160 °C-on, illetve a 150 °C-on végzett kísérletekből is látható.

Hogy nagyságrendűen mennyi a stabilizátor tartalma e két utóbbi polietilén anyagnak, Biggs kísérleti adataival való összehasonlítással állapíthatjuk meg. A 12. ábrán láthatók antioxidánsmentes, 0,05% és 0,2% antioxidáns tartalmú minták 150 °C-on felvett oxidációs görbéi. Ha összevetjük e görbéket a saját vizsgálati adatainkkal, valószínűsíthető, hogy az Alkathene compound B 7 és B 2 black 9902 minták antioxidáns tartalma a Biggs-féle antioxidáns minőségére vonatkoztatva kb. 0,15% lehet.

A reakció sebesség mérésekből kitűnik, hogy az indukciós periódus kb. kétszeresére nő, ha hőmérsékletet 160 °C-ról 150 °C-ra, vagy 150 °C-ról 140 °C-ra csökkentjük és kb. négyszeresére, ha 160 °C-ról 140 °C-ra csökkentjük. Az antioxidánst tartalmazó és nem tartalmazó minták oxidációs görbéi mindhárom hőmérsékleten jól megkülönböztethetők, de a különbségek a nagyobb indukciós periódus és kisebb reakció sebesség miatt az alacsonyabb hőmérsékleten, 140 °C-on a leglényegesebbek. Megállapíthatjuk, hogy a villamosipari célokra

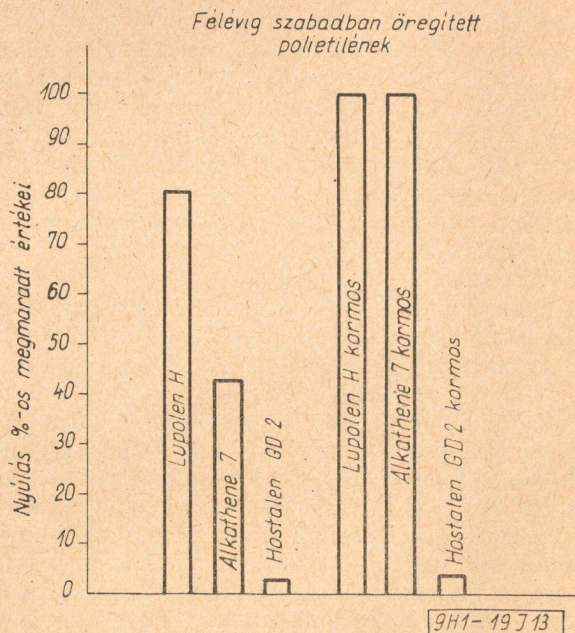
alkalmas polietilénnél 160 °C-on legalább 5 órai, 150 °C-on legalább 20 órai indukciós periódust kell megkívánni a jelenlegi vizsgálati berendezésünk használata mellett. Természetesen a sokkal magasabb indukciós periódussal rendelkező és így oxidációs behatással szemben ellenállóbb polietilének villamosipari szempontból előnyösebbek; vizsgálatunk szerint az Alkathene compound B 7 és B 2 black 9902 ilyeneknek bizonyultak.

Az oxidációs kísérlet vizsgálati hőfokának megválasztásában célszerűségi szempontoknak is szerepet kell játszani. Arra kell törekednünk, hogy a vizsgálat lehető legrövidebb idő alatt fejeződjék be. E célból a 160 °C-on végzendő vizsgálatot kell előnyben részesíteni, mert így a polietilén jól stabilizáltságának ellenőrzése legrövidebb időn belül megtörténhet. Ha pontosabb méréseket kívánunk végezni, alacsonyabb vizsgálati hőfokot kell választani, a minőség különbségek ekkor élesebben jönnek ki. E célból 140 °C-on végzendő oxidáció sebesség mérés a megfelelőbb. A kisnyomású polietilén esetében azonban célszerűbb a 150 °C-os vizsgálati hőfokot választani.

A hőoxidáció és a természetes öregítés közötti összefüggés

Hogy a hőhatás okozta oxidáció és a szabadban történő öregítés közötti összefüggést megismerjük, 0,8—1,0 mm vastag mintalemezeket készítettünk és azokat a szabadban öregítettük. A természetes öregítés vizsgálatára alumínium állványt készítettünk. A mintatartók lyukgatott, eloxált alumínium lemezek voltak. Az állványt egy tetőterazon, 45°-os szögben, pontosan déli irányba állítottuk. Kihelyeztük az Alkathene 7, a Hostalen GD 2 és a Lupolen H mintákat és ezeknek 2% magyar aktív gázkorommal való keverékeit. A minták fél évig voltak a szabadban az időjárás viszonyosságainak kitéve.

A minőségromlásnak megítélésére legjellemzőbb, ha azt a hőmérsékletet állapítjuk meg, melynél



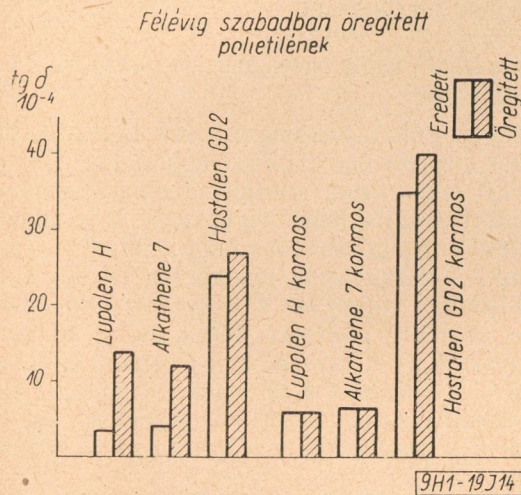
13. ábra

meghatározott hajlítási-ütési igénybevételnél eltörnek, vagyis ha megállapítjuk azok hidegállóságát. E célra alkalmas berendezés híjával a minták nyúlását határoztuk meg s ezt az eredeti nyúlás értékének százalékában adtuk meg. Ez is jellemző a polietilén minőség romlására, bár a töréspontnál kevésbé érzékeny. A szabadban öregített minták eredeti nyúlásukhoz viszonyított megmaradt százalékos értékei a 13. ábrán láthatók. Ebből kitűnik, hogy a Hostalen GD 2 teljesen tönkrement, az Alkathene 7 erősebben, a Lupolen H gyengébben károsodott.

A korom tartalmú minták közül az Alkathene 7 és a Lupolen H az eredeti nyúlását teljes egészében megtartotta, a Hostalen GD 2 úgyszólván teljesen elvesztette, teljesen előregedett.

Az öregedési vizsgálatra legjellemzőbb villamos értéket, a dielektromos veszteségi szöget is meghatároztuk.

Az eredeti és a félévig szabadban öregített minták 1 KHz-en mért dielektromos veszteségi szög értékeit a 14. ábra mutatja. Az ábrából kitűnik,



14. ábra

hogy a korom töltőanyagot nem tartalmazó Alkathene 7 és a Lupolen H dielektromos veszteségi szöge erősen romlott, a Hostalen GD 2-é, melyé már eredetileg is igen nagy volt, alig változott. A korom tartalmú mintáknál az Alkathene 7-nél és a Lupolen H-nál a dielektromos veszteségi szög változatlan marad, a Hostalen GD 2-nél, mely eredetileg is igen nagy volt, csekély mértékben romlott.

