

F 1879

*Magyar*  
**HIRADÁSTECHNIKA**

VI M



**7-9**

## Felelős szerkesztő:

Lévai Pál

## Szerkesztőbizottság:

Alkér Tibor  
 Balla Miklós  
 Barcza László  
 dr. Barta István  
 Boglár Gyula  
 Bognár Géza  
 Honti Péter  
 Izsák Miklós  
 Koczka László  
 Kodolányi Gyula  
 dr. Orbán György  
 Sárközy Géza  
 Székely Mihály  
 Szigeti György  
 Szikszay Lajos  
 Szokol Hubert  
 dr. Tarján Rezső  
 Vágó Artur  
 Valkó Iván Péter  
 Winter Ernő

Megjelenik kéthavonta

Előfizetési ár egy évre 30.—,  
 példányonként 6.50

Vegyük át és alkalmazzuk a szovjet műszaki eredményeket .....	97
Sárközy Géza: Tanulmányútunk a Szovjetunióban .....	97
Garai László: Nagytávolságú rövidhullámú rádióösszeköttetésekhez szűk- séges frekvenciák kiszámítása .....	99
Kas Oszkár: Az egységes híradástechnikai rajzrendszerről .....	108
Könyvszemle. (Fordítások) .....	110
B. A. Szmirnyin: A rádiótechnika kézikönyve	
E. G. Kopanyevics: Műanyagból készült alkatrészek és présformák szerkesztésének alapjai	
Szentirmai György: Keskenysávú szűrő torzításmérő berendezéshez .....	111
Bártfai Ferenc: Villamos érintkezők .....	117
Könyvszemle. (Orosznyelvű új szakkönyvek) .....	120
V. I. Sziforov: Rádió-vevőkészülékek	
N. N. Krülov: A rádiótechnika elméleti alapjai	
B. M. Carjev: Elektroncsövek méretezése és konstrukciója	
J. A. Kacman: A rádiócsövek méretezésének alapjai	
Dr. Magyarai Endre: Hibahelykeresés impulzus-módszerrel .....	121
Krausz Imre: Távbeszélő alközpontok csengetőáramellátása .....	127
Dr. Bardócz Árpád és Kemény Ádám: Elektronikus vezérlésű váltóáramú szaggatott ívgerjesztő szinképelemzés céljaira .....	128
Tarnay Kálmán: Egyenáramú erősítők .....	137
Figyelő .....	142
A KGM kutatólaboratóriumok kiállítása	
A Világítástechnikai Állomás vándorkiállítása	
Az Akadémia műszerkiállítása	
Konstruktőr-tanfolyam	
Перенимать и применять достижения советской техники .....	97
Шаркези Геца: Исследовательское путешествие в Советском Союзе ..	97
Гарай Ласло: Расчет частот применяемых для дальней коротко-вол- новой радиосвязи .....	99
Каш Оскар: Классификация чертежей промышленности техники связи .....	108
Библиография: переводы .....	110
Сентирмай Дьердь: Узкополосный фильтр к оборудованию для анали- зирования искажения .....	111
Бартфай Ференц: Электрические контакты .....	117
Обзор новых технических книг на русском языке .....	120
Мадяри Эндре: Обнаруживание поврежденного места импульсным методом .....	121
Краус Имре: Снабжение телефонным подстанциям с вызывным током	127
Бардоц Арпад и Кемэнь Адам: Прерывистый дуговой возбуди- тель, электроническим управлением, переменным током, для цели спектроаналитики .....	128
Тарнай Калман: Усилители постоянного тока .....	137
Выставка исследовательских лабораторий министерства металлургии и машиностроения. Передвижная выставка института освет- ительной техники. Выставка мерительных и регулирующих приборов, устроенная	
Венгерской Академией Наук .....	142
Курс конструкторов .....	144

(Folytatás a borító 3. oldalán.)

## Vegyük át és alkalmazzuk a szovjet műszaki eredményeket

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége november 7 és december 21 között szovjet műszaki akciót indít, melyet tagságunk nevében egyesületünk vezetősége is magáévá tett. Különös jelentőséget ad akciónak a Szovjetunió Kommunista Pártjának XIX. Kongresszusa, amely párthatározattá emelte Sztálin elvtársnak a szocializmus gazdasági alaptörvényére vonatkozó zseniális megállapítását:

*»Az egész társadalom állandóan növekvő anyagi és kulturális szükségletei maximális kielégítésének biztosítása a szocialista termelésnek a legfejlettebb technika alapján történő szüntelen növekedése és tökéletesedése útján.«*

Szocializmust építő hazánkban ezt a meghatározást mindannyian törvénynek tekintjük, melyet minden tevékenységünkben szem előtt kell tartanunk. A híradástechnika dolgozóira Sztálin elvtárs meghatározásának minden szava vonatkozik, mivel a hírközlés az egész társadalomnak mind anyagi, mind kulturális szükségletei közé tartozik és a mi feladatunk, hogy ezen szükségletek maximális kielégítését a termelés és a technika állandó fejlesztése és tökéletesítése útján biztosítsuk. Ez a cél van szemünk előtt akkor is, amikor az akció keretében feltárjuk a Szovjetunió műszaki és tudományos eredményeit és azokat a mi termelésünkben alkalmazzuk.

Az akció előkészítése során három nagy híradástechnikai üzemünkben tagjaink munkabizottságokat alakítottak. E munkabizottságok szovjet forrásmunkákat tanulmányoznak át, javaslatokat dolgoznak ki az értékes eredmények alkalmazására és gondoskodnak arról, hogy azok üzemünkben bevezetésre kerüljenek. A mind bőségesebben érkező szovjet műszaki irodalom tárháza az értékesnél értékesebb műszaki eredményeknek és rajtunk múlik, hogy a Szovjetunió sokoldalú segítségének ezt a módját mennyire használjuk fel népgazdaságunk javára.

A szovjet műszaki eredmények felhasználása ily módon nem lesz kampányszerű, hanem állandó legfontosabb munkánknak fogjuk tekinteni. A szovjet eredményekre támaszkodó munkamódszerek meghonosítása gyorsítja és megjavítja műszaki feladataink elvégzését és mindennapi munkánkban felbecsülhetetlen segítséget nyújt.

A szovjet műszaki akciónak és folytatásának a sikere mindannyiunk ügye. A siker előfeltételei adottak: rendelkezésünkre állanak a szovjet munkák, támogatja tevékenységünket Pártunk és a Magyar Szovjet Társaság. Vegyünk részt minél többben az akcióban, javaslatainkkal és felajánlásainkkal tegyük a mozgalmat eredményessé. A szovjet tapasztalatok átvétele elő fogja mozdítani népgazdasági terveink teljesítését és túlteljesítését.

## Tanulmányútunk a Szovjetunióban

SÁRKÖZY GÉZA

Ötéves tervünk előírja, hogy a távolbalátást 1954 végéig meg kell valósítani hazánkban. Ennek értelmében ez év tavaszán a Párt határozatot hozott, hogy az erre irányuló előkészületeket az 1952. év folyamán meg kell kezdeni. A párt-határozat végrehajtását bizottság irányítja, amely javasolta, hogy műszaki küldöttség utazzon ki a Szovjetunióba a távolbalátás tanulmányozására. A küldöttség augusztus 19-én utazott el és szeptember 26-án tért vissza. Vezetője: Sárközi Géza (Beloianisz H. G.), tagjai: dr. Barta István (Magyar Tudományos Akadémia), Sebestyén Lajos (Postaügyi Minisztérium) és Marót Zoltán (Magyar Rádió) voltak. A küldöttségnek a Szovjetunióban végzett munkájáról röviden az alábbiakban számolunk be.

A tanulmányút folyamán az első négy hetet Moszkvában töltöttük, a hátralévő időt pedig Kiebben, ahonnan közvetlenül utaztunk haza. Moszkvában az ottani magyar követséghez tartozó külkereskedelmi kirendeltség közvetítésével két minisztériummal vettük fel a kapcsolatot: először a televíziós stúdió- és adóberendezéseket üzemben tartó Távközlési Minisztériummal (Minisztersztvo Szvjazi), majd a televíziós berendezéseket gyártó Híradástechnikai Ipari Minisztériummal (Minisztersztvo Promislenosztvi Szredsztv Szvjazi).

Első feladatunk a moszkvai televíziós központ műszaki berendezéseinek, üzemi viszonyainak és

műsorkérdésének tanulmányozása volt. A televíziós központ, amely magában foglalja a stúdió- és adóberendezéseket, valamint a nagyfrekvenciás tápvonalat és sugárzót is, a város belsejében van. A stúdióépület és adóépület ugyanazon a telken van, egymástól kis távolságban. Közvetlenül az adóépület mellett áll a sugárzót hordozó öntartó vastorony. A közeli elhelyezés biztosítja a stúdió- és adóberendezések közös műszaki vezetését és igen egyszerűvé teszi a modulációs video-jelek továbbítását a stúdiótól a képadó modulátorának bemenetéig. Erre a célra koaxiális kábelt használnak. A Szovjetunióban szabványosított korszerű

televíziós berendezések modulációs video-sávjának felső határa kb. 5,5 MHz. Ilyen nagy frekvenciának nagyobb távolságra való frekvencia- és fázishű átviteléhez kábel használata esetén különleges szélessávú erősítőkre, rádió útján való továbbítás esetén pedig mikrohullámú összeköttetésre volna szükség.

A moszkvai berendezés főbb műszaki adatai a következők:

**Képbontás:** 625-soros, másodpercenként 25 teljes képváltással, sorváltós bontással.

**Képmóduláció:** negatív, vagyis az adó a fekete szín kisugárzásával adja ki a legnagyobb teljesítményt. A képadó amplitudóban modulált, csonka oldalsáv-átvitellel, vagyis az egyik oldalsávot teljesen, a másikat csak részlegesen viszik át.

**Kép-vivőfrekvencia:** 49,75 MHz.

**Hangadó:** frekvencia-moduláló,  $\pm 75$  kHz-es legnagyobb frekvencia-lökettel, 30—15 000 Hz-ig terjedő modulációs sávval, 75  $\mu$ sec-os előtorzítás mellett, amellyel a jel-zaj viszony javítása érdekében az adás oldalán az átviendő nagyobb frekvenciákat kiemelik. (A vevőoldalon ezt a kisebb frekvenciák kiemelésével kiegyenlítik.)

**Hang-vivőfrekvencia:** 56,25 MHz.

**Tápvonal:** Koaxiális tápvonal 70  $\Omega$  hullámellenállással.

**Sugárzó:** háromemeletes Braude-rendszerű sugárzó, amely a kép- és hangjeleket együtt sugározza ki, vízszintes polarizációval. Teljesítményerősítése kb. 3-szoros.

A képfelvételhez háromféle csőtípus használatos: ikonoszkóp, szuper-ikonoszkóp és ortikon. Utóbbi kis fényerejű külső közvetítések esetén használják. A stúdióban filmközvetítéshez megfelel az ikonoszkóp, színpadi jelenetek közvetítésénél azonban célszerűbb a kisebb megvilágítást igénylő szuper-ikonoszkóp. A színpadi jelenetek közvetítésének technikája hasonló a filmgyártásnál alkalmazott módszerekhez, azzal a különbséggel, hogy itt a jelenetet nem lehet megismételni, tehát igen gondos próbákra van szükség. A stúdió készülék-terme tartalmazza a stúdióban felvett vagy filmről közvetített kép- és hangjelek erősítésére és keverésére szolgáló berendezéseket, a vezérléskeltő berendezést és a kép- és hangellenőrző berendezéseket.

A műsor összetétele nagyjából a következő: az idő  $\frac{1}{3}$  részében híradó- és játékfilmek, a fennmaradó idő megoszlik stúdióból közvetített színpadi jelenetek, tánc- és énekegyüttesek, zene- és énekművészek szereplése és stúdiókn kívüli közvetítések között. Ez utóbbiak főleg színházakból történő opera-, operett- és próza darabokból és külső sport-közvetítésekkel állanak. Hetenként 6 estén van műsor, kb. 3—4 órai időtartammal.

Értesülésünk szerint a távolbalátás műsorai igen népszerűek, amit az is bizonyít, hogy mind Moszkva belső részében, mind a külső városrészekben a televíziós antennák tízezrei láthatók a házak tetején. A jó vétel kb. 100 km sugarú körön belül lehetséges, ha nincsenek erős helyi zavarok vagy árnyékhathatások.

Mind a moszkvai televíziós központban, mind a fentemlített két minisztériumban a szovjet elvtársak minden tekintetben a legkészségesebben nyújtottak felvilágosításokat és minden berendezést részletesen megmutattak. Alkalmunk volt a külső közvetítésre szolgáló mikrohullámú mozgóállomás felépítését és üzemét is tanulmányozni.

A Híradástechnikai Ipari Minisztériummal folytatott tárgyalásaink eredményeképpen teljes gyártási dokumentációt fogunk kapni az összes berendezésekről, részben még ez év folyamán, teljes egészében a jövő év elején.

A kievi televíziós központ részben még építés alatt áll, de már hónapok óta rendszeresen sugároz műsort. Teljesen készen van a kép- és hangadóberendezés a tápvonal- és antennarendszerrel, a stúdió-készülékterem filmközvetítésre és belső közvetítésre. Maguk a végleges stúdiók és a külső közvetítésre szolgáló mozgóállomás még nincsenek üzemben. Itt a műsor 75%-a híradó- és játékfilm, 25%-a belső közvetítés az ideiglenes stúdióból. A stúdióberendezés és a készülékterem berendezése a moszkvai tapasztalatok alapján kissé módosított kivitelben készült. Az adóberendezés részleteiben is vannak kisebb eltérések.

A közvetített műsor műszaki színvonala mindkét helyen egyformán igen magas, a képek fényereje, kontrasztja és struktúrája igen jó. Nagy gondot fordítanak a zavarmentes üzem biztosítására, a műsoridő-kiesések nagymértékű kiküszöbölésére. Ennek érdekében nagyszámú, gyorsan átkapcsolható »meleg«-tartalékberendezés van beépítve és a megelőző karbantartás igen magasfokú és széleskörű. A berendezések üzemeltetésére és karbantartására nagyszámú különlegesen képzett műszaki személyzet, több mérnök vezetésével van beállítva.

A műszaki segítségen kívül a Szovjetunió rendelkezésünkre bocsátja mindazon alkatrészeket, amelyeknek gyártását a magyar ipar ma még nem tudja elvégezni. Ily módon megadja a lehetőséget arra, hogy kitűzött célunkat megvalósíthassuk. Most itthon kell mozgósítanunk minden tényezőt, felső vezetést és műszaki kádereket egyaránt, hogy a rendelkezésünkre álló aránylag rövid időt a legjobban kihasználjuk, az előttünk álló nehéz szervezési, tervezési, káderekpző, építési, gyártási és nem utolsósorban kísérleti és fejlesztési feladatokat megoldjuk. Erre kell összpontosítanunk erőfeszítéseinket és nem kétséges, hogy a kitűzött feladatot Pártunk hathatós támogatásával meg fogjuk valósítani.

## Nagytávolságú rövidhullámú rádióösszeköttetésekhez szükséges frekvenciák kiszámítása

GARAI LÁSZLÓ

Néhány évvel ezelőtt a frekvenciák helyes kiszámítása gyakorlott rádiótávíráshoz szakemberek tapasztalatai alapján volt lehetséges. A frekvenciák használhatóságáról csak vázlatos szabályszerűségek voltak feljegyezve. Télen és éjjel a kisebb, nyáron és nappal a nagyobb frekvenciák használhatók. Ismeretes volt az is, hogy nagy távolságok összeköttetésére a nagyobb frekvenciák alkalmasak. A legkisebb frekvenciák 4-5 Mc/s, a legnagyobbak 20-22 Mc/s értéket jelentettek.

A második világháború szövetséges hatalmainak a háború fokozott híradástechnikai szolgálata segítségével szerzett tapasztalatok alapján sikerült vázlatos szabályszerűség helyett olyan eljárást kidolgozni, mely az összeköttetések számára a legalkalmasabb frekvenciákat határozott számértékekben adja meg. Az új módszer a korábbi próbálkozásoktól teljesen eltér és nem igyekszik a feladatot egyetlen diagram vagy nomogramm segítségével megoldani, ami a feladat komplex természete miatt lehetetlen is.