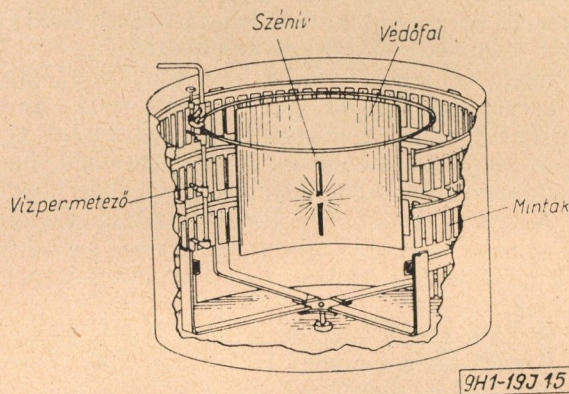
Az oxidációs kísérletek és a természetes öregítés vizsgálatok alapján is bebizonyult, hogy a stabilizátort tartalmazó Lupolen H öregedett a legkevésbé. A stabilizátort nem tartalmazó Alkathene 7 már szabadban is erősebben öregedett. A Hostalen GD 2 bizonyult a legkevésbé ellenállónak, mind az oxidációs mind a szabadban való vizsgálatnál. A Lupolen H-t és az Alkathene 7-et a koromtartalom a félévi szabadban való kitételnél még megvédte a károsodástól, a Hostalen GD 2-nél azonban a koromtartalom sem segített. Ebből is következtethetjük, hogy a Ziegler-féle és egyéb kisnyomású polietilén félésegek kábelipari felhasználásánál egyelőre óvatosságot kell tanúsítani. Irodalmi adatok szerint

a kisnyomású polietilént is lehet stabilizálni. A kisnyomású polietilének kábelipari felhasználásánál óvatosságra int az a körülmény is, hogy a szakirodalom ezen polietilén félésegek öregedési eredményeit még nem ismertette. A kisnyomású polietilén öregedését esetleg károsan befolyásolhatják a gyártási eljárásnál benne maradó katalizátor nyomok is.

A polietilén fény hatására, Weather-Ometerben való gyorsított öregítése

A hőkoztá oxidáció mellett szükség van olyan berendezésre is, mellyel elsősorban a fény, az időjárás behatását lehetne vizsgálni.

A polietilén gyorsított öregítésére Walder és társai az általuk módosított Weather-Ometert használták (15. ábra). A polietilén mintalemezeket tartó dob vertikális tengely körül forog. A készülék közepén egy ívlámpa van. Az öregítés meggyorsítására az ívlámpa különleges üvegből készült buráját eltávolították. Ennek következtében az ívlámpa fénye rövidebb hullámhosszú fénysugara-



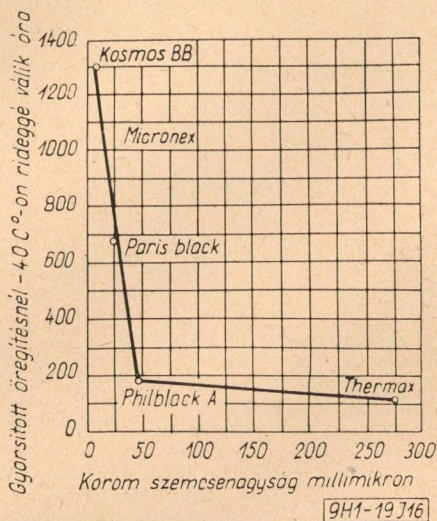
15. ábra

Átalakított Weather-Ometer. (Ind. Eng. Chem. 42. 1950. 2321)

kat is tartalmaz, melyeket az üvegbúra nem engedett volna át. E fénysugarak hullámhossza 225 mikronig terjed. A rövidebb hullámhosszú fénysugarak nem befolyásolják hátrányosan a vizsgálati eredményeket. A búra nélküli ívlámpahősugárzásának hatására a polietilén minták nagyon felmelegedtek. A készüléket ezért úgy módosították, hogy a mintákat tartó forgó dob elé alumínium lemezből készült védőfalat tettek. Így a teljes körfordulás $\frac{1}{4}$ részén a minták fénysugárzást nem kaptak. Amint a minták védőfal mögül előtűntek, vízzel permetezték őket.

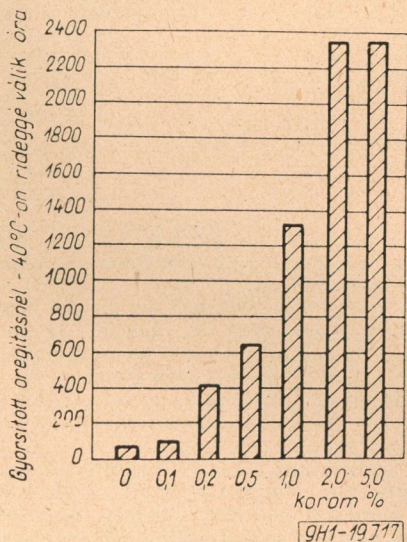
Mivel Weather-Ometer nem állott rendelkezésünkre, az ilyen készülékkel elérhető eredmények csak a Bell Telephone Lab. munkái alapján ismerethetők. Walder tapasztalatai szerint a módosított Weather-Ometer-ben 100 órai behatás egyenértékű volt 1 évi szabadban való öregítéssel.

Az öregítettségi állapot kiértékelésére azt az időtartamot vették, mely után a minták az ASTM D 746-ban leírt hidegállósági vizsgálatnál, -40°C -on már eltörtek. Az eredeti, öregítetlen polietilén minták még -76°C -on sem törtek.



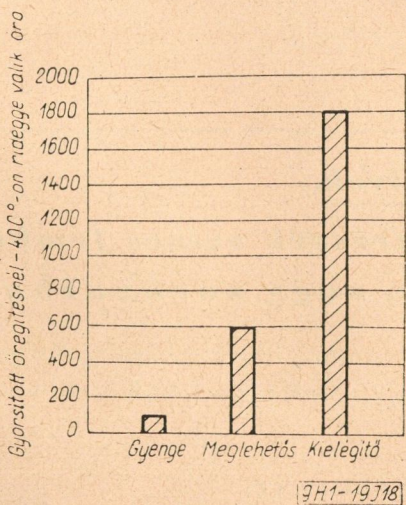
16. ábra

A korom szemcsenagyságának hatása a polietilén gyorsított öregítésére. (Ind. Eng. Chem. 42. 1950. 2322)



17. ábra

A korom töménységének hatása a polietilén gyorsított öregítésére. (Ind. Eng. Chem. 42. 1950. 2323)



18. ábra

A korom elosztása a polietilénben. (Ind. Eng. Chem. 42. 1950. 2324)

A gyorsított igénybevételi vizsgálat eredményével használható a villamosipari célokra alkalmasabb polietilén minőségek kikísérletezésére. Így e vizsgálat kitűnő módszere lett a kábel köpenyek céljaira használt polietilén megfelelő korom minőségének megválasztására.

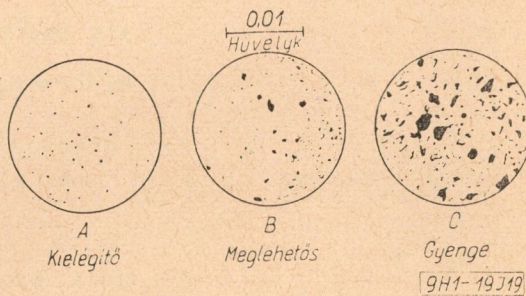
A polietilén időállóságának javítására használt korom védőképessége függ a korom minőségétől, a korom töménységétől, a korom jól elosztott állapotától.