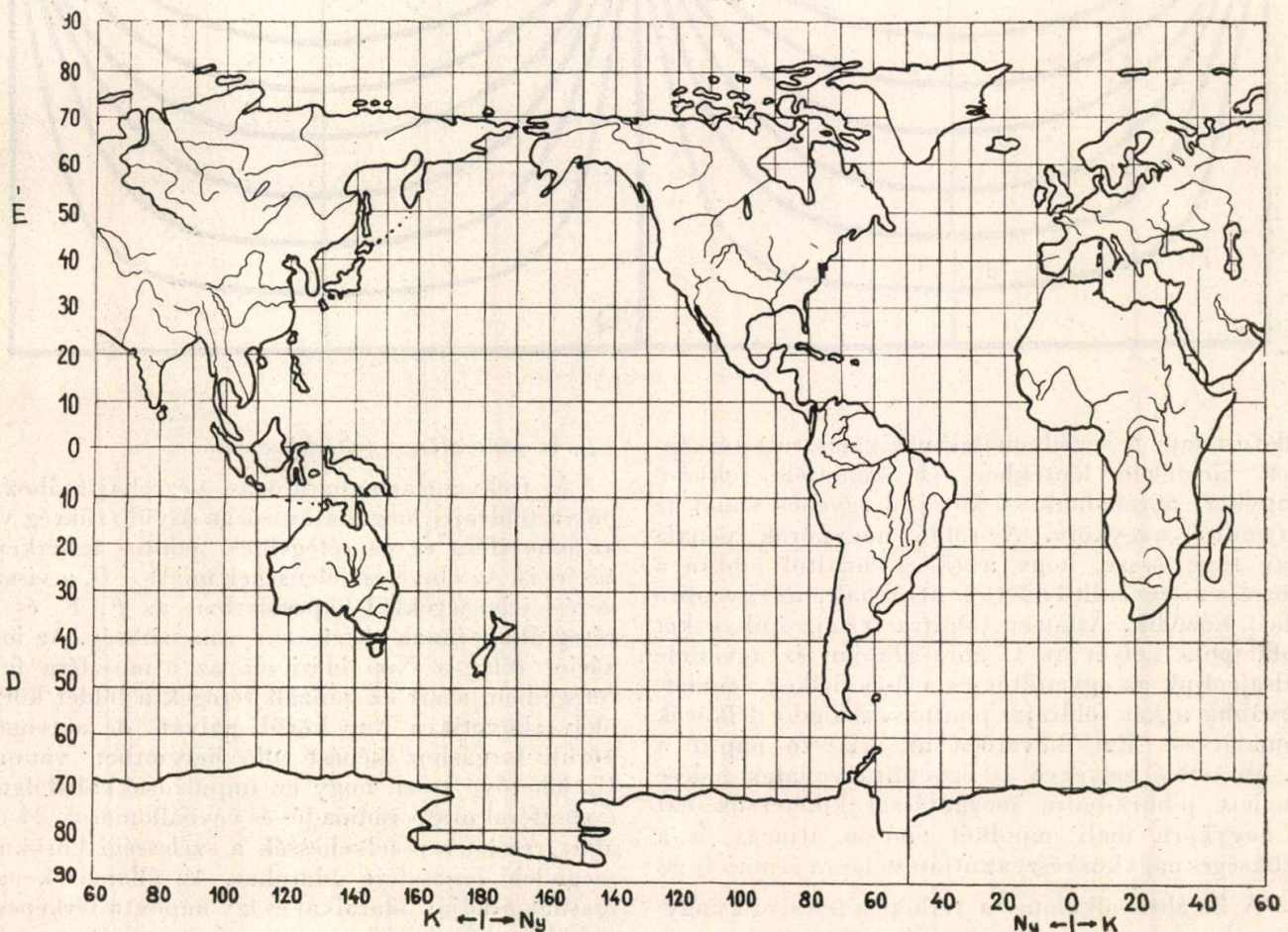
Számításainkat egy feltételezett összeköttetés fenntartásához szükséges frekvenciák gyakorlati meghatározásával mutatjuk be.

Az összeköttetés adatai az alábbiak:

Adás helye .....	Budapest
Vétel helye .....	Sao Paulo
Kisugárzott teljesítmény .....	10 kW
Adóantenna irányítóhatása .....	+ 10 dB
Vevőantenna irányítóhatása .....	+ 6 dB
Üzem mód .....	Műsorszórás
Időpont .....	1945. június

Térkép a hullámterjedés tanulmányozásához

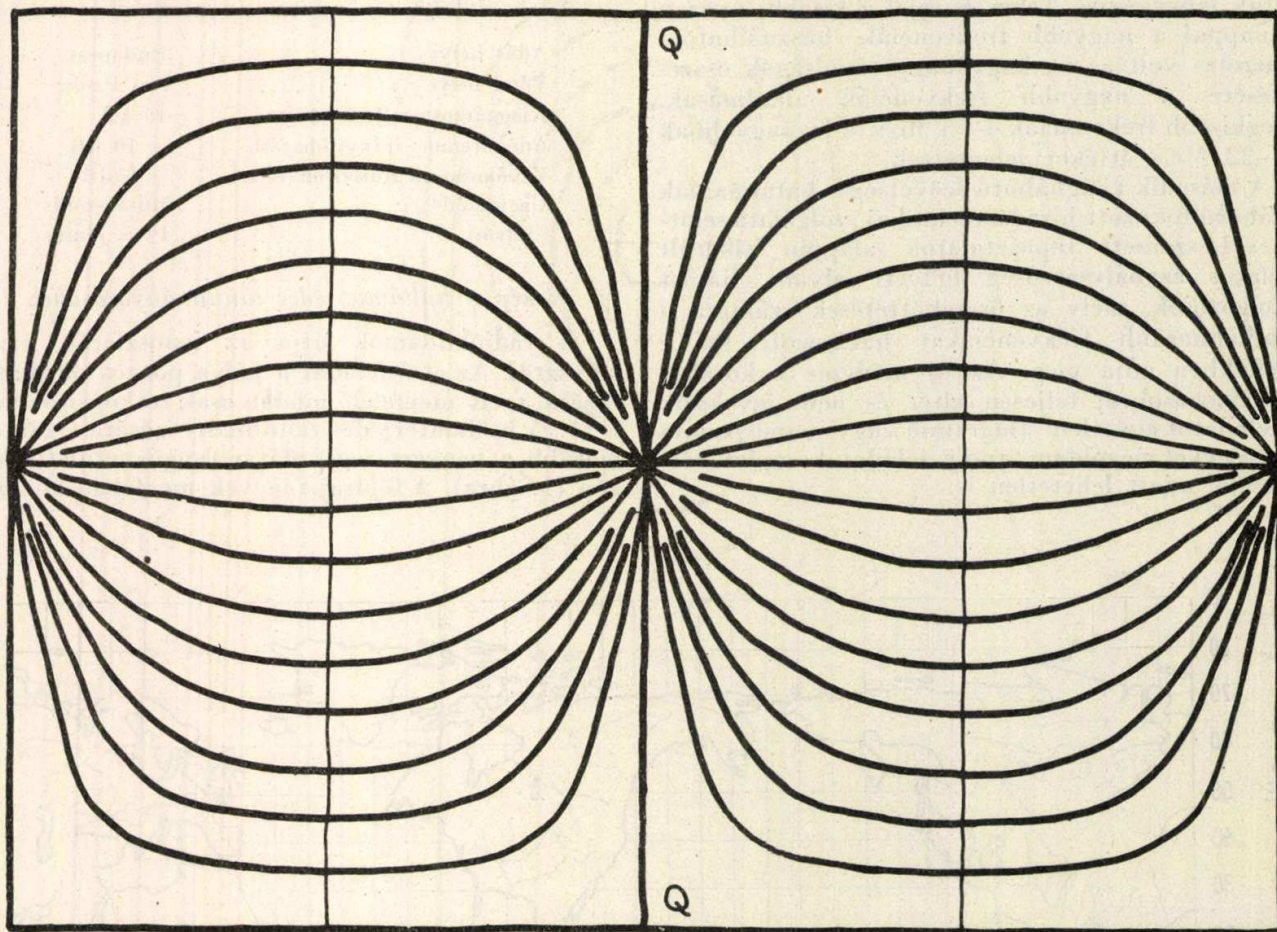
A rádióhullámok útja az ionoszférán vezet keresztül. Az első feladat a pálya pontos meghatározása, mely megfelelő módon csak térképen követhető. A hullámterjedés tanulmányozására legalkalmasabb a hengeres egyenlőtávolságú vetületű térkép (1. ábra). A földrajzi helyek megfelelő ábrázol-



1. ábra. Hengervetületű egyenlőtávolságú térkép

lásán kívül pontosan meg kell határoznunk a térképen azt a vonalat, mely két tetszőleges földrajzi pont legrövidebb távolsága a Föld felületén. Ez a vonal egy »nagykör« ívrésze, melyet a két földrajzi ponton és a Föld középpontján átfektetett sík és a földfelület metszésvonala határoz meg. A körök a térkép torzítása miatt a térképen elvesztik kör alakjukat és torz szinuszkhoz válnak hasonlókká. Két tetszőszerinti földi pont között húzható nagykör felrajzolását a kiválasztott térképre igen megkönnyíti a 2. ábra szerinti segédvonalakkal

venciaszámítás nem végezhető el. A 3. ábra vonalai 1000 km távolságú koncentrikus köröket ábrázolnak a kiválasztott térképnek megfelelően. A 2. és 3. ábra egyenlítő és  $Q-Q$  vonalai fedése esetén a keresztezési pontok minden nagykörön 1000—1000 km távolságra vannak egymástól. Az átlátszó lapon a 2. ábra használatakor a  $Q-Q$  vonalat megjelölve a 3. ábra segítségével a berajzolt nagykörpálya 1000 kilométeres osztásokkal látható el és az így földrajzi szempontból teljesen definiálva van, mint ezt a 4. ábrán láthatjuk.



2. ábra. A térkép nagykörei

ellátott lap. A segédvonalak a kiválasztott térképnek megfelelő léptékben 18 különféle fekvésű nagykört ábrázolnak. A középső egyenes vonal az egyenlítő nagyköre. A többi nagykörök vonala úgy függ össze, hogy a  $Q-Q$  vonaltól jobbra a körrész az egyenlítő felett és attól balra az egyenlítő alatt húzódik. Átlátszó papírra felrajzoljuk a két földi pont helyét az 1. ábra alapján és ugyanide felrajzoljuk az egyenlítőt és a 0-ás délkör vonalát, továbbá a két földrajzi ponton áthaladó délkörök vonalát is. Ezt követően az átlátszó papírt a 2. ábra fölé helyezve az egyenlítő vonalak fedése mellett jobbra-balra mozgatással kikeressük azt a nagykört, mely mindkét ponton átmegy és a szükséges nagykör részt az átlátszó lapra átmásoljuk.

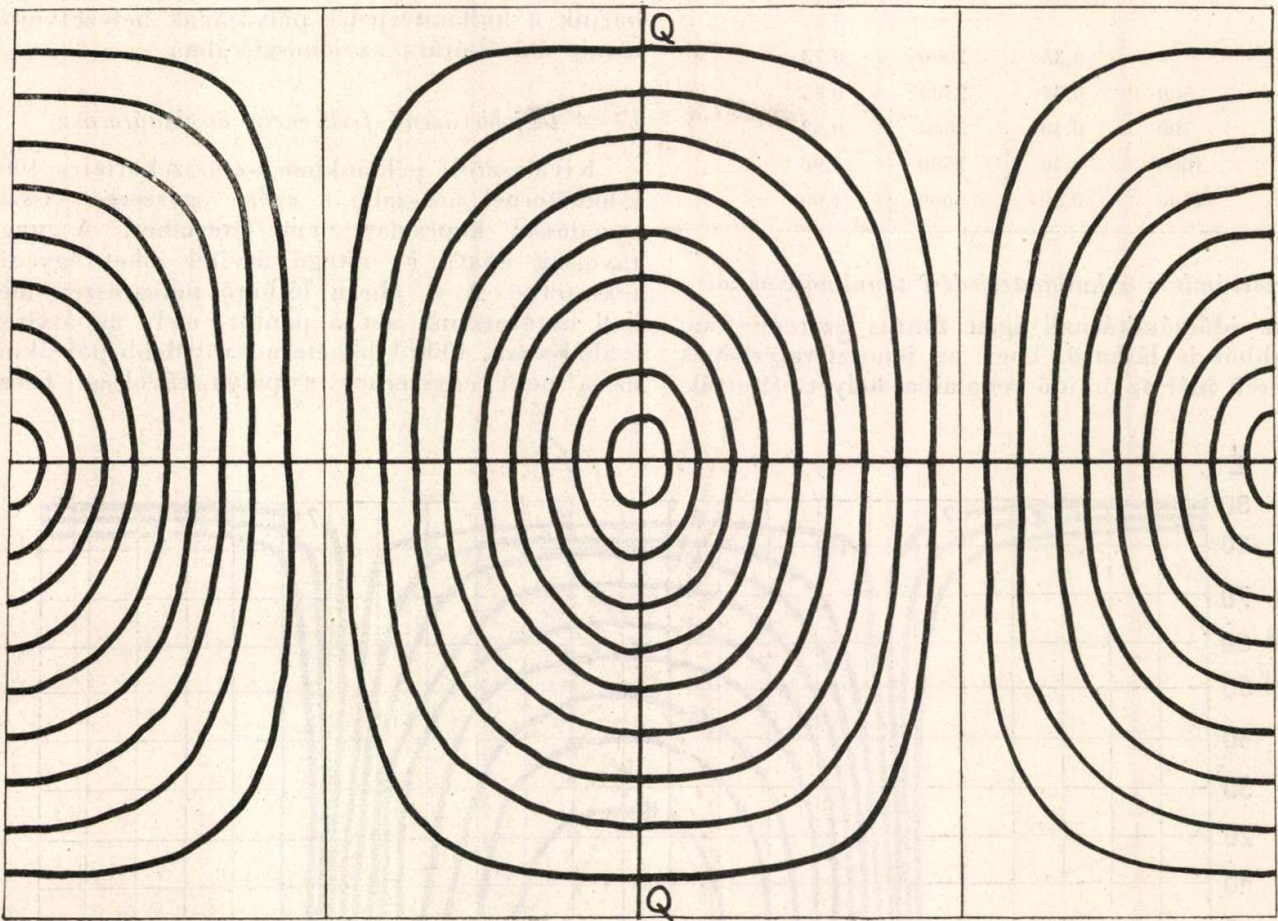
A 3. ábra alkalmas a térképen felrajzolt nagykörpálya hosszának ellenőrzésére. A pálya pontos hosszúságának megállapítása nélkül a kívánt frek-

#### Az ionoszféra feltérképezése

A frekvenciameghatározás végrehajtásához a pálya földrajzi meghatározásán kívül szükség van az ionoszféra egyes rétegeinek pontos feltérképezésére is. Az elnyelési jelenségek miatt a  $D$ , a visszaverési jelenségekkel kapcsolatban az  $E$ ,  $F_1$  és  $F_2$  réteg állapotának rögzítésére van szükség. Az ionizációt főleg a Nap idézi elő az atmoszféra felső rétegeiben, azért az ionizált rétegek a földet körülölvélve követik a Nap körüli pályán, de a tengely körüli forgáshoz képest álló helyzetben vannak. Ez lehetővé teszi, hogy az impulzusokkal dolgozó ionoszférakutató rádióadó- és vevőállomások 24 óra alatt részletesen felvehessék a szélességi köröknek megfelelő ionoszféra adatokat. Az állomások egymásnak átadják adataikat és így naponta térképezik a Földet körülvevő, nem forgó ionoszféra minden adatát. Az ionoszféra napról-napra keveset vál-

tozik s ha a Föld forgás-tengelye merőleges lenne az ekliptika síkjára, akkor évenként elegendő lenne egyetlen felvétel. Így azonban miminálisan téli, nyári és napéjgyenlőségi felvételeket kell készíteni, de pontosabb számításoknál a havonkénti értékelés

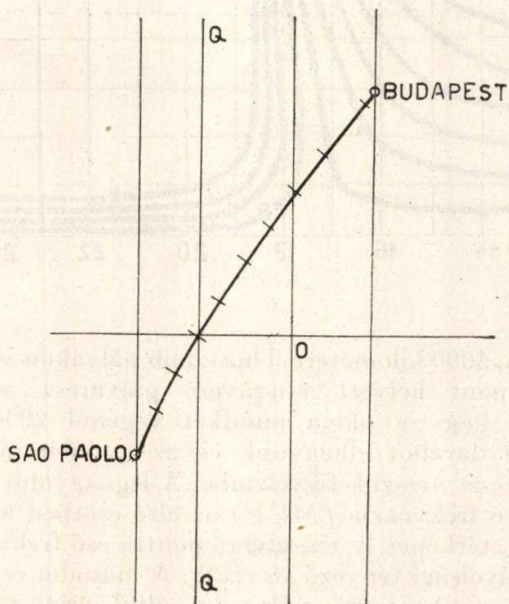
melyek az egyenlő kritikus frekvenciával rendelkező pontokat kötik össze. Az *E* és *F* rétegek felvételei függőlegesen és vízszintesen kisugárzott nyalábra készülnek. Az előbbi előnye, hogy az adás és vétel egy helyen történik. Az utóbbi



3. ábra. Koncentrikus körök 1000 km. távolságban

is indokolt. Egyik évről a másikra a változásokat a napfoltperiódusok idézik elő.

Az ionoszfératérképek vonalakat tüntetnek fel,



4. ábra. Nagykörpálya

*E* rétegnél 2000 km, *F* rétegnél 4000 km távolságban való vételt tételez fel és előnye, hogy igen pontos értékeket ad.