A 16. ábra különböző koromféléseknek a polietilén időállóságára gyakorolt hatását mutatja a korom szemcsenagyságának függvényében. A kormot 1% mennyiségben keverték a polietilénbe. Láthatjuk, hogy a nagyobb szemcsenagyságú kemence kormok igen kis védőhatásúak, a kisebb szemcsenagyságú csatornakormok jobbák.

A korom töménységének növelésével a polietilén a gyorsított öregítéssel szemben ellenállóbbá válik. (17 ábra). A korom Kosmos BB, finom szemcsenagyságú csatornakorom volt. Mikor a 2% korom töménységet elérték, további korom mennyiség emeléssel javulás már nem mutatkozott.

A legkedvezőbb időjárásállóság elérése céljából a kormot a polietilénben jól el kell osztatni, hogy a kis szemcsék fényszűrő hatásuk szempontjából jól kihasználhatók legyenek. A kis szemcsenagyságú kormok különösen hajlamosak arra, hogy csomókká tömörüljenek. A kialakult csomókat igen nehéz szétosztatni az anyagban. A koromcsomókat tartalmazó keverék végeredményben úgy hat, mintha a korom nagyobb szemcsenagyságú lenne és nem ad kielégítő fényszűrő védelmet.

A korom elosztottsági fokát az anyagból készült kb. 0,02 mm-es vagy ennél vékonyabb fólián áteső fényben százszoros nagyítás mellett kell vizsgálni. Finom elosztású, 10–25 millimikron szemcsenagyságú kormoknál a mikroszkóp alatt a korom részecskék nem láthatók. Ha a részecskék összeállnak, a szemcsék láthatókká válnak. Minden csomósodás nélkül, jól elosztott korom esetén egységes élénk barna szín látható. Ha az elosztás gyenge, a barna szín világosabb lesz. Ha az elosztás igen gyenge, csomók láthatók kisebb-nagyobb mennyiségben. A 18. ábrán látható a polietilénben kielégítően, meglehetősen és gyengén elosztott koromdiszpenzió képe százszoros nagyítás mellett. A használt korom Kosmos BB volt. A 19. ábra mutatja a polietilénben kielégítően, meglehetősen és gyengén elosztott koromnak a gyorsított öregítésre gyakorolt hatását.



19. ábra

A korom elosztásának hatása a polietilén gyorsított öregítésére. (Ind. Eng. Chem. 42. 1950. 2324)

Összefoglalás

A fentiekből megállapíthatjuk, hogy

1. a polietilén gyorsított öregítésére a térfogatossá méreken alapuló hőoxidáció alkalmas vizsgálati módszer. A hőoxidációs vizsgálat kimutatja, tartalmaz-e a polietilén antioxidáns anyagokat és megállapíthatja azok nagyságrendi mennyiségét.

2. villamosipari célokra csak olyan polietilént célszerű használni, mely elegendő mennyiségű stabilizátort tartalmaz.

3. kábelköpenyek céljaira csak jól stabilizált, megfelelő, elegendő és jól elosztott kormot tartalmazó polietilént szabad felhasználni.

4. a kisnyomású polietilén féleségek használatával szemben még óvatos tartózkodást kell tanúsítani. Be kell várni az e téren még végzendő kutató munkák eredményeit.

*

A polietilén oxidáció sebesség vizsgálatok elvégzéséért köszönettel tartozom Pinkert Béla kartársnak az oxidáció sebesség mérések folyamán adott

tanácsaiért, Horvai Jenő, Katona Imre és Mészáros Sándor szaktársaknak a mérésekben való közreműködésükért, a Villamosipari Kutató Intézetnek segítségéért.

IRODALOM

1. W. T. Walder, W. J. Clarke, J. B. De Coste, B. J. Howard : Ind. Eng. Chem. 42. (1950) 2320.
2. A. W. Pross, R. M. Black : J. Soc. Chem. Ind. 69. (1950) 113.
3. B. S. Briggs : Bell System Techn. J. 30. (1951) 1078.
4. C. S. Myers : Ind. Eng. Chem. 44. (1952) 1095.
5. V. A. Naine, E. F. Smith, N. E. Smith : Electrical Eng. 71. (1952) 1113.
6. B. S. Briggs, W. L. Hawkins : Modern Plastics 31. (1953) Sept. 121.
7. J. E. Wilson : Ind. Eng. Chem. 47. (1955) 2201.
8. B. S. Biggs : Bell Lab. Record 34. (1956) 1.
9. E. T. Borrows, IR. E. Lelyveld : Plast. Inst. Trans. J. 25. (1957) 325.
10. Jürger v. Kleck, E. Grams : Plast. Inst. Trans. J. 25. (1957) 250.
11. R. A. Raff, J. B. Allison : Polyethylene. Interscience Publishers, Inc., New York (1956).

Könyvszemle

A Műszaki Könyvkiadó kiadásában megjelent K. A. Springstein : Rövid- és ultrarövid hullámú készülékek című munkájának magyar fordítása. A könyv ára (60.— Ft) terjedelméhez (412 oldal) képest méltányos.

A könyv legnagyobb része az amplitúdómodulált vevőkkel foglalkozik. Ismerteti az egyhanglókörös rövidhullámú vevő elvi felépítését, valamint kivitelezését. Az amatőrök munkáját rendkívül megkönnyítik a részletes tekercselési adatok és kapcsolási vázlatok. Ugyancsak kellően részletes a többhanglókörös vevők tárgyalása.

A könyv legfontosabb része természetesen a szuperrendszert vevők részletes tárgyalása. Ebben a részben kerül sor az ultrarövid hullámú vevők építésének és kapcsolásainak ismertetésére. Végül a frekvenciamodulált és kombinált vevőket ismerteti a könyv — sajnos a teljes terjedelemből képest elég röviden.

Kétségtelen, hogy az egész munka rengeteg adatot tartalmaz és méltányolnunk kell azt is, hogy gyakorlati szempontból igen hasznos. Megjegyezzük azonban, hogy ma már

talán sokkal korszerűbb munkák kiadása látszanék célszerűbbnek. Különösen a rövidhullámú rész régies (pl. elektroncsövek tekintetében).

Sajnos a fordítási munkával sok helyen nem érthetünk egyet. Túl sok a „gyanánt” és „szolgál”. Ugyancsak furcsának tűnik a „szórakoztató rádió technikájában” kifejezés. A „hangerős vétel” helyett is mást mondanánk. Igen zavaró mind a szövegben, mind pedig a kapcsolások címében a hálózati (vagy hálózatról működtethető) kifejezés helyett a „váltakozó áramú” elnevezés.

Nem ártott volna a könyv végén található táblázatok korszerűsítése sem. Mindent egybevetve, ma, amikor a tranzistorok egyre nagyobb tért hódítanak vagy amikor a germánium és egyéb diódákat széles körben alkalmazzzák (és ezekről itt szó sincs) kérdés, hogy az alapvető gyakorlati ismeretek helyes tárgyalása ellensúlyozza-e a korszerűtlenséget. Még valami. Miért maradt el az előszóban megígért irodalomjegyzék?