A felsorolt kombinációk nagymennyiségű térképet eredményeznek. A térképekre a pontos számításoknál szükség van és azokat az ionoszférakutató állomások nemzetközi szervezete nyomtatásban rendszeresen kiadja. Itt csak néhány példa ismertetésére van mód.

Az *E* réteg 2000 kilométeres napéjgyenlőségi térképét tünteti fel az 5. ábra. Az egyenlő kritikus frekvenciával rendelkező pontok közel koncentrikus köröket alkotnak és a napéjgyenlőség miatt az egyenlítőre szimmetrikusak. Látható, hogy az *E* réteg valamivel napnyugta után eltűnik. Nyáron a centrum az északi félgömbre toródik át és a déli sark környékén semilyen napszakban nincs *E* réteg. Télen megfordul a helyzet.

A 6. ábrán látható 4000 kilométeres *F* réteg térkép vonalai a koncentrikus köröktől távolállnak, de a centrum itt is az északi félgömbön van, mert a felvétel 1945. júniusi állapotot tüntet fel. Az *F* réteg éjjel is fennáll. A 0 kilométeres *F* réteg térkép vonalai majdnem azonosak, de a derékszögű beesés miatt a frekvenciaértékek csak 35%-át

teszik a 4000 kilométeres értékeknek. Tetszés szerinti távolságokra a kritikus frekvenciaértékek táblázat segítségével számolhatók át:

D km	Távolsági tényező	D km	Távolsági tényező
0	0.35	2000	0.73
500	0.37	2500	0.85
700	0.40	3000	0.92
1000	0.46	3500	0.98
1500	0.60	4000	1.00

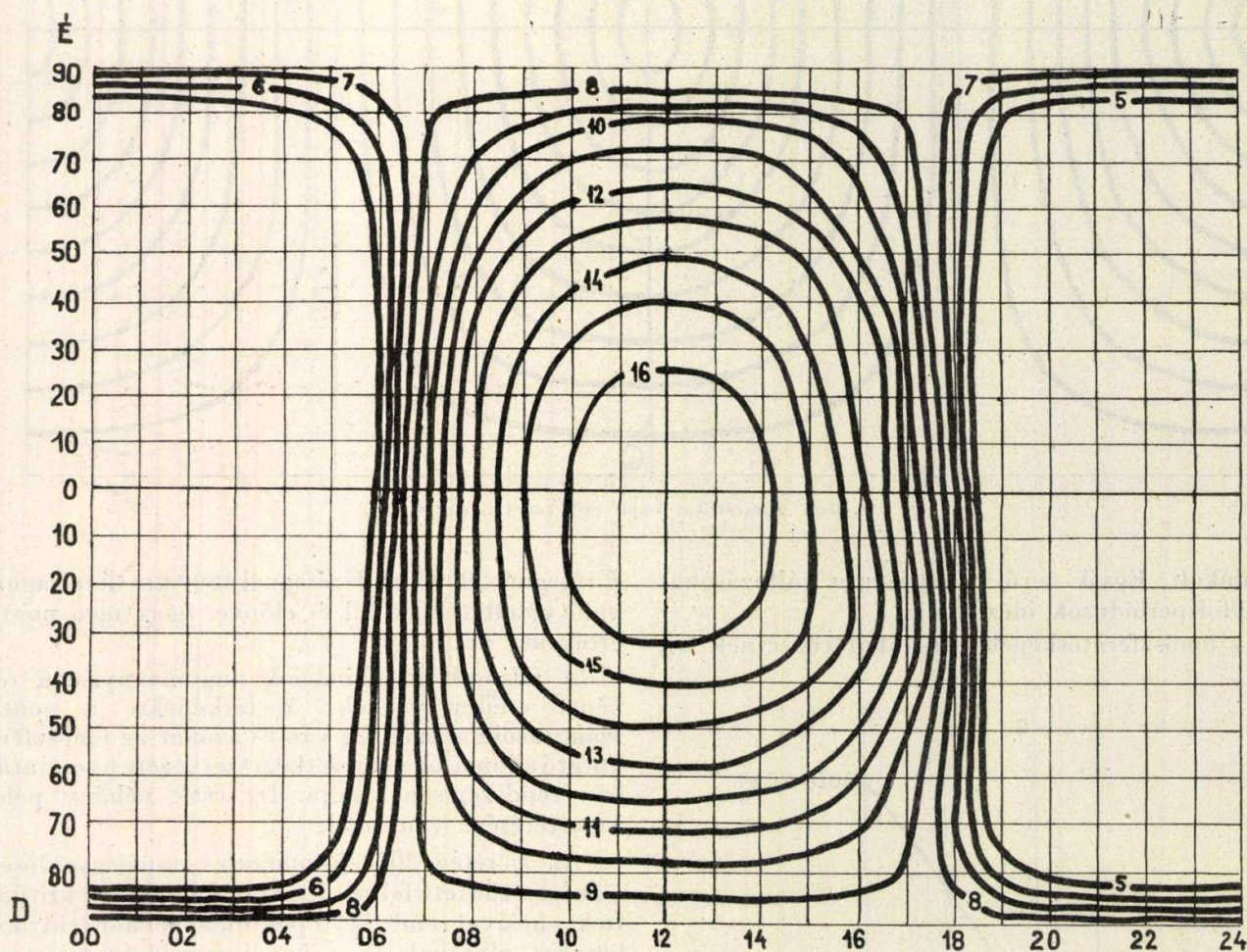
**Időszámítás a hullámterjedési tanulmányoknál**

Az időszámításnak igen fontos szerepe van. Ez abból is látható, hogy az ionoszfératérképek délköréit már az óraidő vonalaival helyettesítették.

(LCT) kiszámítására azért kell nagy súlyt helyezni, mert az álló ionoszféra és az alatta elforduló Föld folytonosan változó relativ helyzetét csakis ezzel a módszerrel követhetjük megfelelően. Átlátszó lapon rajzolt egyik délkörünket az ionoszfératérképen balról jobbra végigtolva pontosan láthatjuk a hullámterjedés pályájának helyzetváltozásait óráról-óra az ionoszférában.

**A legjobb üzemi frekvencia meghatározása**

Kiválasztott példánkban az összeköttetés 4000 kilométernél hosszabb s ezért egyszeres visszaverődéssel kapcsolat nem létesülhet. A nagy távolság miatt  $F_2$  rétegű átvitel jöhet egyedül tekintetbe. A 4. ábrán látható pályarészen meg kell határoznunk azt a pontot, mely az átvitelt szabályozza. 4000 kilométernél rövidebb pályáknál ez a pont egyszerűen a pálya távolsági felező



5. ábra. 2000 E. Március

Ez megtehető, mert 1 óra = 15°. A hullámterjedési viszonyok változásánál a zónaidőt nem vehetjük figyelembe, mert az egy-egy földrajzi vonalon 1—2 órát ugrik. A pontos csillagászati időt kellene figyelembe venni, de ez meg túlságosan bonyolult lenne, mert így a napok hossza is változnék, egy nap nem állna pontosan 24 órából. Céljainknak megfelelő időszámításhoz jutunk, ha a greenwichi polgári időt (GCT) korrigáljuk a szöbanforgó földrajzi hely szögadataival. A helyi polgári idő

pontja. 4000 kilométernél hosszabb pályákon visszaverő pont helyett visszaverő pályarész adódik abból, hogy a pálya mindkét végéből 2000 km hosszú darabot elhagyunk és az így fennmaradt pályarészt vesszük figyelembe. A legnagyobb használható frekvencia (MUF) az első esetben a 4000 km  $F_2$  térképen a visszaverő pontra eső frekvencia és a távolsági tényező szorzata. A második esetben pedig a visszaverő pályarész által érintett legkisebb frekvencia.



A legjobb munkafrekvencia (*OWF*) ennek az értéknek csak 85%-a  $F_2$  rétegű átvitelnél, hogy a napi ingadozásokkal szemben védettség legyen.

Példánkban a visszaverő pályarész által érintett legkisebb frekvenciák és a legjobb munkafrekvenciák a következők:

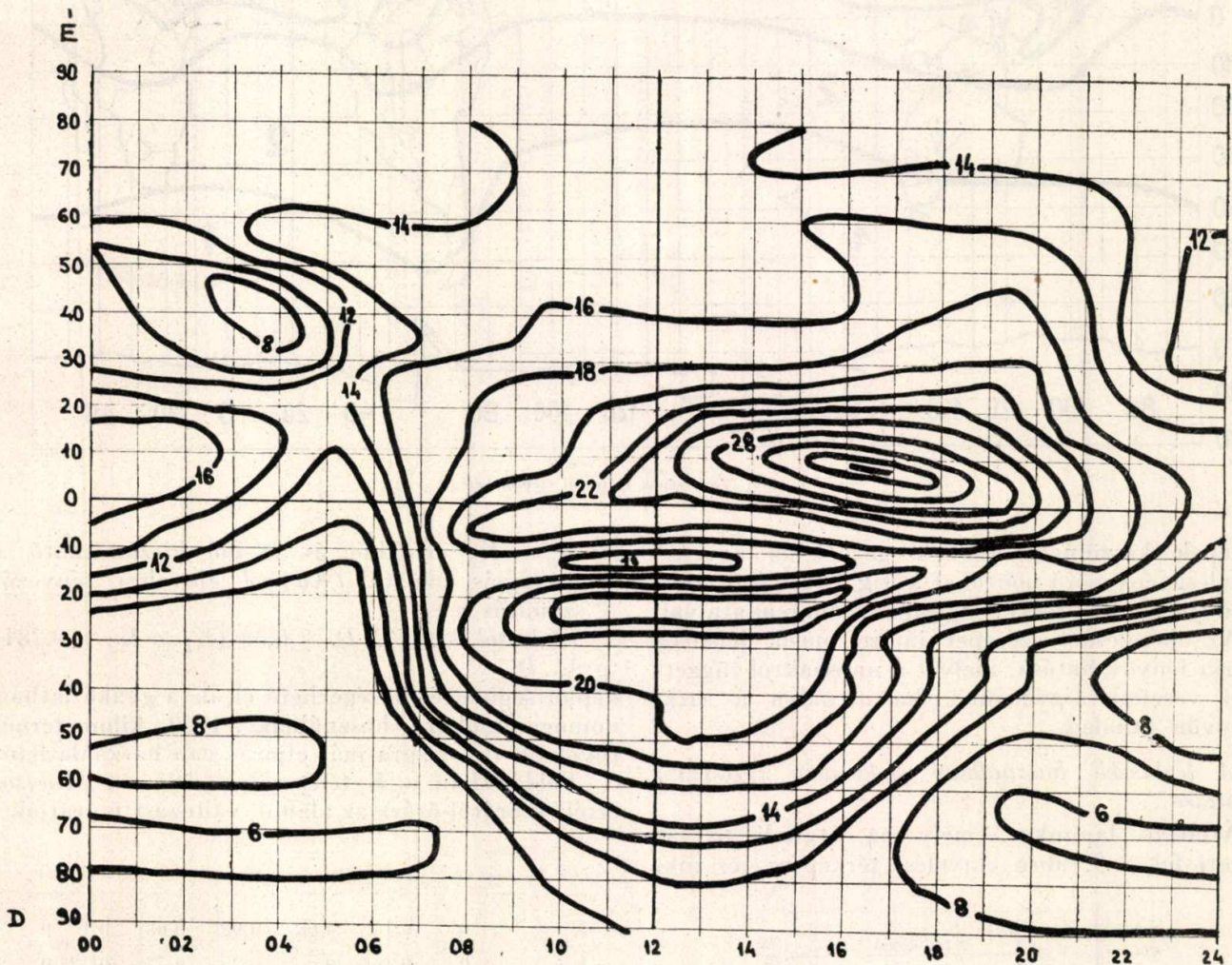
LCT Bp. óra	00	04	08	12	16	20	24
MUF Mc/s	14	9	10	18	18	22	14
OWF Mc/s	11,9	7,7	8,5	15,3	15,3	18,7	11,9

Az *E* rétegű átvitel ennél jóval stabilabb és itt a biztonsági tényező csak 97%.

frekvencia használata mellett is előfordulhat, hogy az összeköttetés nem tartható fenn adott üzemi feltételek között. Csak utalunk a zavarokra, az adó teljesítményére, az üzemmódra és a *D* réteg elnyelő tulajdonságára, ezek és még több nem említett tényező is okozhatják a vétel meghiusulását a legjobb munkafrekvencián. A tényezők számszerű értékeléséből a legkisebb használható frekvenciák óráról-órára változó sorozata adódik.

*Az elnyelés és a zavarok határa*

A zavarok intenzitása szempontjából a Föld felülete 4—5 körzetre van osztva. A területhatárok évszakonként változnak. A 7. ábra térképe a

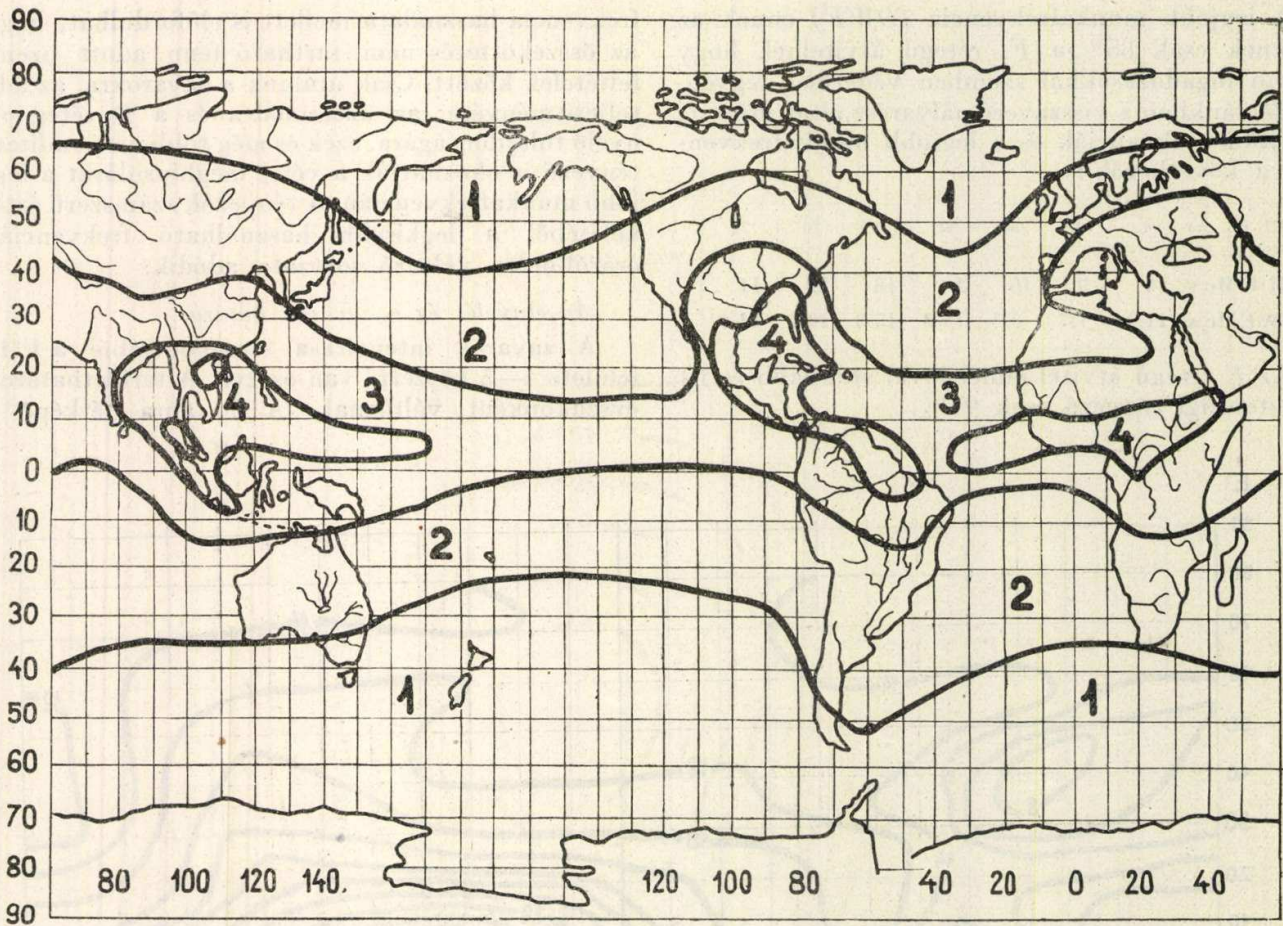


6. ábra. 4000 F. június

A legjobb munkafrekvencia így óráról órára kiszámítható és az adatokat a 14. ábra felső vonala tünteti fel.

A legjobb munkafrekvencia ilyen kiértékelése azonban nem jelenti az összeköttetéshez szükséges frekvenciák gyakorlati kiválasztását, csak annyit jelent, hogy ennél nagyobb frekvenciákat nem lehet használni, mert azok nem verődnek vissza az ionoszféráról, hanem áthaladnak rajta. A legjobb munkafrekvenciát állandóan nem lehet használni, mert az egyrészt igen gyakori frekvenciaváltoztatással járna, másrészt a gyakorlatban egy összeköttetés számára két vagy három frekvenciánál több nem áll rendelkezésre. A legjobb munka-

határokat május és szeptember közötti időben mutatja be. Vevőállomásunk Sao Paoloban a 2. körzetbe esik. A 2. körzetben a különféle frekvenciákon a telefonia-üzemhez szükséges térerősséget a 8. ábrán láthatjuk. A szükséges térerősség a frekvenciák növekedésével általában csökken. A nappali órákban a zavaroknak 2 Mc/s környékén éles minimuma van, melyet a *D* réteg erőteljes elnyelő hatása okoz. Más üzemmódokra a szükséges térerősség táblázatok segítségével számolható át. Az elnyelésnél két jelenséget kell figyelembe venni. Egyik a *D* réteg elnyelő hatása, mely a Nap sugárzásától függ és alkonyat után megszűnik. Erre vonatkozóan az *E* réteghez hasonló vonalú *D* réteg



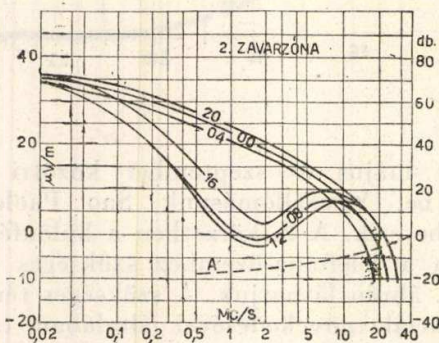
7. ábra. Zavarzónák májustól szeptemberig

térképek készülnek, ahol a görbék az egyenlő elnyelési tényezőjű pontokat kötik össze. A 9. ábra egy ilyen  $D$  réteg térkép a június hónap adataival.

Az elnyelésnél szerepet játszó másik jelenség a sarki fényöv hatása, melyet a napszaktól függetlenül veszünk figyelembe, ha a pálya a sarki fényövön áthalad.

**A legkisebb használható frekvencia (LUHF) számítása**

Átlátszó lapunkat, mely az átviteli pályát tünteti fel, a 9. ábra elnyelési térképére tesszük.



8. ábra. Szükséges térerősség. Telefonüzem  
A = készülék-zavarszint  
A baloldali ordináta-beosztás a térerősség logaritmusát tünteti fel

A pálya mindkét végpontján levő  $K$  tényező értéket fel kell jegyezni. A 9. ábrán a 0 vonalon túl éjjel van. Le kell mérnünk kilométerekben a pálya napfényes részét,  $D'$ -t és ezt is fel kell jegyezni.

A  $K_1 + K_2$  értékből és  $D'$ -ből kiszámítható a napsugárzás okozta  $(Kd)$  sol elnyelési tényező. A számítás a

$$(Kd) \text{ sol} = 0,142 D' + 6,38 (K_1 + K_2 - 0,284) \text{ tg } \frac{1}{2} D'$$

képlet segítségével végezhető el, de a gyakorlatban nomogramokat használnak. 1700 kilométernél rövidebb távolságra más eljárás van használatban.

Példánkban a  $K$  tényezők, a  $D'$  és a  $(Kd)$  sol értékek óráról-órára az alábbi változást mutatják :

LCT Bp. óra	00	04	08	12	16	20	24
$K_1$	0	0,15	0,68	0,92	0,68	0,1	0
$K_2$	0	0	0	0,25	0,72	0,42	0
$K_1 + K_2$	0	0,15	0,68	1,17	1,40	0,52	0
$D'$ m	0	700	5.500	9.500	9.500	9.500	0
$(Kd)$ sol	0	0	1,9	6,55	7,9	2,7	0

Az északi fényöv elnyelését a 10. ábra térképe és a 11. ábra diagrammja segítségével lehet meghatározni. A 10. ábra vonalai a mágneses pólus körüli koncentrikus köröket jelölik meg. A pólustól való távolság fokokban van mérve ( $Pd$ ). Mivel a pólus és az állomások helye egymáshoz képest állandó, a sarkifény okozta elnyelés is állandó érték. Kettővel kell osztani a  $(Kd)$  aur értéket, ha az egyik állomás az övezetben fekszik. A teljes elnyelés

$$(Kd) \text{ tot} = (Kd) \text{ sol} + (Kd) \text{ aur}$$

A vétel helyén fellépő térerősség értéke a következő összefüggés segítségével határozható meg:

$$F = F^\circ - So (Kd) tot + C,$$

ahol  $F$  a keletkező térerősség dB-ben kifejezve  $1 \mu\text{V/m}$ -hez viszonyítva. Az  $F^\circ$  az 1 kW-os adó térerősségértéke elnyelés nélkül.  $So$  az elnyelés frekvenciától függő értéke és  $(Kd) tot$  az elnyelési tényező. A kettő szorzata az elnyelési tényező

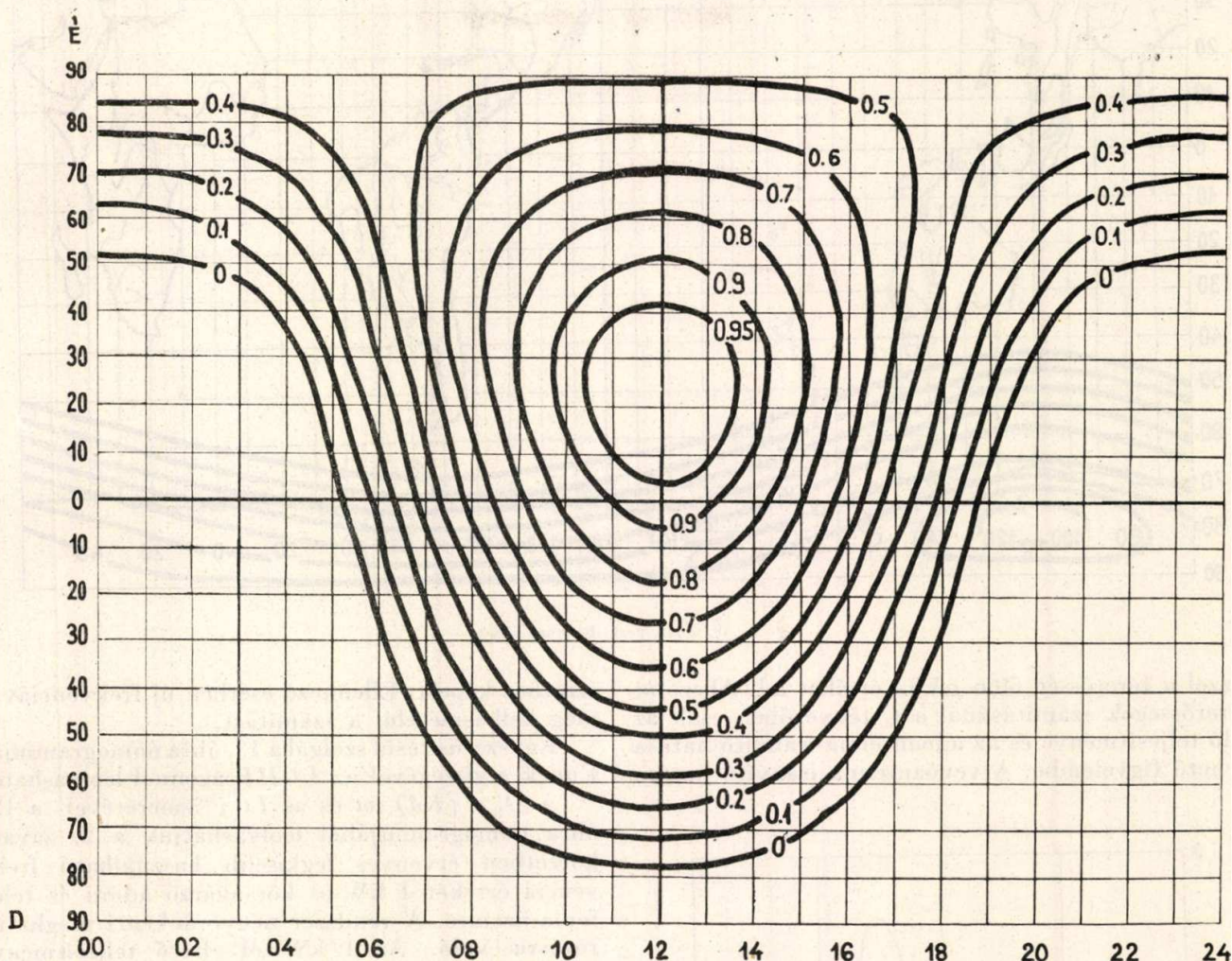
Példánkban a  $C$  érték a következőképpen alakul:

$C_1$  a 10 kW teljesítmény miatt a

$$C_1 = 10 \log_{10} N \text{ kW}$$

összefüggésből  $+10$  dB-re adódik.

Az adó és vevőantennák együtt  $+16$  dB emelést jelentenek, míg az érzékenyebb üzemmód miatt



9. ábra.  $K$  elnyelési tényező. Június

decibelben.  $C$  az üzemnek az 1 kW telefonia-üzemhez képest eltérő feltételeit feltüntető tényező.

Az  $F^\circ$  és  $So$  értékek az alábbi táblázatok segítségével állapíthatók meg:

$D$ 1000 km	$F^\circ$ dB	$f$ Mc/s	$So$
0,1	53	3	94
0,2	52	4	50
0,4	50	5	32
0,6	49	6	23
1,0	46	8	13
2,0	40	10	8,3
4,0	32	12	6,2
6,0	27	15	4,0
10,0	21	20	2,3
20,0	12	25	1,05
40,0	3	30	1,08

viszont 6 decibellel nagyobb térerősség kell a zavarok leküzdésére. Ez együtt

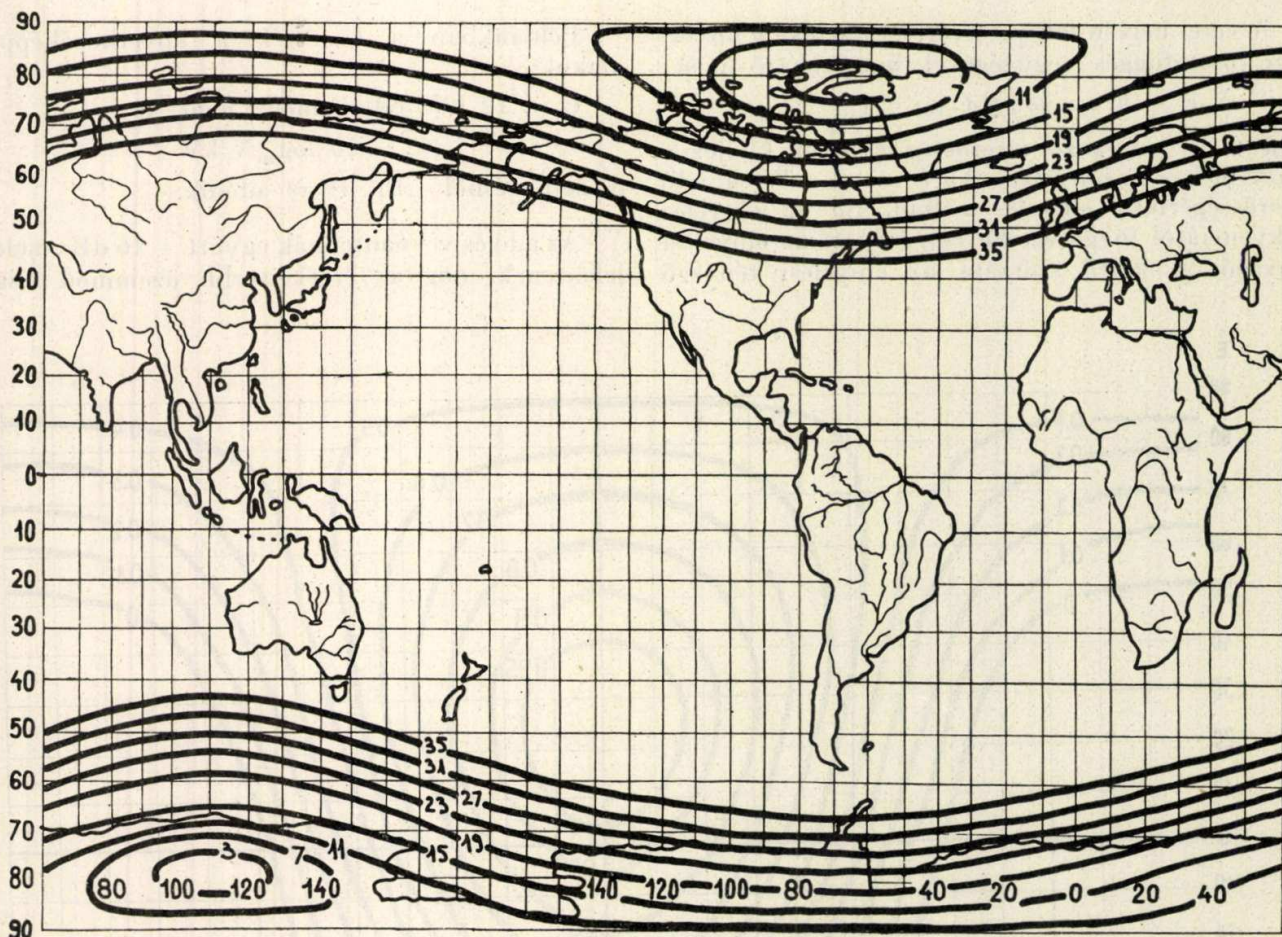
$$C = +10 + 16 - 6 = 20 \text{ dB.}$$

Budapesti időszámítás szerint 12,00-kor a 14,8 Mc/s frekvencián a térerősség Sao Paulóban a következő:

$$F = 21,5 - 4 \cdot 6,55 + 20 = +15,3 \text{ dB.}$$

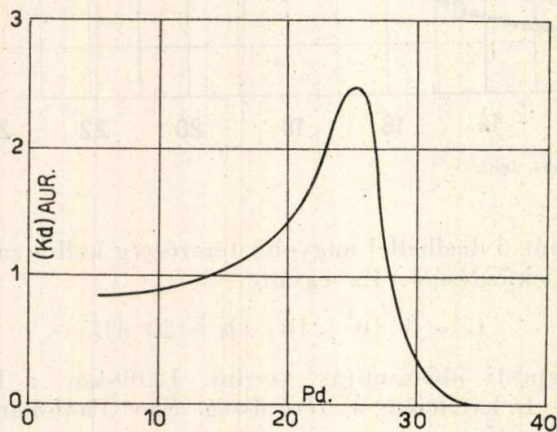
Ezt összehasonlítva a 8. ábrán látható értékkel megállapítható, hogy Sao Paulóban ottani idő szerint 07,00-kor a 14,8 Mc/s frekvencián a zavarok leküzdésére ugyanakkora térerősség szükséges és így a 14,8 Mc/s éppen az LUHF. A térerősség abszolút értéke is kiszámítható:

$$E = \text{Num} \log_{10} \frac{F}{20}$$



10. ábra. Sarki fényzóna térkép

Ezzel a térerősség  $5,66 \mu\text{V/m}$  értéket ad. Abszolút térerősségek számításánál a  $C$  tényezőben csak az adó teljesítménye és az adóantenna irányító hatása vehető figyelembe. A vevőantenna irányító hatása



11. ábra. Sarki fényzóna eluyelése

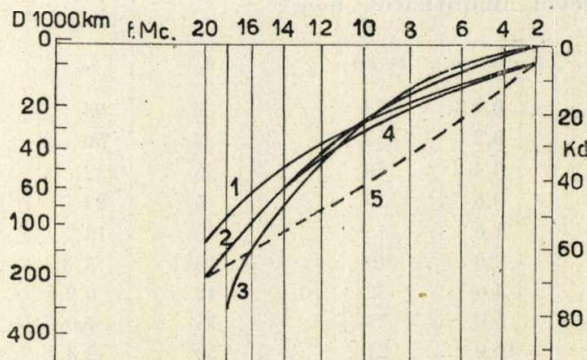
és az üzemmód zavarokkal szembeni védettségi igényei a vételhez szükséges térerősség változását okozzák. Ezeket a  $C$  értékbe csak összehasonlító számításoknál lehet bevenni. Az  $LUHF$  megállapítása ezzel a módszerrel csak többszörös próbálgatással lehetséges, mert az  $F$  kiszámításához fel kell venni egy frekvenciát és a 8. ábrán ellenőrzendő, hogy ez megfelelő térerősséget ad-e a zavart-

szinthez képest. Ellenkező esetben új frekvenciával meg kell ismételni a számítást.

Egyszerűsítésül szolgál a 12. ábra nomogramja. Ennek segítségével az  $LUHF$  azonnal leolvasható.