Gál István

Porkohászati bronzsapágyperselyek,**és más gépalkatrészek színes fémből
méretpontosan, nagy sorozatban**

Forgácsolás nélkül felhasználási, helyre azonnal beszerelhető
Megbízhatóságával, anyag- és munkamegtakarítással, önköltségcsökkentéssel segíti a termelést.

Gyártja:

MŰSZÉNTERMELŐ VÁLLALAT

Budapest, X., Gergely u. 47—51. Tel.: 148—472, 148—475, 148—693, 149—262

Lágy mágneses ferritek

PATAKY BALÁZS, Vasipari Kut. Int.

A szerző cikkében a Vasipari Kutató Intézetben kifejlesztett lágy mágneses ferriteket ismerteti. Előjáróban a ferritek szerkezeti felépítését tárgyalja, majd azok tulajdonságait. Az előállítási technológiáról szóló részben megindokolja, hogy miért vasoxid, mangán-karbonát, cinkoxid és nikkeloxid alapanyagokból indultak ki. A cikket a már kifejlesztett lágy mágneses ferritek mért tulajdonságait magában foglaló táblázat egészíti ki.

Alig egy évtizede lépett a híradástechnika alapanyagai közé a kerámiái anyagok egy új csoportja: a ferritek. Ma már világszerte több ezer tonna ferritet gyártanak. Ezt a rohamos fejlődést a híradástechnikai ipar, ezen belül a rádiógyártás, televízió fejlődése, a miniaturizálásra való törekvés okozták. A frekvenciahatárok növekedésével a vas-magokkal szemben támasztott követelmények egyre nőttek. Lemezelt vasanyagok a magasabb frekvenciákon az örvényáramveszteségek miatt már nem jöhetnek szóba, mert a lemezvastagság csökkentésének technológiai és gazdasági határai vannak. Ezenfelül vékony lemezeknél rossz kitöltési tényezőt lehet elérni. Porvasmagokkal néhány MHz tartományban az örvényáramveszteségek elfogadható értéken tarthatók, azonban a szükséges szigetelő anyag miatt csupán a permeabilitás csökkenése árán. A frekvenciaskálát néhány Kiloherztől 50, sőt újabban 100 Megahertzig a különféle ferrit típusokkal lehet áthidalni. Ezenfelül különleges ferrit típusokat használnak a rádiólokátor-technikában 4000–10 000 Megahertzig.

A ferritek szerkezete

A ma ismert és használt ferritek kémiaiilag levelezhetők a természetben is előforduló és már régen ismert magnetitből ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), oly módon, hogy a két vegyértékű vasat közel azonos ionrádiuszú fémekkel helyettesítjük (pl. Ni, Mn, Cu, Li, Mg). Ebben az esetben köbös szimmetriát mutató kristályrácsú ferritet kapunk. Ilyen felépítésűek a lágy mágneses ferritek. Abban az esetben azonban, ha lényegesen nagyobb (1 Å feletti) ionrádiuszú fémekkel helyettesítjük a két vegyértékű vasat, mint pl. Ba, Sr, Pb esetében, hexagonális szerkezetű nagy kristályanizotrópiával rendelkező kemény mágneses ferriteket kapunk. Ezen utóbbi típusok közül a gyakorlatban csak a házámban is gyártott báriumferrit nyert széleskörű alkalmazást.

A lágy mágneses ferritek köbös kristályrácsának vázát 32 szorosan illeszkedő oxigénatom alkotja. Ezen az elemi cellán belül pedig kétfajta szimmetriájú üregeket találunk, mégpedig 16 oktaéderez és 8 tetraéderez szimmetriájú üreget. Az alrácsokban foglalnak helyet a fémionok. A fémionok elhelyezkedése szerint kétféle spinnel-szerkezetről beszélhetünk: a normál és az inverz spinnelről. A normál spinnel-szerkezetnél a két vegyértékű fémionok a tetraéderez helyeket, míg a három vegyértékű fémek az oktaéderez helyeket

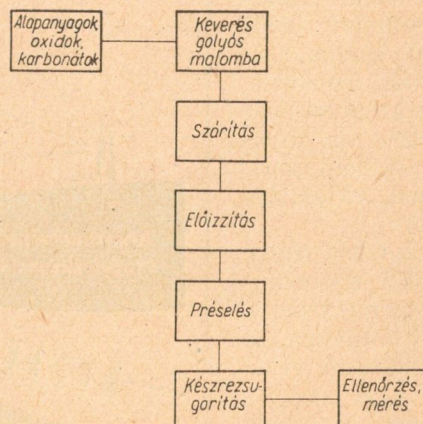
töltik be. Az inverz spinnelknél a két vegyértékű fémionok az oktaéderez helyekre kerülnek, míg a tetraéderez helyeket és a fennmaradó oktaéderez helyeket három vegyértékű fémionok töltik be. Ez utóbbi rács típusú ferritek ferromágneses tulajdonságokat mutatnak, míg a normál spinnel-szerkezetű ferritek, pl. a cinkferrit antiferromágneses. A ferritek mágnességének elméletét Néel dolgozta ki. Az elmélet kísérleti adatokkal összeegyeztethető és jól magyarázható vele az a tény, hogy a cinkferrit, bár antiferromágneses, más ferritekbe beépítve magasabb mágnesezési értéket ad. Ezért a gyakorlatban a keverék-ferritek, ezek közül is elsősorban a Mn—Zn és a Ni—Zn alapúak, tettek szert nagyobb jelentőségre.

A ferritek tulajdonságai

A ferritek a frekvenciaskálán elfoglalt különleges helyzetüket az oxidtermékekre jellemző nagy fajlagos ellenállásuknak és viszonylag nagy permeabilitásuknak köszönhetik.

A gyakorlatban használt típusok kezdőpermeabilitása változik 5–1500-ig. Azonban megfelelő összetétellel és gyártási eljárással ennél lényegesen nagyobb kezdőpermeabilitás is elérhető. A ferritek maximális permeabilitása 40–9000-ig változik, a típustól függően. Az alacsony, 10–500-as kezdőpermeabilitású nagyfrekvenciás ferritek általában Ni—Zn alapúak, míg az 500–1500-as permeabilitású típusok általában Mn—Zn ferritek.

Fajlagos ellenállásuk az összetételtől és a gyártási eljárástól függően 50– 10^{10} ohm/cm-ig változik, mégpedig a Mn—Zn alapú nagypermeabilitású ferriteknek viszonylag alacsony, 100 ohm/cm körüli érték, míg a Ni—Zn alapú ferritek fajlagos ellenállása 10^5 ohm/cm felett van. Ez az oka annak, hogy nagyfrekvenciás célokra (kb. 50 MHz-ig, Ni—Zn ferriteket használnak. A mikrohullámú és a négyszögletes hiszterézis görbéjű Mg—Mn alapú ferritek fajlagos ellenállása pedig 10^9 ohm/cm feletti érték. A koercitív erő a típustól függően 0,1–15 Oerstedet is elérhet, ami a hiszterézisveszteségek növekedését okozza.