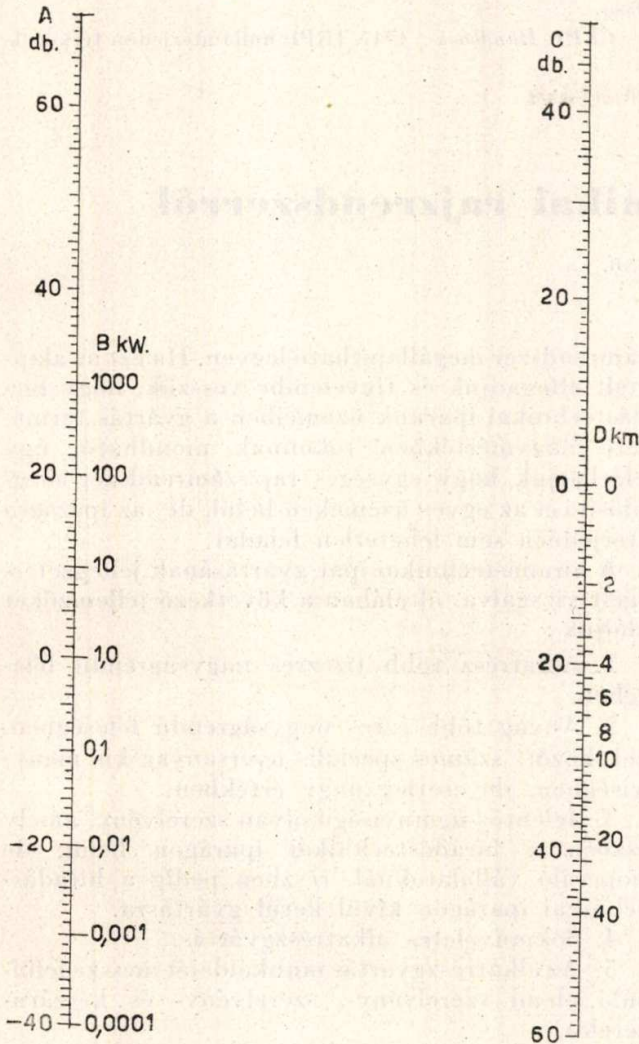
A  $D$ , a  $(Kd)$  tot és az  $LCT$  ismeretével a 12. ábra nomogramjából leolvashatjuk a 2. zavar-körzetben érvényes legkisebb használható frekvencia értékét 1 kW-os körsugárzó adóra és telefon-üzemre. A rendszer négyóránkénti meghatározásra való. Az 1 kW-tól eltérő teljesítmény, irányított antennák és az üzemmód eltérései a  $D$  skála fel-le tolása útján vehetők figyelembe a decibel értékeknek megfelelően.

A  $D$  skála eltolása a 13. ábra szerint végezhető el. Példánkban a 20 dB növekedés a távolság 1600 km-re való látszólagos csökkenését idézi elő.



12. ábra. Nomogram a legkisebb nagyfrekvencia kiszámításához. Zavarszint: 2. fokozat.

A legkisebb használható nagyfrekvencia-értékeket óráról-óra kiértékelve feljegyezhetjük a 14. ábrán látható diagrammban, ahol így megkaptuk a használható frekvenciák területét. Az ezen belül választott frekvenciák az összeköttetés fenntartására alkalmasak lesznek.



13. ábra. Teljesítmény-átszámítás  
 A, C decibel 1 kW felett  
 B kisugárzott teljesítmény  
 D távolság 1000 km-ben

A legkisebb használható frekvenciára a számítások órára-óra az alábbi értékeket adják:

LCT Bp. xra	00	04	08	12	16	20	24
LUHF Mc/s	3	3	8	14,8	15,6	10,3	3

A rendelkezésre álló frekvenciák berajzolása után megállapítható a frekvencia-váltások helyes időpontja is.

**A frekvencia kiválasztás pontossága**

Az eljárásról V. Kessenik moszkvai egyetemi tanár bírálatát ismertetve alkothatunk megfelelő képet. Szerinte a legnagyobb használható nagyfrekvencia eltérései a prognózist jelentő térképektől az üzemidő 7%-ában akadályozzák a vételt. A legkisebb használható nagyfrekvencia szabály-

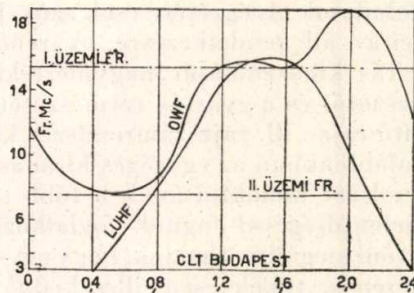
tan ingadozásai 15%-ot tesznek ki. Az ionoszférás viharok 15% üzemidőt zavarnak meg. 7%-ra kell becsülni azoknak a tényezőknél a zavarait, melyeket egyáltalán nem ismerünk. Ennélfogva az összes üzemidő 44%-ában az eljárás alapján kiválasztott frekvencia nem feltétlenül üzembiztos. Kétségtelen, hogy a bemutatott frekvenciaszámítás eljárás még bizonytalanságokat tartalmaz, azonban nagy előnye, hogy a régebbi jóslásokkal szemben reális alapokon nyugszik s tovább fejlesztve mind biztosabbá fog válni.

Az ionoszféra gerjesztője a Nap sugárzása. Ennek intenzitása állandó változásban van. 11 éves napfoltperiódus van. Ez azonban csak átlagos értéket jelent. A napfoltok száma óráról-óra is változik és az ionoszféra ezt a változást érzékenyen követi.

Az ionoszférás viharokat nagyerejű napkitörések okozzák. Ilyenkor a hirtelen napfoltszám-változást kis időeltolódással az ionozott rétegek megerősödése követi. Ennek oka a Nap hirtelen növekvő elektromágneses, főleg ultraviola sugárzása. Az ionizáció növekedése a kritikus frekvenciák növekedését vonja maga után. Az első és kisebb zavart tehát ez a jelenség idézi elő a frekvenciák használatában. Ez azonban nem minden, mert a napkitörésekkor nemcsak  $3 \times 10^8$  m/sec sebességű energiasugár indul ki a Naptól, hanem egyidejűleg  $3 \times 10^6$  m/sec átlagsebességű anyagi részecskék is. Ezek az anyagrések a Föld légkörébe jutva az ionizációt egy idő múlva elrontják. Az E és F rétegek telítődnek ezzel az anyaggal, ionizációjuk megszűnik és visszaverődés nincs többé. A D réteg az anyag nem jut el és az erős ultraviolától megerősödött D réteg erősen elnyelő hatású. A nagyfrekvenciás átvitel egy időre lehetetlenné válik.

A kétféle zavar egymást követve mindig fellép és kiadós üzemzavarokat okoz.

A 27 napos napforgás megfigyeléséből az ionoszférás viharok gyakoriságára lehet következtetni. Ilyen akkor keletkezik legnagyobb számban, amikor a napnak sok folttal bíró göca néz a föld felé. Ez a göc a napnak mindig ugyanazon felületi részén van. Az átlagos napfoltszámmal együtt nő az ionoszférás viharok száma is. Megfigyelték, hogy a viharok mennyisége a hónapoktól is függ és a napéjegyenlőség időszakában a leggyakoribb.



14. ábra. Frekvenciahasználat menetrendje  
 Budapest - Sao Paulo. Június  
 10 kW, műsorszórás  
 Adóantenna: +10 dB; vevőantenna +6 dB

A havonta 8 vihar a magas érték. Alacsony napfoltszámú években ez a szám kettőre csökken.

A rádióösszeköttetésekhez szükséges frekvencia kiszámításánál tehát elég sok bizonytalanság van még, de a módszer állandóan javul, mert a bizonytalanságok a megfigyelések sorozatának elvégzésével egyre jobban csökkennek. A magyar híradástechnika néhány szakemberének teljes erővel hozzá kell látnia, hogy a hullámterjedés tudományos kérdéseivel gyakorlatilag is foglalkozzék. Ehhez legjobb út egy magyar ionoszférakutató állomás

megszervezése. A tanulmányozáshoz a goefizikai intézet és a posta azámos adatot tud adni sok érve visszamenőleg is.

#### IRODALOM :

- UIT, CPF konferencia műszaki anyaga. Genf 1948—1949  
 Wlagyimir Kessenik prof. moszkvai egyetemi tanár előadása.  
 CRPL Handbook : 1947. IRPL hullámterjedési térképek

## Az egységes híradástechnikai rajzrendszeréről

KAS OSZKÁR (B. H. G.)

E cikket azzal a szándékkal bocsátjuk közre, hogy vita induljon iparágunk egyik olyan problémája felett, amelynek megoldása a híradástechnika egész gyártási területén éreztetheti kedvező hatását.

Reméljük, hogy a vita termékeny lesz és közelebb visz a teljes gyártást s a vele kapcsolt vizsgálatokat mindenben kielégítő iparági egységes rajzszámrendszer megoldásához.

Szocializmust építő törekvésünk előtérbe helyezte mindazokat a kérdéseket, amelyek üzemeinkben a termelést egyszerűbbé, gyorsabbá és olcsóbbá teszik, — egyszóval azokat a kérdéseket, amelyek az üzemek szervezetségén keresztül a termelékenységet vannak hivatva fokozni.

A gyakorlatból általánosan ismert az a tény, hogy sokszor a legkisebb és kezdetben csaknem jelentéktelennek tartott kérdések közelebbi vizsgálata és helyes megoldása milyen nagy eredményeket hozhat magával. Ez a helyzet állhat elő üzemeinkben a rajzokkal, a rajztárak szervezetével kapcsolatosan is. A műhelyekben a soha nem látott lendülettel dolgozók joggal megkívánják, hogy olyan rajzokat biztosítsunk számukra, amelyek megkönnyítik e lendület továbbfokozását.

De ezen túlmenően, sürgetően állítja elénk a rajzszámrendszer kérdését az a tény is, hogy üzemeink mind gyakrabban kezdenek hozzá újabb gyártmányok kifejlesztéséhez, amelynek eredményeképpen a feladatok elvégzésére csak szűk konstrukciós kapacitás áll rendelkezésre. A rendelkezésre álló kapacitás kihasználását nagymértékben lehet fokozni észszerű, és a gyártás természetét mindenben kielégítő rajz-, ill. rajzszámrendszer kialakítása révén. Az alábbiakban az egységes híradástechnikai rajzszámrendszer kialakításának a főbb szempontjaival és jelentőségével fogunk foglalkozni.

Bevezetőül megállapíthatjuk, hogy egy-egy üzem rajzrendszerének tökéletesen illeszkednie kell az üzem termelési módjához, a gyártott gyártmányokhoz, az alkalmazott technológiához és mindazokhoz a körülményekhez, amelyek a gyártást meghatározzák. Ezért elsősorban a híradástechnikai iparág gyártásának természetét kell beható vizsgálat tárgyává tenni, hogy e vizsgálatok eredményeinek felhasználásával a célnak legjobban megfelelő rajz-

számrendszer megállapítható legyen. Ha ezt az alapítelt elfogadjuk és figyelembe vesszük, hogy híradástechnikai iparunk üzemeiben a gyártás természete nagymértékben rokonnak mondható, úgy beláthatjuk, hogy egységes rajzszámrendszer megvalósítása az egyes üzemekben belül, de az iparágra kiterjedően sem lehetetlen feladat.

A híradástechnikai ipar gyártásának jellegzeteségeit vizsgálva, általában a következő jellemzőket találjuk :

1. Alkatrész több tízezres nagyságrendű féleségben.
2. Anyag több ezres nagyságrendű féleségben, ezek között számos speciális nyersanyag kis mennyiségben, de esetleg nagy értékben.
3. Jelentős mennyiségű olyan szerelvény, amely részben a híradástechnikai iparágon belül, de kooperáló vállalatoknál, részben pedig a híradástechnikai iparágon kívül kerül gyártásra.
4. Sokműveletes alkatrészgyártás.
5. Az alkatrészgyártás munkaidejét messze felülmúló elemi szerelvény-, szerelvény- és készárú-szerelés.
6. A készárú szempontjából esetenként változó és csak ritkán ismétlődő gyártás, amelynek eredménye, hogy az üzemeknek az egyedi gyártástól kezdve a kis sorozatgyártáson keresztül, a nagyobb szériagyártásig az összes gyártási változatokra egyformán alkalmasnak kell lenniök.

7. A gyártott berendezésektől megkövetelt feltételek megkívánják, hogy a gyártás technikája olyan elektromos és mechanikai tőrészeket biztosítson, amelyek a tömegszerű gyártás elveivel csak a legnagyobb mértékű szervezetség mellett egyeztethetők össze.

A gyártás természetére nagyon jellemző az a telefontechnikából vett adat, amely kimutatta, hogy a telefonközpontok ismert jelfogóinak kb. 350 alkatrésze készül és ezekből cca. 1800-féle jelfogó összeállítása szükséges, míg egy-egy jelfogó kb. 30—40 alkatrészből áll. A jelfogóknak a gyártásban levő darabszáma az 1-es nagyságrendtől a 10 000-es nagyságrendig változhat. Ugyancsak a telefontechnikában alkalmazott keresőgépeknél 50-féle alkatrészből kb. 60-féle szerelvényt kell összeállítani. E szerelvény összeállítása több lépésben történik,

mert az alkatrészekből először elemi szerelvényeket, azután esetleg 2—3 lépcsőben szerelvényeket, míg végül üzemi szempontból készárút állítanak elő. Ez utóbbiból pedig gyakran helyszíni szereléssel kerül előállításra a kész berendezés.

Ezenkívül megemlítendő körülmény az is, hogy az egyébként azonos gyártmányok gyakran a megrendelő kívánságai szerint — különböző anyagból, esetleg különböző kikészítéssel, vagy vizsgálati előírásoknak megfelelően — készítenők.

A gyártás természetét eképen boncolva, kerülhet sor az alkalmazandó rajzszámrendszer kidolgozására.

Amint tudjuk, lényegileg kétféle rajzszámrendszer ismeretes:

a) *A lebontó rajzszámrendszer*, amely lényegileg a gyártmányt, mint kész egységet veszi alapul. Az egyes alkatrészek rajzszámát pedig a kész gyártmány szétbontásának megfelelő lépcsőzetben határozza meg.

b) *Összerakó rajzszámrendszer*, amely az előbbivel ellentétesen, az egyes alkatrészek rajzszámát állapítja meg s ezekből a kész berendezés összeépítésének megfelelően, több lépcsőben adja a kész berendezés, kész gyártmány rajzszámát.

Nem lehet vitás, hogy a híradástechnikai iparban túlnyomó többségben csak az utóbbi rendszer kerülhet alkalmazásra. Gyártmányainkban nagy tömegben szerepelnek olyan alkatrészek, amelyek a legkülönbözőbb rendeltetésnek egyformán megfelelnek és éppen ezért felhasználásra is kerülnek. Ez a tény egymaga megszabja az alkalmazandó rajzszámrendszert.

Az alkalmazott rajzszámrendszeren belül tisztázni kell azokat a fogalmakat, amelyek — most már az összerakó számrendszeren belül — a rendszer felépítését meghatározzák. A gyártás természetét kielégítő összerakó rajzszámrendszer alapelvei általában a következők lehetnek:

1. Alkatrészeknek tekintendők általában azok az egy darabból álló tárgyak, amelyekből a szerelvények, készülékek, vagy berendezések fel vannak építve.

2. Több részből összetett tárgyak csak akkor tekinthetők alkatrészeknek, ha részeik nem oldható kötéssel vannak egyesítve (forrasztás, hegesztés, ragasztás, stb.).

3. Készülékek, vagy szerelvények közé általában olyan egy- vagy több darabból álló tárgyak sorolandók, amelyek többé-kevésbé egy önálló szerkezetnek tekinthetők.

4. Minden tömeggyártásra megrajzolt készülék, szerelvény és alkatrész általában külön-külön lapra rajzolható, de egyazon tárgy változatait, amelyek egymással ábrázolásban megegyeznek, vagy csak járulékos alkatrészben, vagy kikészítésben különböznek, vagy sorozatot alkotnak, egy lapon kell megrajzolni.

5. Minden egyes gyártásra kerülő készülék, szerelvény, vagy alkatrész rajza — függetlenül attól, hogy külön, vagy közös lapon van megrajzolva — a rajzszámrendszer által meghatározott egyéni rajzszámmal látandó el.

6. Az alkalmazott rajzszámrendszernek olyanoknak kell lennie, hogy az országos szabványelőírások alkalmazását, a tipizálás kifejlesztését, a vizsgálati utasítások és előírások beépítését, az alkalmazott nyersanyagban mutatkozó eltéréseket, a berendezésekkel együttjáró dokumentáció elkészítését, a vállalatok ügyvitelének gépesítését, a lyukkártyarendszer alkalmazását lehetővé tegye.

7. A rajzszámrendszer olyan legyen, hogy a gyártás folyamán kívánt minden változtatás rögzítését és a rajzokon való keresztülvitelét áttekinthető módon tegye lehetővé.

8. Jó, ha a rajzszámrendszer a gyártásban felhasználásra kerülő idegen gyártmányokat kellőképpen megkülönbözteti, de esetleg iparágon belül a jelek, vagy rajzszámok egységes használatát teszi lehetővé.

Amint látjuk, a rajzszámrendszer felépítését illetően sok olyan szempont merül fel (a teljességre való törekvés nélkül is), amelyek összeegyeztetése komoly feladatot jelent. Mégis, ha a fenti alapelveket kielégítő rajzrendszert megvalósítani kívánjuk, a megvalósítást a következő úton kereshetjük.

A rajzszám álljon a következő részekből:

a) *Osztály-jel*. Egy-egy üzem gyártmányát részletező csoportosítás alapján ezt egy-egy betű-, vagy számjellel határozzuk meg. Az egy-egy ilyen gyártmánycsoportra vonatkozó rajzok képezik a rajzosztályokat.

b) *Csoport-jel*. Az osztály-jel által meghatározott területen belül csaknem minden esetben további felosztás és elhatárolás szükséges. Ennek biztosítása érdekében célszerű minden egyes osztály-jelhez olyan saktáblát rendelni, amely vízszintesen és függőlegesen 10—10 mezősort tartalmaz. A 10—10 mezősor által meghatározott 100 kockát az általánosan ismert szabály szerint két számjeggyel lehet azonosítani. Ezzel a módszerrel minden egyes betűjelhez 100 csoport képzését és így egy-egy gyártmánycsoporton belül az alkatrészek, szerelvények és azzal együtt a rajzok további csoportosítását tesszük lehetővé.

c) *Egyéni jel*. Az osztályon belüli csoportosításokon belül az egyedi megkülönböztetést biztosítja. Sorszámnak fogható fel.

d) *Járulékos jel*. A rajzszámrendszerrel szemben támasztott követelmények 4. pontjában foglaltak kielégítésére szolgál. A jel a sorozatosan vett rajzszámtól »per« vonallal, vagy gondolatjellel elválasztható és a kikészítésben mutatkozó különbséget, valamint egy-egy sorozat tagjainak szétválasztását van hivatva biztosítani.

Az osztály-jelet célszerű betűnek választani, mert így a 10 számjeggyel szemben bővebb variációs lehetőséget biztosítunk. Különösen sok változat képezhető, ha az osztály-jelet két betűnek választjuk.

A csoport-jel a fentiekben részletezett két számjeggyel.

Az egyéni jel az egy-egy csoporton belüli egyedek számának megfelelően 2, 3, esetleg 4 számjegy lehet, amellyel már a legszélesebb gyártási terület is kielégíthető.

A járulékos jel betű- és számjelek kombinációjából állhat. Döntő e szempontból az, hogy a járulékos jellel mit kívánunk kifejezni.

A fentiekben vázolt rendszerben max. 10—11 jel alkalmazásával olyan rajzszámrendszert lehet megvalósítani, amely rendkívül sok előnyt biztosít, a legszélesebb gyártási területtel rendelkező üzem igényeit is jól ki tudja elégíteni és egységes iparági alkalmazásra is elfogadható.

A rendszer előnyeit összefoglalva, a következőket mondhatjuk:

1. Különböző közös természetű alkatrészeknek külön osztály-jelet biztosítva, a különböző rajzosztályokba sorolt gyártmányoknál ezek egyformán használatosakká válnak. Ugyanez áll az olyan természetű segédrajzokra, amelyek csak egy-egy művelet elvégzését vannak hivatva megkönnyíteni (pl. a kábeleztést megkönnyítő vezeték-táblázatok). Külön osztály-jelet lehet biztosítani az olyan rajzok számára is, amelyek nem a szorosán vett gyártáshoz kapcsolódnak, hanem ajánlati, ügymeneti, helyszíni, stb. célokat szolgálnak.

2. A csoport-jelek alkalmazása a gyártmány-csoporton belüli gyártmánytípusok rajzának szelektálására és gyűjtésére ad lehetőséget.

A csoport és az osztály-jelek alkalmazása lehetővé teszi, hogy az idők folyamán kifejlesztésre

kerülő újabb, de az előzőkkel rokon gyártmányok azonos csoportba sorolva, a rokontermészetű gyártmányok felett kellő áttekintést biztosítson, de ugyanakkor lehetővé teszi azt is, hogy a híradástechnikai termelésben gyakran kisebb-nagyobb eltérésekkel gyártásra kerülő gyártmányok is egymás mellett, — már t. i. rajzszámrendszer tekintetében — helyezkedjenek el.

3. A járulékos jel lehetőséget ad olyan jellemzőknek a rajzszámba való beépítésére, amelyek ismerete szükséges és amelyek így a rajz kézbevétele nélkül megállapíthatók. Pl. tükörkép alkatrészek, nyers- és megmunkált öntvények, nyersanyag-differenciák, a felhasznált azonos alkatrészek számában mutatkozó eltérések, az alkalmazott kikészítés, vagy vizsgálati utasításban mutatkozó különbségek kimutatására.

A fentiekben csupán nagyvonalúan vázoltunk egy olyan rajzszámrendszert, amely a híradástechnikai gyártás igényeit kellőképpen ki tudja elégíteni. Korántsem biztos azonban, hogy az ismertetett rendszer mindenben a legjobb megoldást mutatja. Szükséges ezért, hogy a rendszert kritikai vizsgálat tárgyává tegyük, hogy így felszínre jöjjenek mindazok a nehézségek, ill. jótulajdonságok, amelyek elhárítva, ill. kifejlesztve, olyan rajzszámrendszer kidolgozását eredményeznék, amely az egységes iparági rajzszámrendszer alapja lehet.

## Könyvszemle. (Fordítások)

*B. A. Szmirenyin: A Rádiótechnika kézikönyve, I. kötet.*

Megjelent a Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat kiadásában e kézikönyv magyar fordításának első kötete, amely a szovjet kiadás első 5 fejezetét — az egész mű anyagának körülbelül felét — tartalmazza.

A rádiótechnika igen sokfelé ágazó rendkívül gazdag irodalommal rendelkező műszaki tudomány, amely rohamos fejlődésben van. Azok számára, akik a rádiótechnika terén tervezői, szerkesztői, vagy fejlesztési munkát végeznek vagy pedig rádiótechnikával kapcsolatos üzemben dolgoznak, ma már nélkülözhetetlené vált egy a rádiótechnika legfőbb ágait magában foglaló kézikönyv és adattár használata. Ilyen kézikönyv eddig magyar nyelven nem létezett és a nagy műszaki kultúrával rendelkező külföldi országokban is kevés ilyen jellegű munka áll rendelkezésre. A Nehézipari Könyvkiadó a Híradástechnikai Tudományos Egyesület könyvbizottsága javaslatára a Szmirenyin mérnök szerkesztésében 1950-ben megjelent művet választotta lefordításra mint a legkorszerűbb és jól megválasztott, anyagánál és magas színvonalánál fogva legalkalmasabb munkát. Külön előnye a könyvnek, hogy igen gazdag bibliográfiát is ad. Habár a könyv a korszerű rádiótechnika alapelveit sűrítve tartalmazza, mégis a dolog természeténél fogva igen nagy terjedelmű. Kormányzatunk anyagi segítsége tette lehetővé, hogy a most megjelent, több mint 650 oldal magában foglaló kötet, amelyben a szövegen kívül 448 ábra és 81 táblázat is van, 77. — Ft árban áll műszaki dolgozóink rendelkezésére.

A magyar fordítást több szakember végezte. Ennek ellenére nincsen szembevetendő különbség az egyes fejezetek nyelvezete között, ami a szerkesztők gondos munkájának köszönhető. A fordítás szabatos és gördülékeny, a technikai műszavak egyeznek a meghonosodott szóhasználattal.

Nem lehet szó nélkül hagyni a kiadás egy hiányosságát, amely a könyv használhatóságát veszélyezteti: a sajtóhibák aránylag nagy számát. Műszaki könyvkiadásunknak nagyobb gondot kellene fordítania olyan szedő- és korrektornemzedék felnevelésére, amely alkalmas a műszaki és tudományos szövegek, képletek gondos feldolgozásának nem könnyű eladatára. Feltétlenül szükséges az első kötethez lehetőleg eljés hibajegyzéket készíttetni és azt a könyv használóinak

rendelkezésére bocsátani, célszerűen a rövidesen megjelenő második kötethez csatolva. Kívánatos volna továbbá a második kötetet jobb minőségű papírra nyomtatni, mert az első kötetben használt papíron egyes ábrákban a finomabb vonalak nem láthatók tisztán.

Reméljük, hogy a második kötet feldolgozása minden tekintetben méltó lesz ahhoz az értékhez, amelyet Szmirenyin kézikönyve képvisel és ilyen módon műszaki dolgozóink kezében hatékony eszközzé válik munkájuk eredményesebb folytatásához.

*Korodi*

*E. G. Kopanyevics: Műanyagból készült alkatrészek és présformák szerkesztésének alapjai.*

Erős lendülettel fejlődő műanyagiparunk jelentős segítséget kapott e könyvvel, mert a szovjet műanyagipar hosszú időn át kialakult gyakorlati tapasztalatainak eredményeit juttatja el hozzánk. A könyv technikai tankönyvnek készült. Az anyagot oly módon tárgyalja, a problémákat az egyszerű megoldásoktól a bonyolultabb számításokig oly módon közli, hogy a műanyag-alkatrész tervezőjének, a szerszámtervezőnek, a szerszámkészítőnek és a szerszámot használó dolgozónak is hasznos útmutatást ad.

A szöveg könnyen érthető és számos ábra teszi még élvezetesebbé a könyv olvasását.

Különös figyelmet érdemel a szerzőnek a jövőre való útmutatása, amikor kijelöli a szabványosítás módozatait, mint a műanyagipari gyártástechnológia fejlődésének útját, amelynek első szakasza a műanyag présdarabok szabványosítása, majd továbbmenően a prészszerzők méreteinek a szabványosítása kell, hogy legyen. A nálunk is megindult, úgynevezett egységkeret széleskörű alkalmazása ezen a téren kiinduló pontja lehet a szabványosítási mozgalomnak.

A fordítás, amely egyébként kiváló, teljes egészébe lehetett volna, ha a fordító a prészszerzők acélfajtáinak hazai elnevezéseit használta volna.

Ajánljuk e könyvet a szerkesztőkön kívül a műanyag-présszerzők kivitelezői: szerszámlakatosok, marósok, csiszolók részére is, mint hasznos útmutatót további fejlődésükhez.

*Karácsony Károly*



# Keskenysávú szűrő torzításmérő berendezéshez

SZENTIRMAI GYÖRGY

## 1. Bevezetés.

A torzításmérő berendezések általában azon az elven működnek, hogy az eltorzult jelből az alulfrekvenciát valamilyen szűrővel kiszűrjük és a visszamaradó harmónikus-tartalmat megmérjük. Erre a célra alulvágó (felüláteresztő) és sávzáró jöhet számításba. Folyamatosan hangolható berendezéseknél a pontos indikáció elérése érdekében célszerűbb az igen keskeny zárórészű sávzárók használata.

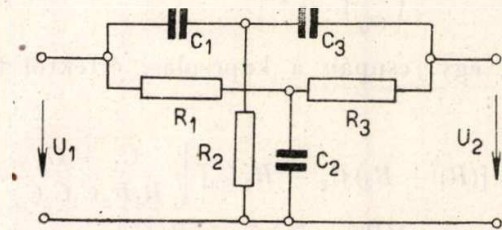
A gyakorlatban használatos sávzárókat két csoportra oszthatjuk:

a) Csupán ellenállást és kondenzátort tartalmazó sávzárók. Ide tartozik a jól ismert kettős  $T$ -híd és a vele többé-kevésbé egyenértékű egyéb  $R-C$  hidak.

b) Induktivitást is tartalmazó szűrők. Ezek közül a leggyakrabban kétféle áthidalt  $T$  kapcsolás szerepel.

Mindezeknek a kapcsolásoknak az a közös tulajdonságuk, hogy az előírt frekvencián kiegyenlíthetők, vagyis csillapításuk ezen a frekvencián elvileg végtelen, gyakorlatilag igen nagy. Az egyéb frekvenciák több-kevesebb csillapítással átjutnak a négy-póluson. Éppen ez a közös tulajdonság az, ami az említett négy-pólusokat alkalmassá teszi a fentebb vázolt feladat megoldására. Ahhoz azonban, hogy a torzításmérő berendezésben bármelyik kapcsolással kielégítő eredményt érjünk el, a szűrés pusztán tényén kívül még egyéb feltételeket is ki kell elégítenünk. Szükséges ugyanis, hogy a négy-pólus átvitele az elnyomandó frekvencia felett, pontosabban annak második harmónikusától felfelé igen egyenletes, csaknem teljesen frekvenciafüggetlen legyen. Ha például az átviteli karakterisztika

végtelen (gyakorlatilag igen nagy) ellenállású feszültségmérővel zárjuk le. Előre kell bocsájtanunk, hogy a gyakorlatban ezek a szélsőséges zárások annyira megközelíthetők, hogy a számított és



1. ábra

a mért érték között az ebből származó eltérés ki sem mutatható.

Ilyen ideálisan szélsőséges zárásokkal a négy-pólus átvitelére a bemenő és kimenő feszültségek hányadosa, a négy-pólus-elméletben használatos feszültségáttétel a jellemző:

$$P = \frac{U_1}{U_2} \quad (1)$$

(Az így felírt feszültségviszony az irodalomban használatosabb viszony reciproka; a számlálóban van u. i. a nagyobb, a bemenő feszültség.) Ennek megfelelően a tökéletes szűrés feltétele ( $U_2 = 0$ ) azt követeli, hogy  $P$  értéke végtelen nagy legyen. A feszültségáttétel számítása sokféle úton végezhető el, azonban mindegyik út többé-kevésbé fáradságos. Az 1. ábra szerinti kettős  $T$  tagra ez a kifejezés a  $p = j\omega$  függvényében a következőképp alakul:

$$P = 1 + \frac{[(R_1 + R_2) C_2 + R_1 C_3] p + R_1 [R_2 C_2 + R_3 (C_1 + C_2)] C_3 p^2}{1 + R_3 (C_1 + C_2) p + (R_1 + R_2) R_3 C_1 C_2 p^3 + R_1 R_2 R_3 C_1 C_2 C_3 p^3} \quad (2)$$

ingadozása a második harmonikustól felfelé kisebb, mint 0,2 dB (2,3%), akkor a szűrő már nagy pontosságú mérőberendezésben is alkalmazható.

E cikkben a fenti feltételek alapján — csupán elvi szempontból — fogjuk vizsgálni a lehetséges kapcsolások alkalmasságát, megvizsgáljuk továbbá, hogy a kapcsolások tulajdonságainak javítására milyen lehetőségek vannak.

## 2. Kettős $T$ -híd.

Elsőnek vizsgáljuk meg a jól ismert kettős  $T$  híd tulajdonságait. (1. ábra).

A kérdés kezelhetőbbé tétele érdekében bizonyos közelítő feltevéseket kell tennünk. Tegyük fel például, hogy a szűrő négy-pólust bemenő oldalán egy zérus (gyakorlatilag a hídban szereplő ellenállásokhoz képest igen kicsiny) belső ellenállású generátorral (feszültségforrással), kimenő oldalán pedig egy

(A számítás elvégzése helyett az ezzel a kapcsolással részletesen foglalkozó irodalomra kell utalnunk.)

A szűrés feltétele már most úgy fogalmazható, hogy a fenti kifejezésben a tört nevezője (mind a valós, mind a képzetes rész) zérus legyen, vagyis:

$$R_3 (C_1 + C_2) = R_1 R_2 R_3 C_1 C_2 C_3 \omega_0^2, \quad (3)$$

$$1 = (R_1 + R_2) R_3 C_1 C_2 \omega_0^2. \quad (4)$$

Az első szembevetendő tény, ami e két egyenletből kiderül, az, hogy a híd általános esetben is alkalmas egy tetszőleges szerinti frekvencia kiszűrésére, ha az

$$(R_1 + R_2) R_3 (C_1 + C_2) = R_1 R_2 C_3 \quad (5)$$

feltétel fennáll. Ebben az esetben az elnyomott frekvencia értéke a (3) kifejezésből:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{R_1 R_2 C_1 C_2 C_3}} \quad (6)$$

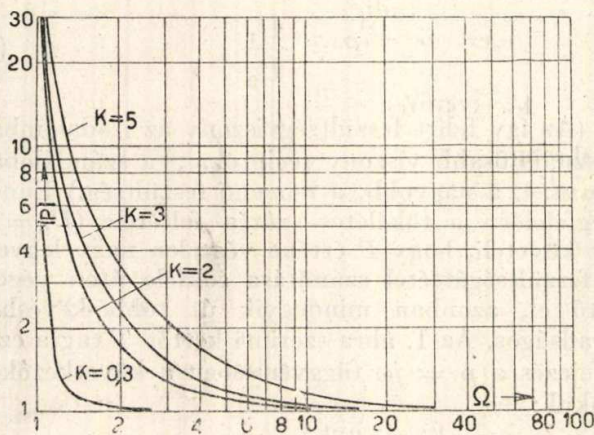
Ha bevezetjük az erre a frekvenciára vonatkoztatott relatív frekvenciát, akkor az (5) feltétel kielégítése esetén a kettős  $T$  tag feszültségáttetele a következő alakra hozható :

$$P = 1 - jK \frac{\frac{\omega}{\omega_0}}{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 - 1} = 1 - jK \frac{\Omega}{\Omega^2 - 1} \quad (7)$$

ahol  $K$  egy, csupán a kapcsolási értéktől függő állandó :

$$K = [(R_1 + R_2) C_2 + R_1 C_3] \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{R_1 R_2 C_1 C_2 C_3}} = [(R_1 + R_2) C_2 + R_1 C_3] \omega_0 \quad (8)$$

Látható, hogy az elnyomandó frekvencián ( $\Omega = 1$ )  $P$  valóban végtelen, tehát a szűrés hatásos. Egyébként az átvitelre feladatunk szempontjából csupán  $P$ -nek az abszolút értéke jellemző, fázisa részünkre közömbös.  $P$  abszolút értékét a relatív frekvencia függvényében  $K$  különböző értékeivel paraméterezve a 2. ábra mutatja.