1. ábra

I. táblázat

Megnevezés	Alkotók	μ_0	Telítési Gauss Ve.	Telítési tér-erősség	$\lg \delta/\mu_0$ 10°	kHz-nél	$\lg \delta/\mu_0$ 10°	MHz-nél	Fajlagos ellenállás Ohm/cm	Curie hőfok C°	$\frac{\Delta\mu_0}{\mu_0^2 \Delta T/C^\circ}$	Megfelelő külföldi típus
M 850	Mn—Zn	850	3300	10	10	50	110	1	80	>150	$<4,5 \cdot 10^{-6}$	Philips III C 2.
M 600	Mn—Zn	600	3200	10	10	80	90	1	80	>150	—	Manifer V.
M 250	Mn—Zn	250	—	—	30	100	400	3	80	—	—	—
M 120	Mn—Zn	120	—	—	50	500	200	4	>100	>125	—	Manifer I.
N 200	Ni—Zn	200	3300	20	80	500	1100	10	>10 ⁵	>240	$<15 \cdot 10^{-6}$	Philips IV. B.
N 100	Ni—Zn	100	2800	30	120	1000	1000	14	>10 ⁵	>260	$<20 \cdot 10^{-6}$	Philips IV. C.
N 50	Ni—Zn	50	2500	60	130	1000	1000	25	>10 ⁵	>370	$<30 \cdot 10^{-6}$	Philips IV. D.
N 20	Ni—Zn	20	1900	80	480	2000	700	30	>10 ⁵	>400	$<40 \cdot 10^{-6}$	Philips IV. E.
Mg 10	Mg—Zn	10	—	—	850	2000	2200	25	—	>400	—	Manifer 11

Hátrányos tulajdonsága a ferriteknek egyéb fémekkel szemben az alacsony, 800—5000 Gauss telítési érték. Annál is inkább, mert a telítés, éppen úgy, mint a kezdőpermeabilitás, erős függvénye a hőmérsékletnek. A permeabilitás hőfoktényezője $\left(\frac{\Delta\mu_0}{\mu_0^2 \Delta T}\right)$ elérheti a $+40 \cdot 10^{-6} \text{C}^\circ$ értéket is és csak újabban sikerült néhány külföldi típusnál $+2 \cdot 10^{-6} \text{C}^\circ$ érték alá szorítani.

A ferritek fajsúlya $3,7\text{—}4,8 \text{ g/cm}^3$, hőtágulási együtthatójuk $11 \cdot 10^{-6}$. Fajhőjük $0,17 \text{ kal/gC}^\circ$, hővezetőképességük pedig $8 \cdot 10^{-3} \text{ kal/cm. sec/C}^\circ$.

Ferritek előállításának technológiája

A ferritek előállítása kerámiailag történik. Számos eljárás ismeretes, amelyek azonban csak a kiindulási alapanyagokban különböznek lényegesen. A kiindulás történhet:

a) megfelelő fémek oxidjának, karbonátjának vagy nitrátjának megfelelő arányban golyós malomban való nedves vagy száraz állapotban történő összekeverésével.

BUDAVOX

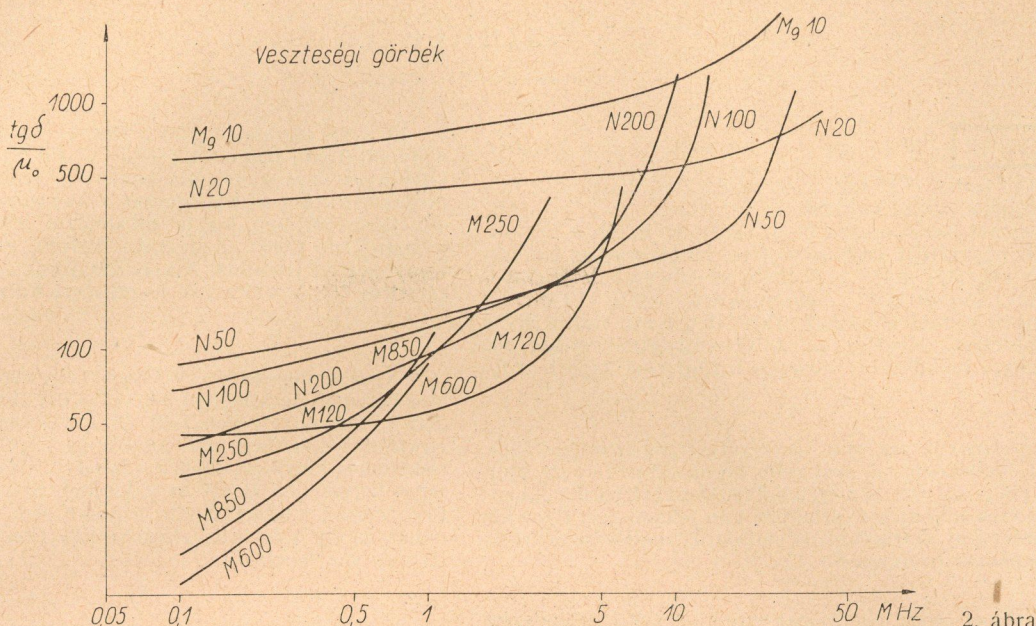
BUDAPESTI HÍRADÁSTECHNIKAI VÁLLALAT
BUDAPEST, VII., TANÁCS KÖRÚT 3/a
TELEFON: 426—549. — TÁVIRAT: BUDAVOX, BUDAPEST

Telefonkészülékek
CB és LB kapcsolótáblák
Automata telefonközpontok

Ismétlőállomások
Többcsatornás, mikrohullámú berendezések

Rövid- és középhullámú adóállomások
Hordozható és beépített adó-vevő berendezések

Átviteltechnikai mérőműszerek
Nagyfrekvenciájú generátorok



2. ábra

b) A megfelelő fémsók oldatának megfelelő összetételéből történő lecsapásával.

A homogén keverés céljából célszerű vizes keverést alkalmazni. Ennél az eljárásnál azonban csak vízben oldhatatlan vegyületeket (pl. karbonátokat) és vízben nem oldható fénoxidokat lehet használni.

A hazai kísérleteknél a leggazdaságosabbnak látszó és legegyszerűbb módszerből indultunk ki. A gyártás menetét az 1. ábra mutatja.

A Vasipari Kutató Intézetben 1955-ben befejezett kísérletek eredményeképpen előállított ferrit-típusok adatait az 1. táblázat tartalmazza. A veszteségi görbék a 2. ábrán láthatók. A kísérletek célja az akkor a hazai ipar által használt külföldi ferrit-típusok helyettesítése volt. Tekintettel arra, hogy vasoxid, mangánkarbonát, cinkoxid és nikkeloxid rendelkezésre állt, ezért ezekből az alapanyagokból indultunk ki. Egyes külföldi országok, ahol a nikkel-oxid beszerzése nehézségekbe ütközik, lithium-ferriteket dolgoztak ki. Hazai körülmények között azonban a nikkeloxid hulladékokanyagból könnyen előállítható, míg a lithium vegyületeket külföldről kellene beszerezni. Az alapanyagokat golyós malomban nedvesen kevertük össze a homogén keveredés érdekében. A keveréket előizzítottuk 900—1200 °C-on, attól függően, hogy csupán a karbonátok szétbontása vagy pedig tömörebb ferrit előállítása volt a cél. A ferritport préselés előtt kenő és kötőanyaggal célszerű keverni, a préselés megkönnyítésére. Az alkalmazott fajlagos présnyomás viszonylag alacsony, 0,5—1 t/cm², a préselendő darab alakjától és a préselt portól függően. Hengeres szimmetriájú hosszabb darabokat rúdpréseléssel lehet készíteni. A kiszáritott darabok végső zsugorítása 1100—1350 °C-on történik. A zsugorítási hőfok növelésével a darab permeabilitása növelhető, azonban a veszteségek hatványozott mértékű növekedése árán. Ezért célszerű alacsony olvadáspontú adalékokkal, mint pl. kalciumoxid, rézoxid, a végső zsugorítás hőfokát leszállítani. A veszteségeket elő-

nyösen befolyásolja Mn—Zn ferriteknél a fajlagos ellenállás növelése NiO adagolása révén.

A kemencéből kikerült ferritek általában szürkés fekete színűek és a Mn—Zn alapúak kristályos felületet mutatnak. A zsugorítás alatt a préselt darabok 10—25% zsugorodást szenvednek. Emiatt a méret-tolerancia nagyobb daraboknál néhány tized milliméter, kisebb daraboknál a méretek 3%-ra tarthatók. Nagyobb daraboknál vetemedések is előfordulnak, ezért pontosabb illesztés esetén, a légrések elkerülése végett, az illesztett felületeket meg kell munkálni. Tekintettel arra, hogy a ferritek keménysége az üvegét megközelíti, csak köszörüléssel lehet megmunkálni. A rossz hővezető-képesség miatt köszörülés során hűtést kell alkalmazni. Nagyobb mérvű alakítást a préselt darab alacsony hőfokon történő elzsugorítása után lehet eszközölni. A kész ferritdarabok 10—20% porozitást tartalmaznak. Hidegragasztóval, pl. Araldittal, jól ragaszthatók.

A ferritek alkalmazási területe napjainkban egyre bővül. Modern rádiókészülékekhez ma már hozzátartozik a ferritantenna. Hangolósavarnak, variométermagnak, televíziós eltérítőkercshez, miniatűr transzformátorokhoz szintén ferritmagokat alkalmaznak. Számológépekben az emlékező egységekhez elektroncsövek helyett egyre inkább négyszögletes hiszterézishurkú ferrityűrűket, illetve ferritlapokat használnak. A ferrityűrűk alkalmazása megnöveli az üzembiztonságot. A felmerülő követelmények biztosítására pedig újabb és újabb ferrit típusok látnak napvilágot.

IRODALOMJEGYZÉK

1. R. L. Harvey : Ferromagnetic Spinel for Radio Frequencies, RCA Review, 1950. szept. 321—363. o.
2. H. Lennartz : Ferrite — Eigenschaften und Anwendung, Funk u. Ton, 1953. Nr. 12. 613—627. o.
3. E. W. Gorter : Some Properties of Ferrites in Connection with Their Chemistry, Proc. of the IRE, 1955. dec. 1945 — 1973. o.
4. C. Dale Owens : A Survey of the Properties and Applications of Ferrites Below Microwave Frequencies, Proc. of the IRE, 1956. okt. 1234 — 1248. o.

SZEMLE

Rovatvezető: GÁL ISTVÁN

MEISSNER 1958. jan. 3-án meghalt 75 éves korában

Prof. Dr. techn. Dr. Ing. e. h. Alexander Meissner, a híradástechnika egyik legkiválóbb úttörője.

Meissner 1883. szept. 14-én született Bécsben. Tanulmányait ugyanitt a Technische Hochschule-n és az Universitát-en végezte, majd a Technische Hochschule Elektrotechnikai Intézetében assisztenskedett. 1907—1930-ig a Telefunken cégnél dolgozott, 1913 elején ott találta fel a visszacsatolást. Később az AEG vállalatnál erősáramú kérdésekkel foglalkozott. Számos kitüntetést kapott érdemeiért.

*

Svájcban egy cég igen kis méretű tranzisztorok előállításával foglalkozik. A legkisebb típus átmérője 2,9 mm, hossza pedig 3,9 mm. A méretek ilyen nagymértékű csökkentésének csak különleges esetekben van jelentősége. Ilyen kis tranzisztorokat karórákba és miniatűr hallókészülékekbe szándékoznak beépíteni.

*

A német Metz cég új akkumulátor töltő berendezést fejlesztett ki. Transzduktorok és mágneses erősítők alkalmazásával sikerült az ólomakkumulátorok töltési jellegzőgörbéjének legjobban megfelelő töltési viszonyok beállítása. Az új töltési mód ezért az akkumulátort jobban kíméli, ami az élettartam szempontjából fontos. A leglényegesebb eredmény az, hogy a töltési időt sikerült az eddigi 8 órától 3 órára csökkenteni.

*

Angliában a legújabb statisztikai adatok szerint már 36 amatőr televízió adó működik. Az egyes amatőr csoportok által fenntartott adók hatótávolsága a 30—50 km-t is eléri. Az amatőr műsor a szokásos televízió vevőkkel csak konverter alkalmazásával vehető.

*

A Siemens és az amerikai Westinghouse cégek atomszerződést kötöttek. Ezzel a német cég is gyorsan hozzájut az atomenergia termelése és felhasználása terén szerzett sok évi tapasztalat eredményeihez. A nyilvánosságra hozott cél a békés felhasználás, különösen erőművek építése.

*

A Vatikán részére a Braun Boveri cég 120 kW teljesítményű középhullámú nagyadót helyezett üzembe. Ugyancsak szállításra került két 10/20 kW teljesítményű rövid hullámú adó is, melyek táviró üzemre is alkalmasak és egyenként, valamint párhuzamosan is járathatók. A szállított berendezéseket antenna távkapcsoló egészítette ki, amellyel 6 adó 29 antennára tetszés szerint kapcsolható. A 103 m magas antennatornyot több cég szállította. Az adás az új berendezésekkel 26 különböző nyelven indul meg rövidesen.

*

A SAF cégnek sikerült a fémpapír kondenzátorok legnagyobb üzemi hőmérsékletét 70 °C-ról 85 °C-ra emelni új, különleges impregnáló eljárással — a szabványos méretek megváltoztatása nélkül. Ezeket a kondenzátorokat különösen fénycsővekben fogják alkalmazni, mert a környezet hőmérséklete ezek alkalmazási helyén gyakran túlságos igénybevételt jelentett. A kondenzátorok 2—50 μ F kapacitással és 450 V váltakozó feszültségre készülnek.

*

Németországban 50 évvel ezelőtt egy család teljes elektromos berendezése átlagban 5 készülékből állt, amely mintegy 250 W fogyasztást képviselt. 25 évvel később mintegy 28 elektromos készülék már 2,8 kW-t jelentett. Ma már az elektromos készülékekben a választék olyan nagy, hogy a teljes fogyasztás 50 kW-ot is kitehet. Szerencsére ezeket a fűtő, mosó-, háztartási stb. gépeket nem egyidőben használják és így a terhelés eloszlása következtében még bővítésre is van lehetőség.

*

A berlini egyetem részére a Telefunken cég időjárásjelző radarberendezést helyezett üzembe Dahlemben. A Decca-típusú berendezéssel az esőfelhők közeledése mintegy 200 km távolságból időben észrevehető. A 23 m magas toronyra épített antenna percnként hatszor fordul meg tengelye körül. A radarberendezés üzemi hullámhossza 3,2 cm.

*

Szauz-Arábia megbízást adott német cégeknek 5 rövid- és 2 középhullámú rádióadó tervezésére. Az adók összes energiája 450 kW lesz. Részben a fővárosban (El Riad), részben pedig a Vörös tenger mentén kerülnek elhelyezésre. Ezekkel az adókkal „Mekka hangja” az egész arab világban hallható lesz. A szerződést a király nevében a pénzügyminiszter írta alá.