2. ábra

Igen nagy relatív frekvenciákon  $P$  képzetes része elhanyagolhatóan kicsiny, határértékben pedig  $K$  értékétől függetlenül :

$$\lim_{\Omega \rightarrow \infty} |P| = 1, \quad (9)$$

egyébként azonban az átviteli frekvencia-karakterisztika alakulása egyedül  $K$  értéktől függ.  $P$  abszolút értéke az elnyomandó frekvenciától felfelé monoton csökken és a (9) határértékhez tart. Kívánatos, hogy ( $P$ ) ezt a határértéket már a második harmónikusnál ( $\Omega = 2$ ) minél jobban megközelítse, vagyis :

$$|P|_{\omega = 2\omega_0} = \sqrt{1 + \frac{4}{9} K^2} \rightarrow 1 \quad (10)$$

$K$  értékét tehát amennyire csak lehet, kicsinyre kell választanunk. A szokásos szimmetrikus kapcsolás értékválasztása esetén :

$$R_1 = R_2 = 2R_3 = R_N, \quad (11)$$

$$C_1 = C_2 = \frac{1}{2} C_3 = C_N.$$

(Ez természetesen az (5) feltételt is kielégíti.) a (8) kifejezésből a következőt kapjuk :

$$K = 4, \quad (12)$$

továbbá :

$$\omega_0 = \frac{1}{R_N C_N} \quad (13)$$

Ez esetben a második harmónikus csillapítása a határértékhez képest :

$$\log |P|_{\substack{\Omega=2 \\ K=4}} = \log \sqrt{1 + \frac{64}{9}} \approx 9,1 \text{ db}, \quad (14)$$

ami természetesen nagyon sok.  $K$  értékét lehet ugyan csökkenteni, de nem határtalanul,  $K$ -nak a (8) kifejezésből bizonyíthatóan alsó határértéke van, amely vagy amelynél kisebb semmiféle kapcsolási értékválasztással sem érhető el :

$$K \geq 2 \quad (15)$$

értéke viszont tetszés szerinti pontossággal megközelíthető. A második harmónikus csillapítása tehát a legjobb esetben :

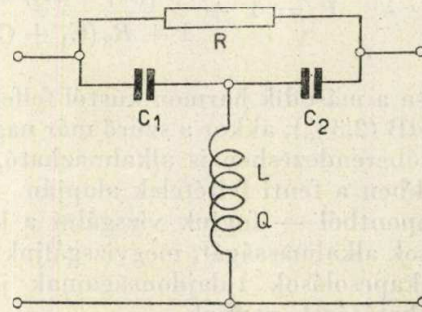
$$\log |P|_{\Omega=K=2} = \log \sqrt{1 + \frac{16}{9}} \approx 4,5 \text{ db}. \quad (16)$$

Ez természetesen még mindig sok. Ez az az elvi ok, amely miatt a kettős  $T$  híd önmagában nem felel meg torzításmérő berendezés céljaira.

### 3. Áthidalt T-híd.

Az induktivitást is tartalmazó alpfrekvencia-szűrők közül a leggyakrabban két áthidalt  $T$  kapcsolás szerepel. (3. és 4. ábrák.)

A 3. ábrában az induktivitás a söntágban van. Ennek a kapcsolásnak az átviteli karakterisztikája



3. ábra

azonos feltételek mellett az előbbiéhez hasonló. A szűrés feltétele a következő :

$$Q_0 = \frac{C_1 + C_2}{R_s C_1 C_2 \omega_0}, \quad (17)$$

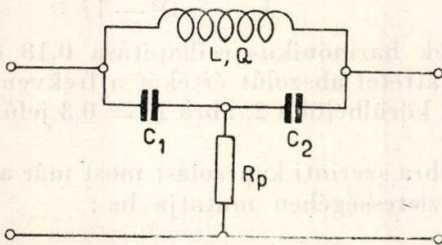
ahol  $Q_0$  a tekercs jósági tényezője az elnyomandó frekvencián. Az elnyomandó frekvencia értéke pedig :

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L(C_1 + C_2)}} \quad (18)$$

Ha a tekercs veszteségi ellenállását állandónak tekintjük, úgy a (17) feltétel kielégítése esetén az ilyen áthidalt  $T$  kapcsolás feszültségáttétele megegyezik a kettős  $T$  feszültségáttételnek (7) kifejezésben adott alakjával, csupán  $K$  értéke lesz a következő:

$$K = \frac{C_1 + C_2}{Q_0 C_1} \quad (19)$$

Az előbb tárgyalt esettel szemben erre az értékre semmi elvi megkötés nincs és így tetszés szerinti kicsinyre választható.  $K$  csökkentésének természetesen vannak gyakorlati korlátai, de ezeken belül  $K$  értéke annyira csökkenthető, hogy a kapcsolás torzításmérő berendezés céljaira alkalmas.



4. ábra

A 4. ábra szerinti áthidalt  $T$  tag hasonló viselkedésű. A szűrés feltétele:

$$Q_0 = R_p (C_1 + C_2) \omega_0, \quad (20)$$

az elnyomott frekvencia pedig:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{L C_1 C_2}} \quad (21)$$

Az átviteli karakterisztika az előzővel teljesen azonos és azonos  $K$  értéke is. Ennek a kapcsolásnak az előzővel szemben hátránya, hogy azonos frekvencián és egyébként azonos feltételek mellett nagyobb kondenzátorokra, vagy nagyobb induktivitásra van szükség. E miatt ez a kapcsolás kisfrekvenciákon kevésbé alkalmazható.

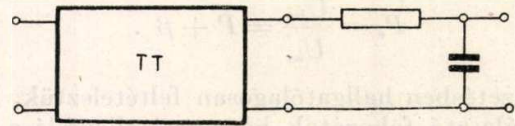
Ha torzításmérőben áthidalt  $T$  tagot (többnyire a 3. ábra szerinti) alkalmaznak, akkor a szabályozás problémái, továbbá a kis frekvenciákon szükséges nagy induktivitásból származó nemlineáris torzítások veszélye miatt az induktivitást a gyakorlatban nem tekercsel, hanem reaktancia-csőves kapcsolással valósítjuk meg. Így kifogástalan minőségű torzításmérőt lehet készíteni, a készülék azonban bonyolult és kényes.

#### 4. Kiegyenlített kettős T-híd.

Mivel a csupán  $R-C$  elemekből álló kettős  $T$  hídnek sok gyakorlati előnye van, elsősorban az igen kicsiny frekvenciákon (pl. 5 Hz) való alkalmazhatóság, felmerült az a gondolat, hogy vajjon nem lehetne-e ezen kapcsolás karakterisztikáját valamilyen egyszerű módon mégis megfelelővé tenni, kiegyenlíteni. A gyakorlatban egy egyszerű  $R-C$

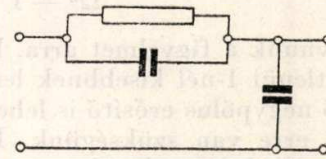
feszültségosztó használatos, amelyet a szűrőhíddal láncba kapcsolunk. (5. ábra)

E kapcsolással olyan karakterisztika érhető el, melynek ingadozása a második harmóniktól a 20-ikig terjedő tartományban a  $\pm 2,5$  dB-en belül marad. Ennél valamivel jobb eredmény érhető el



5. ábra

a 6. ábra szerinti feszültségosztó alkalmazásával. Megfelelő méretezés esetén ezzel a kapcsolással az ingadozás a második harmónikus feletti teljes tartományban  $\pm 1,5$  dB-re szorítható le. Ez az érték



6. ábra

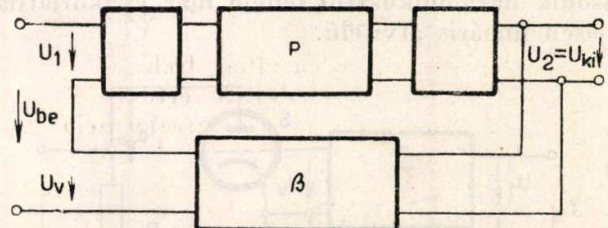
azonban, bár egyszerű kiegyenlítéssel az elérhető legjobb, még mindig túl nagy nagy pontosságú mérőberendezések céljaira.

#### 5. Kiegyenlítés negatív visszacsatolással.

Használható megoldáshoz a következő megfontolás alapján juthatunk el:

Ismeretes, hogy a negatív visszacsatolás megszüntetni, illetve csökkenteni igyekszik minden olyan karakterisztikabeli változást (tehát frekvenciafüggést is), amelyet a visszacsatoló lánc két vége között helyet foglaló elemek okoznak. Ha azonban a változás szélsőséges (például az összeköttetés valahol megszakad), azt már a negatív visszacsatolás sem tudja kiegyenlíteni.

Kapcsoljuk a szűrő négyfólyust a potenciálviszonyok függetlenítése és megfelelő impedancia-transzformáció végett két elválasztó fokozat (például egységnyi erősítésű erősítő) közé és alkalmazunk az egész láncra  $\beta$  nagyságú frekvenciafüggetlen negatív visszacsatolást (7. ábra).



7. ábra

Vezessük le ennek a kapcsolásnak az eredő feszültségáttételét. E célból fejezzük ki a szűrőlánc és a visszacsatoló lánc primer feszültségeit a szekunder feszültség segítségével:

$$U_1 = P U_2 = P \cdot U_{ki}, \quad (22)$$

$$U_v = \beta U_{ki}. \quad (23)$$

Ezekből:

$$U_{be} = U_1 + U_v = (P + \beta) U_{ki} \quad (24)$$

Tehát az eredő feszültségáttétel:

$$P_e = \frac{U_{be}}{U_{ki}} = P + \beta. \quad (25)$$

E levezetésben hallgatólagosan feltételeztük, hogy az elválasztó fokozatok bemeneti ellenállása igen nagy, kimeneti ellenállása pedig igen kicsiny értékű.

Ha ebben a kapcsolásban szűrőként az 1. ábra szerinti kettős  $T$  tagot használjuk, még pedig szimmetrikus kivitelben (tehát a (11)—(13) egyenletek érvényesek), akkor az eredő áttétel így alakul:

$$P_e = (1 + \beta) - j \frac{4 \Omega}{\Omega^2 - 1} \quad (26)$$

Fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy  $\beta$ -nak nem kell okvetlenül 1-nél kisebbnek lennie, hiszen a visszacsatoló négypólus erősítő is lehet, sőt, jelen esetben éppen erre van szükségünk. Legyen például a frekvenciától függetlenül:

$$\beta = 10 \quad (27)$$

Számítsuk ki a csillapítást határértékként végtelen nagy frekvenciára:

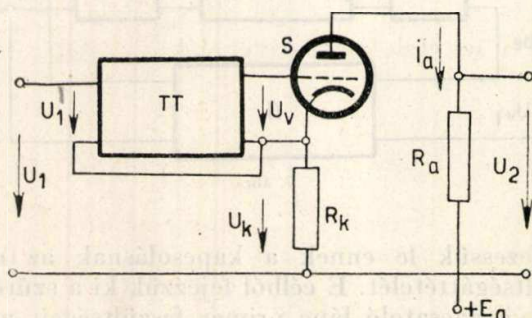
$$\log(\lim_{\Omega \rightarrow \infty} P_e) = \log(1 + \beta) \cong 20,8 \text{ db.} \quad (28)$$

A második harmónikus csillapítása ugyanakkor:

$$\log |P|_{\Omega=2} = \log \sqrt{11^2 + \frac{64}{9}} \cong 21,07 \text{ db.} \quad (29)$$

A második harmónikus és a végtelen frekvencia csillapítása között a különbség tehát kb. 0,3 dB, ami már kifogástalan eredmény, de  $\beta$  értékének növelésével még javítható. Az elnyomandó frekvencián a kapcsolás változatlanul tökéletesen szűr, csupán a hangolás pontosságára lett érzékenyebb. Ez a kapcsolás ugyan végeredményben az egész sáv szintjét is csökkenti, a szint azonban a 7. ábra szerinti kapcsolás kimenetéhez csatlakozó frekvenciafüggetlen erősítővel a megfelelő értékre emelhető vissza.

Így olyan kapcsoláshoz jutottunk, amely elvileg egyetlen frekvenciát tökéletesen elnyom, de annak második harmónikusától felfelé már gyakorlatilag teljesen lineáris átvitelű.



8. ábra

A 7. ábra vázlatos elvi kapcsolást mutat. Ez a kapcsolás az utána kapcsolt erősítővel együtt is igen egyszerűen, egyetlen csővel valósítható meg a 8. ábrán látható kapcsolás szerint (itt még mindig csupán a lényeges elemeket rajzoltuk be).

Legyen a használt cső egy  $S$  merevékségű pentóda. A kapcsolás eredő feszültségáttétele jó közelítéssel (Függelék. I.):

$$P_e \cong -\frac{1}{A} (P + \beta) = -\frac{1}{A} (1 + \beta - j \frac{4 \Omega}{\Omega^2 - 1}) \quad (30)$$

ahol

$$\beta = S R_k \quad (31)$$

és

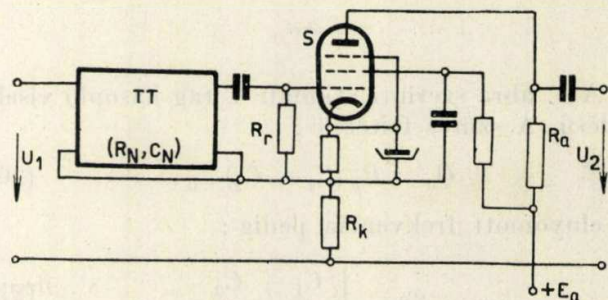
$$A = S R_a. \quad (32)$$

Legyen példaképpen  $\beta = 12$  és  $A = 13$ . Ekkor az áttétel a szokásos szimmetrikus kettős  $T$  tag használata esetén:

$$P_e \cong -\left(1 - j \frac{0,3 \Omega}{\Omega^2 - 1}\right) \quad (33)$$

A második harmónikus csillapítása 0,18 dB (kb. 2%). Az áttétel abszolút értékét a frekvencia függvényében körülbelül a 2. ábra  $K = 0,3$  jelű görbéje mutatja.

A 8. ábra szerinti kapcsolást most már a 9. ábra teljes részletességében mutatja be:



9. ábra

Az eredő feszültségáttétel így némileg eltér a (30) kifejezéstől, de megfelelő méretezés esetén az eltérés nem számottevő. A fenti kifejezés akkor adja igen pontosan a karakterisztikát a második harmónikusától felfelé, ha kielégítjük a következő feltételeket:

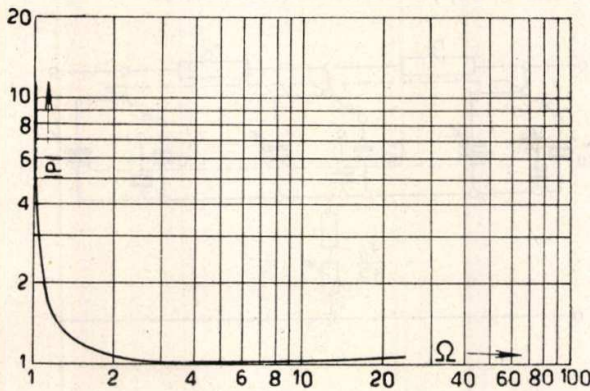
$$\begin{aligned} R_N S &\gg 4, \\ \frac{R_N}{R_r} &\ll 0,5. \end{aligned} \quad (34)$$

A kapcsolás méretezéséhez a kiindulási egyenleteink tehát a (34) feltételek figyelembevételével a (11) és (13) egyenletek, melyek alapján a (szimmetrikus) kettős  $T$  híd tervezése elvégezhető. A csöves kiegyenlítő kapcsolás tervezése ezeken kívül még a (30)—(32) kifejezések felhasználásával történik. A cső munkapontja a lehető legkisebb torzításra állítandó be.