*

A Szovjetunióban a Trud című lap közlése szerint eredményes kísérletek fejeződtek be a színes televízió vevőkkel kapcsolatban. A kutatómunkát egy leningrádi intézet végezte. A kifejlesztett új színes televízió vevő képernyőjének mérete: 50×38 cm. A készülék fekete-fehér képek vételére is alkalmas.

*

Párizs automata telex hálózatát a múlt év végén helyezték üzembe. A központ kapacitása 1000, amely az eddigi 620-at kitevő manuális előfizetőket kielégíti. Az igények azonban egyre növekednek és eddig újabb 350 telex előfizető jelentkezett. Már is megkezdtek a bővítési munkákat. Cél a kapacitás növelése legalább 2000-re.

Kiváló elektromos tulajdonságú, jó hőállóságú, trópusi behatásokkal szemben ellenálló

POLIÉSZTER KONTAKTGYANTÁK

POLIKON H ₁	hidegen keményedő ragasztó (fém fa, kerámia stb. ragasztására)
POLIKON ES	hidegen keményedő öntőgyanta
POLIKON EL	melegen keményedő öntőgyanta
POLIKON LAKK II	oldószer nélküli impregnáló-lakk
POLIKON I ₁	rétregeltformadarabok előállítására
POLIKON KITT I	rugalmas, jól tapadó kitt

Beszerezhető:

A SZERVES VEGYIPARI ÉS MŰANYÁGIPIARI KUTATÓ INTÉZETBEN, TEL.: 297—200, 57. MELLÉK

Felvilágosítás, szaktanácsadás

Ковалоци Д.: Будапештская 30-ти кв. телевизионная вещательная станция.

Статья схематично знакомит нас с телевизионной вещательной станцией мощностью 30/10 кв. работающей на горе «Сечени». Вступлении занимается вопросами облучения программы столицы и центра страны, обосновывается место расположения станции, частоты и мощности. Затем знакомит с Фото-передатчиком и передатчиком звука, пультом управления, Фидерной линией, излучателем а также и с самыми важными вспомогательными устройствами, контрольными и измерительными приборами. В заключении статья дает краткое обозрение о здании, содержащие в себе оборудование телевизионного вещания и о использовании коего для других целей/вещание частотной модуляции и микроволновой уэль.

Гал Иштван: Новые направления развития ответственного оборудования несущей частоты.

Введение ознакомит нас с первоначальным положением производства отечественного многоканального оборудования несущей частоты и с начальным направлением работы развития, которое основывалась на оборудовании кварцевых Филтрах системой групповой модуляции. В связи с новым развитием в области конструирования принесла значительные результаты новая система техники проводной связи штепсельного выполнения, которая в первый раз применялась у телефонных оборудований несущей частоты. Создание организации развития независимых от производства, увеличение опытов и модернизация средств, а также и оценка результатов развития наблюдаемого по всему миру, соединяют основу для более универсальной работы совершенствования. Новые многоканальные системы несущей частоты в настоящее время уже изготавливаются по более экономичной и более гибкой предгруппированной модуляции, содержащей Филтры с Ферритовой катушкой.

У нового оборудования учитывается и возможность дальнейшего увеличения числа каналов. В связи с этим автор знакомит с международными предложениями, с делением частоты многоканальных систем, основной группы и основной подгруппы МККТТ.

По сравнению статья резюмирует и оценивает модуляционные системы ведущих на разделение предписанной частоты и применяемых по всему миру системах модуляции: предварительную модуляцию, групповую модуляцию.

Первый фундамент нового направления развития оборудований, описание каскадов канальной модуляции всего многоканального оборудования несущей частоты отечественного изготовления; результаты измерения и выполнения трактуются в разделе 4.9. Постройка каскада несложна, результаты измерения утверждают исполнение международного условия, а исполнение требует гораздо меньше места, чем прежде.

Автор в заключение указывает, что новое направление развития нельзя считать окончательным.

Кишш Эрнэ: Современные радиовещательные приемники. (Третья часть.)

Третье продолжение серии статей исследует постройку и действие смесительного каскада осциллятора, работающего на триоде, применяемой чаще всего в современных приемниках УКВ. Для таких целей триоды более соответствуют нежели лампы с многими сетками (меньше шума, больше крутизны смещения, меньше отражения и т. п.). Статья знакомит с важными эксплуатационными данными устройства усилителя УКВ, работающего с двойными триодами ECC85.

Иполи К.: Устарение полиэтилена и его испытание.

Для ускоренного лабораторного испытания полиэтилена применялась нами система телефонной лаборатории Белл. Были произведены объемные измерения при повышенной температуры количество кислорода поглощенного полиэтилен. Самой соответствующей температурой оказалась для окисления: 150° C. Испытания термоокисления обнаруживает, содержит ли в себе полиэтилен материал противокислителя (антиоксидант), хорошо ли стабилизирован. Опыты по устарению произведенные под открытым небом укрепили результаты испытаний по термо-кислению.

Gy. Kovalóczy: Der 30 kW Fershsender in Budapest

Das Artikel enthält eine kurze Beschreibung des am 22. II. d. J. in Betrieb genommenen 30/10 kW Fershsenders in Budapest. Einleitend werden die Bestrahlungsfragen des Hauptstadtes und der Mittelgebiete des Landes diskutiert. Eine Beschreibung des Bildsenders und des Tonsenders, sowie des Bedienungspultes, der Speiseleitung des Strahlers, der Kontroll- und Messgeräte.

T. Konkoly: Die Berechnung spannungsstabilisierender Transformatoren

Anschliessend an einer vorhergehender Arbeit wird die Berechnung spannungsstabilisierender Transformatoren mit Hilfe eines grafischen Verfahren mitgeteilt. Es wird das Verfahren theoretisch ergründet und an einem Beispiel die Anwendung gezeigt.

I. Gal: Die neue Entwicklungslinie der Trägerfrequenz-Geräte in Ungarn

Kurz wird die Vergangenheit der Entwicklung der Trägerfrequenzgeräte in Ungarn mitgeteilt. Den Ausgang bildeten Systeme der Gruppenmodulationsart, die mit Quarzfilter arbeiteten. Nach mehrjährigen Erfahrungen ist ein einheitliches Konstruktionssystem ausgearbeitet worden, das gleicherfalls für sämtliche Trägerfrequenzeinrichtungen geeignet ist. Auch schaltungsmässig wurden die Systeme vereinheitlicht durch die Anwendung der Vorgruppenmodulationsart.

Gy. Simon: Impulsteilung durch Multiwibratoren mit drei stabilen Lagen

In elektronischen Rechengernaten verwendet man im grossen Masse Impulsteiler. Grosse Rechengeschwindigkeiten erreicht man nur mit hoher Auflösungsvermögen des Teilers. Die Anzahl der Teiler kann man verringern, durch die Verwendung Impulsteiler mit mehreren stabilen Lagen. Eine Schaltung wird diskutiert.

E. Kis: Neuzeitliche Rundfunkgeräte (Dritter Teil)

Die Misch-Oszillatorschaltungen mit Trioden werden diskutiert, die man zumeist in UKW-Schaltungen verwendet. Es werden die Kenndaten einer UKW-Eingangsstufe mit der Röhre ECC85 beschrieben.

K. Ipoly: Die Alterung des Polietilens und deren Prüfmetode

Der Verfasser benützte zu beschleunigte Untersuchungen des Polietilens die Methode der Firma Bell. Er hat auf höhere Temperaturen des Volumen des absorbierten Sauerstoffes gemessen. Zur Oxidation war die geeignetste Temperatur 150° C. Die in Freien durchgeführte Versuche bestätigten die Ergebnisse der Termooxidationsprüfmetode.

Lapunk legközelebbi száma 2—3. sz.
jelzéssel június hónapban jelenik meg.

BAKELIT PRÉSMUNKA!

Bakelitprésekre szabad kapacitásunk van.
Munkát, rendelést vállalunk

MŰANYAG- ÉS FÉM KTSZ.

BUDAPEST, VIII., BÓKAY JÁNOS U. 10. TEL.: 130—882, 139—687

Gy. Kovalóczy : 30 kW TV-Transmitter in Budapest

The 30/10 kW TV-transmitter put in service on the Széchenyi Mountain in Budapest is briefly described. The problem of irradiation of the capital and of the central territory of the country is discussed as introduction, and then the position, frequency and emission power of the transmitter is accounted for. Further on, the image and sound transmission, the control desk, the feeder the radiator and the most important auxiliary apparatus, the monitoring and testing equipment are described. Finally a short survey is given on the building housing the TV-transmitter and on utilization of the same to other purposes (FM-program radiation, microwave-centre).

Gy. Kovalóczy : Station émettrice de télévision à 30 kW de Budapest

L'article présente sommairement la nouvelle station émettrice de télévision à 30/10 kW mise en service à Budapest sur le sommet du mont Széchenyi. Dans l'introduction, il examine la question du rayonnement au point de vue de la métropole et de la partie médiane du pays, il motive l'emplacement de la station émettrice, sa fréquence, sa puissance. Il décrit ensuite l'émetteur vidéo et celui du son, le pupitre de manœuvre, la ligne d'alimentation, l'aérien, les organes auxiliaires, de contrôle et de mesure les plus importants. L'article passe enfin brièvement en revue du bâtiment logeant l'émetteur de télévision et ses parties auxiliaires (diffusion d'un programme MF, centre d'un câble hertzien).

I. Gál : The New Way of Carrier System Development in this Country

The initial circumstances of manufacturing multichannel carrier systems in this country and early ways of development based group-modulated systems using quartzcrystal filters are described in the introduction.

In connection with new the development significant success has been resulted from the new plug-in-type carrier construction which has been employed first with the VF carrier telegraph systems. The organization of a developing staff working independently from manufacture, the increased experiences and the modernizing of the means and methods and making use of the achievements all over the world in this territory formed a reliable base for the elaborate developing work. The new multi-channel carrier systems are being developed with pre-group modulation and with filters comprising ferrite-cored coils, which system seems at the present to be the most economical and most flexible one.

With the new systems the extension of the number of the channels has also been taken in consideration. In connection with this the international recommendations, the frequency allocation of multi-channel systems and the CCITT basic group and basic super-group are described.

For sake of comparison, several modulation systems producing the recommended frequency allocation and employed with the carrier systems all over the world are described. These are the pre-modulation, the groupmodulation and the pregroup modulation system.

The foundation-stone of the new development style, the channel modulation stage of all multichannel carrier systems to be developed in this country is described together with construction and test results in section 4. The stage is of simple design. The test results testify the completion of the international requirements. The construction requires considerably less space as that of similar apparatus of earlier fashion.

Finally the author points at the fact that even this new way of development cannot be considered as final.

I. Gál : Nouvelle direction du développement des installations à courants porteurs de Hongrie

Dans l'introduction on fait connaître les circonstances de départ de la fabrication des installations à courants porteurs de Hongrie et en outre la direction originale du travail de développement se basant sur les systèmes à modulation de groupe utilisant des filtres à cristaux.

Un résultat considérable était la réalisation d'un système de construction efficace des équipements de télécommunication appliqué premièrement aux fins des installations de télégraphie harmonique. La création des organes indépendants de développement, l'augmentation des expériences acquises, la modernisation des moyens et l'appréciation des résultats de la technique du monde entier ont permis de créer la base d'un travail de développement d'une envergure beaucoup plus grande. Les installations à courants porteurs seront fabriquées dans l'avenir dans un système de modulation de pré-groupe utilisant des filtres à bobines à noyaux en ferrites qui sont de nos jours économiques et dont l'application est élastique.

Les nouvelles installations prendront en considération la possibilité de l'augmentation ultérieure du nombre des voies. On fait connaître à ce point de vue les recommandations internationales, l'allocation des fréquences des systèmes à nombreuses voies, les groupes primaires et secondaire de base du CCITT.

Pour comparaison on résume les divers systèmes de modulation utilisés dans le monde entier à la réalisation des systèmes à courants porteurs qui mènent à la répartition des fréquences prescrite : la prémodulation, la modulation de groupe et la modulation de pré-groupe.

La base de la direction nouvelle du développement des installations à courants porteurs à nombreuses voies, l'étage de modulation de voie intervenant dans chaque équipement futur, les résultats de mesure obtenus ainsi que la construction seront décrits dans le paragraphe 4.0. La constitution de l'étage est simple, les résultats de mesure prouvent que les recommandations internationales ont été atteintes et la construction exige beaucoup moins de place que les étages existants.

On souligne enfin, que les tâches de développement ne peuvent être considérées comme terminées.

E. Kiss : Up-to-date Broadcast Receivers (continued)

The third paper of the series on up-to-date broadcast receivers examines the circuit design and operation of the triode mixer oscillator stage employed most frequently in the up-to-date UHF-receivers. Triodes are more suitable to this purpose than multi-grid tubes, owing to the low noise voltage, high conversion conductance and jitter radiation, etc. The main operational data of an UHF amplifier and mixer circuit operated with a twin-triode ECC85 are described.

E. Kiss : Postes modernes radiophoniques (troisième partie).

La troisième partie de la série d'articles examine le fonctionnement et la mise au point d'un étage mélangeur à triode le plus fréquemment utilisé dans les récepteurs moderne, à ondes ultra-courtes. Les triodes sont meilleures à ce point de vue que les tubes multigrilles (moindre bruit, plus grande pente de conversion, radiation diminuée, etc). Il présente en outre les principales données de service d'une unité d'amplification et de changement de fréquence à ondes ultra-courtes fonctionnant avec une double triode du type ECC85.

K. Ipolyi : Aging and Aging Testing of the Polyethylene

The method of the Bell Telephone Laboratory is employed for forced laboratory test of polyethylene. The absorbed quantity of oxygen has been measured by volume at high temperatures. The most suitable oxydation temperature proved to be 150 centigrades.

The thermo-oxydation test shows whether the polyethylene contains any anti-oxydant stuff and whether it is stabilized well.

Aging experiment made in open air have approved the results of thermo-oxydation tests.

K. Ipolyi : Viellissement de la polyéthylène et son essai.

Pour l'essai accéléré de laboratoire de la polyéthylène, on a utilisé une méthode du Laboratoire Bell. La quantité d'oxygène absorbée par la polyéthylène a été mesurée en volume. La température la plus convenable à l'oxydation était de 150 °C.

L'essai d'oxydation thermique met en jeu le contenu d'anti-oxydation de la polyéthylène et il démontre son degré de stabilisation.

Les essais en plein air ont vérifiés les résultats des expériences d'oxydation thermique.