Tervezési példa kidolgozása helyett bemutatjuk egy megépített kísérleti műszer mért adatait és egybevetjük a számított értékekkel. A kapcsolás fontosabb adatai a következők:

$$\begin{aligned} R_N &= 200 \text{ kohm} & R_k &= 5 \text{ kohm} \\ C_N &= 800 \text{ pF} & R_r &= 1 \text{ Mohm} \end{aligned}$$

A használt cső (EL 3) meredeksége  $S = 3 \text{ mA/V}$  értékre volt beállítva. Így a visszacsatolás értéke  $\beta = 15$ . Az elméleti karakterisztika a 2. ábra  $K = 0,3$  jelű görbéjénél valamivel jobb. A méréssel felvett karakterisztikát a 10. ábra mutatja. A mért



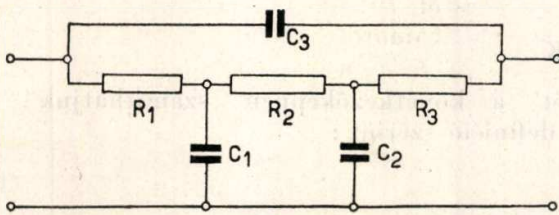
10. ábra

görbe, mint látható, igen jól egyezik a számítottal. A berendezéssel az alapfrekvenciát (1000 Hz) kb. 60 dB.-nyire lehetett kiszűrni, de jól átgondolt tervezéssel és megfelelő alkatrészekkel még jobb eredmény is elérhető. 20 kHz-en felül az átvitel romlását a kapcsolás csöves része okozza, amely szükség esetén szintén javítható.

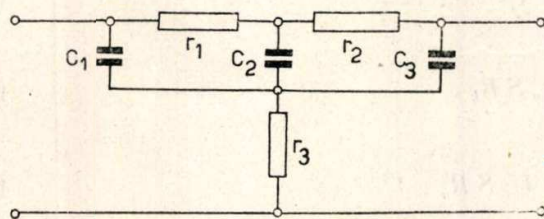
Végül vizsgáljuk meg még azt, hogy a könnyű kezelhetőség (egycomb-hangolás) és egyéb gyakorlati szempontok figyelembevételével nem lehet-e ebben a kapcsolásban a kettős  $T$  hidat valamilyen más, alkalmasabb kapcsolással helyettesíteni.

## 6. Gyakorlati követelményeket jobban kielégítő R—C hidak.

Ha megvizsgáljuk az ugyancsak 3—3 ellenállást és kondenzátort tartalmazó következő két kapcsolást,\* amelyek egymásnak duáljai (11/a. és b. ábrák), akkor azt találjuk, hogy ezek is alkal-



11/a ábra



11/b ábra

\* A teljesség kedvéért megjegyezzük, hogy ugyanennyi ellenállásból és kondenzátorból a fentiekén kívül még három további kapcsolás készíthető, melyeknek átviteli karakterisztikájuk mind hasonló jellegű. Az egyik a kettős  $T$  duálja, a kettős  $\Pi$ , amely számunkra teljesen használhatatlan. A másik kettős a 11/a és b. ábrák kapcsolásaihoz úgy nyerhető, hogy az ellenállásokat és a kondenzátorokat felecsereljük. Ezeknek azonban a fentiekkel szemben semmilyen előnyük nincs.

masak egyetlen frekvencia kiszűrésére. A szűrés feltétele a két esetben :

$$\frac{1}{C_3} = [R_1(R_2+R_3)C_1 + (R_1+R_2)R_3C_2] \frac{R_1+R_2+R_3}{R_1R_2R_3C_1C_2}, \quad (35)$$

illetőleg

$$\frac{1}{r_3} = [C_1(C_2+C_3)r_1 + (C_1+C_2)C_3r_2] \frac{C_1+C_2+C_3}{C_1C_2C_3r_1r_2}, \quad (36)$$

az elnyomott frekvencia értéke pedig :

$$\omega_0^2 = \frac{R_1+R_2+R_3}{R_1R_2R_3C_1C_2}, \quad (37)$$

illetve

$$\omega_0^2 = \frac{C_1+C_2+C_3}{C_1C_2C_3r_1r_2}. \quad (38)$$

A fenti (35), ill. (36) feltétel kielégítése esetén e kapcsolások feszültségáttétele is a (7) kifejezéshez hasonló alakra hozható. Itt is kimutatható azonban, hogy a kapcsolások karakterisztikái az elérhető legjobb határesetben sem felelnek meg önmagukban pontos berendezések számára. Így e kapcsolások bármelyike is csak a fentebb tárgyalt csöves ki-egyenlítővel használandó. Ha az egyszerűség és egyéb gyakorlati szempontok miatt a szűrőhidakat szimmetrikusakra választjuk, azaz :

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_0, \quad C_1 = C_2 = C_0; \quad (39)$$

illetve

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_0, \quad r_1 = r_2 = r_0, \quad (40)$$

akkor mindkét híd feszültségáttétele a következő közös alakra redukálódik :

$$P' = 1 - j \frac{\sqrt{27} \Omega}{\Omega^2 - 1} \cdot \frac{1 + j \frac{\Omega}{\sqrt{3}}}{1 + j \frac{\sqrt{3}}{4} \Omega}, \quad (41)$$

ahol természetesen  $\Omega$  ismét az elnyomandó  $\omega_0$  frekvenciára vonatkoztatott relatív frekvenciát jelenti. Az elnyomandó frekvencia pedig szintén mindkét esetben ugyanúgy :

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{3}}{R_0 C_0}; \quad \omega_0 = \frac{\sqrt{3}}{r_0 C_0} \quad (42)$$

A szűrés feltétele is hasonló alakra redukálódik a két esetben :

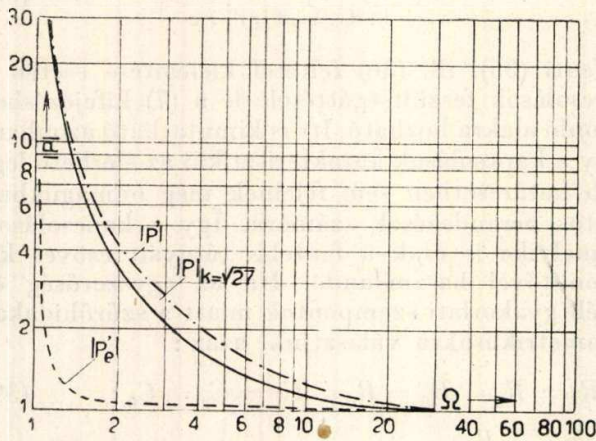
$$C_3 = \frac{C_0}{12}; \quad r_3 = \frac{r_0}{12} \quad (43)$$

E kapcsolások tehát a (41) kifejezésből láthatóan nem teljesen egyenértékűek a kettős  $T$  hiddal, de ahhoz igen hasonló viselkedésűek. Ha a kettős  $T$  híd karakterisztikáját a  $K = \sqrt{27}$  esetre egybevetjük a (41) kifejezés abszolút értékének meg-

felelő karakterisztikával (12. ábra), akkor láthatjuk, hogy az eltérés mennyiségileg számottevő ugyan, de minőségileg nem lényeges. Ha pedig a 8. ábra szerinti kapcsolásban alkalmazzuk a 11. ábra szerinti hidak bármelyikét, akkor például  $\beta = 20$  visszacsatolás esetén az eredő karakterisztika a 12. ábra  $P_e$  jelű görbéje lesz, amely céljainkra elvileg legalább olyan megfelelő, mint a ki-egyenlített kettős  $T$  híd.

Térjünk ki még röviden a szabályozás kérdéseire. A pontos szűrés a (43) feltételek értelmében a  $C_3$ , illetve az  $r_3$  elemekkel állítható be, az elnyomandó frekvencia beállítása végett pedig a fennmaradó elemek közül vagy az ellenállásokat, vagy a kondenzátorokat kell változtatnunk.

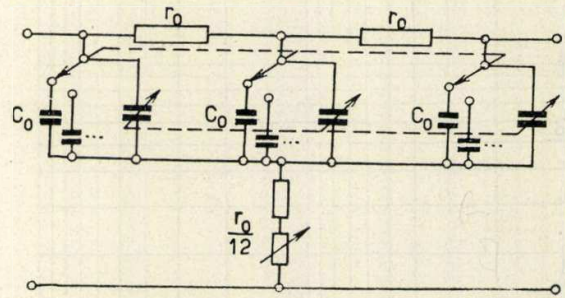
Ha például a  $b$ ) kapcsolásban a három kondenzátort változtatjuk egyidejűleg egyetlen gombbal, akkor az egygomb-hangolást egyszerűen oldottuk meg, mert a kondenzátorok pontos együttfutása



12. ábra

esetén az  $r_3$  ellenállást egyszer beállítva azt többé nem is kell változtatnunk. Tekintettel azonban a gyártási szórásra, az  $r_3$  ellenállást kis mértékben

változtathatóvá kell tenni, hogy a pontos szűrés minden készüléken külön utánállítható legyen. Széles frekvenciasáv esetén kívánatos, hogy a kondenzátorokat fokozatokban és folyamatosan is szabályozhassuk. Így tehát ez a kapcsolás a valóságban a következőképpen alakul (13. ábra):



13. ábra

A kondenzátorok helyett elvben a két ellenállást is szabályozhatjuk, ezek együttfutásának a pontos beállítása azonban sokkal kényesebb feladat. Teljesen hasonló módon valósítható meg a 11/a. ábra szerinti kapcsolás is. Ez utóbbi kapcsolásnak az az előnye, hogy a szabályozás csupán kondenzátorok változtatásával is megoldható, tehát a változtatandó elemek száma eggyel kisebb. Hátránya azonban, hogy a  $C_3$  kondenzátort a másik két kondenzátorral arányosan kell változtatni, ami a beállítást kényessé teszi.

Végeredményben azonban, tekintettel az elméleti egyenértékűsége, a két kapcsolás közül a gyakorlati megépítés során felmerülő szempontok alapján kell a megfelelőt kiválasztanunk. Mindenesetre bizonyos, hogy szabályozás szempontjából a kettős  $T$  és a 11. ábra szerinti két kapcsolás közül feltétlenül az utóbbiak az előnyösebbek.

E helyen kívánok köszönetet mondani Révész György kartársamnak, aki szigorlati tervének mérési adatait rendelkezésemre bocsátotta.

### FÜGGELÉK.

I. A 8. ábra szerinti kapcsolás eredő feszültségáttételét a következőképpen számíthatjuk ki: Az ábra jelöléseivel a kettős híd  $T$  feszültségáttétele definíció szerint:

$$U_1 = P U_v \tag{44}$$

Pentóda esetén a cső anód-váltóárama (a szokásos közelítéssel):

$$-I_a \cong S U_v \tag{45}$$

Így a katódenellenálláson fellépő feszültség:

$$U_k = -I_a R_k \cong -U_v S R_k \tag{46}$$

az anód munkaellenálláson a feszültség pedig:

$$U_2 = U_a = I_a R_a \cong -U_v S R_a \tag{47}$$

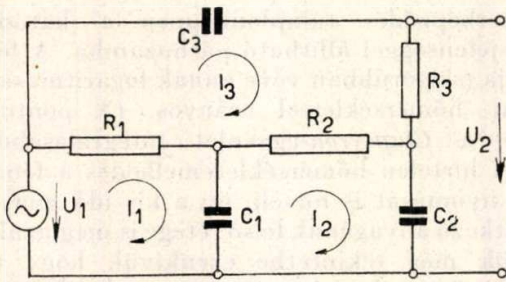
A teljes bemenő feszültség tehát:

$$U_1 = U_1 + U_k \cong (P + S R_k) U_v \cong -\frac{P + S R_k}{S R_a} U_2 \tag{48}$$

Végül innen az eredő áttétel:

$$P_e = \frac{U_1}{U_2} \cong -\frac{P + S R_k}{S R_a} = -\frac{1}{A} (P + \beta) \tag{49}$$

II. A 11. ábrában bemutatott két kapcsolás feszültségátvitelének a levezetésével az irodalom nem foglalkozik behatóan. Ezért, hogy a kép teljes legyen, az egyik, például az *a*) kapcsolás feszültségátvitelének a levezetését itt közöljük. (A másik kapcsolás átvitelének a levezetése teljesen analóg módon történhetik.) Felrajzolva a kapcsolást és felvéve az áramok és feszültségek mérőirányait (14. ábra), a zárt áramkörökre a Kirchhoff-egyenletek felírhatók:



14. ábra

$$U_1 = I_1 \left( R_1 + \frac{1}{C_1 p} \right) + I_2 \left( -\frac{1}{C_2 p} \right) + I_3 (-R_1); \quad (50)$$

$$0 = I_1 \left( -\frac{1}{C_2 p} \right) + I_2 \left( R_2 + \frac{1}{C_1 p} + \frac{1}{C_2 p} \right) + I_3 (-R_2); \quad (51)$$

$$0 = I_1 (-R_1) + I_2 (-R_2) + I_3 \left( R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{C_3 p} \right) \quad (52)$$

Innen az áramok például az ismert Cramer-szabály segítségével számíthatók. Szükségünk van  $I_2$ -re és  $I_3$ -ra:

$$I_2 = \frac{U_1}{D} C_2 p [1 + (R_1 + R_2 + R_3) C_3 p + R_1 R_2 C_1 C_3 p^2], \quad (53)$$

$$I_3 = \frac{U_1}{D} C_3 p [(R_1 C_1 + R_1 C_2 + R_2 C_2) p + R_1 R_2 C_1 C_2 p^2], \quad (54)$$

ahol  $D$  az úgynevezett »hálózat-determináns«:

$$D = 1 + [(R_1 + R_2 + R_3) C_3 + R_1 (C_1 + C_2) + R_2 C_2] p + [R_1 R_2 C_1 C_2 + R_1 (R_2 + R_3) C_1 C_3 + (R_1 + R_2) R_3 C_2 C_3] p^2 + R_1 R_2 R_3 C_1 C_2 C_3 p^3 \quad (55)$$

Így az  $U_2$  feszültség:

$$U_2 = I_3 R_3 + \frac{I_2}{C_2 p} = \frac{U_1}{D} \{1 + (R_1 + R_2 + R_3) C_3 p + [R_1 (R_2 + R_3) C_1 + (R_1 + R_2) R_3 C_2] C_3 p^2 + R_1 R_2 R_3 C_1 C_2 C_3 p^3\}, \quad (56)$$

vagyis a feszültségátvitel:

$$P = \frac{U_2}{U_1} = 1 + \frac{[R_1 C_1 + R_1 C_2 + R_2 C_2] p + R_1 R_2 C_1 C_2 p^2}{1 + (R_1 + R_2 + R_3) C_3 p + [R_1 (R_2 + R_3) C_1 + (R_1 + R_2) R_3 C_2] C_3 p^2 + R_1 R_2 R_3 C_1 C_2 C_3 p^3} \quad (57)$$

Ebből az egyenletből a 6. pont alatt elmondottak leolvashatók.

## Villamos érintkezők

BÁRTEAI FERENC



Örvendetesen izmosodó iparunk egyik fontos feladata az automatizálás. Ilyenféle berendezések fontos eleme a jelfogó (relais). Ennek működése viszont nagymértékben a bennelévő kontaktusoktól függ.

A kontaktusok születése és alkalmazása tulajdonképpen a villamosiparral kezdődött, majd ennek elágazódásával — amihez hozzá kell számítani az utolsó félévszázadban rohamosan fejlődő autós- és repülőgépgyártást is — az ipar legkülönbözőbb ágaira is kiterjedt. Ma alig van oly üzem, vagy készülék, melynek speciális érintkező-problémái ne volnának.

Az érintkezőknek a legkülönbözőbb körülmények között is feltétlenül megbízhatóan kell működniük (pl. vasút). Csak feszültséget tekintve pl. ezred V-tól százezer V-ig, tehát 8 nagyságrendben használatosak. Emellett néha burkolat (doboz) nélkül, porban, füstben, gázok hatása mellett is működnek.

Az érintkezők anyagául csak olyan fémeket választhatunk, melyek különféle környezetben villamos és mechanikai tulajdonságaikat nem, vagy csak kismértékben változtatják és így az érintkezők anyaga túlnyomóan nemesfém (arany, ezüst, platina, palládium, kozmium iridium, rhodium, ruthénium),

félig nemesfém (pl. a réz), vagy ritka és különleges tulajdonságú, mint amilyen a molibdén és a wolfrám, vagy ezek keveréke, ötvözete.

A következőkben rövid áttekintést kívánunk nyújtani, hogy más iparágakban működők is adott esetben saját érintkezőkérdésüket könnyebben megfogalmazhassák.

Vegyük elsősorban az érintkezők alakját. Ezt főként az érintkezőn áthaladó áram által fejlesztett hő, egyenáramnál a katódon a kráterképződés és az árammegszakítások száma szabja meg. Általában korong, lencse, kúp, szalag stb. alakú érintkezőket használnak. Ha a fejlődő hőt gyorsan kell elvezetni, úgy a kúpos (nagy felületű) alak előnyös. A kúp csúcsa viszont gyakori megszakításnál gyorsabban kopik. Ugyanez érvényes akkor is, ha a kúp a negatív pólus, a képződő kráter ilyenkor hibás működést okozhat. Kisebb terhelésnél, főként, ha poros, kormos környezettel kell számolnunk, jól bevált a korong-lencse párosítás, főként, ha ezek működés közben egymáson csúszhatnak, mivel így az esetleg közéjük került szennyeződés porlódik és kieshet. Dugaszolással működő érintkezők fejét csepp (áramvonal) alakúra képezik a befogó rugó szétfeszítésének megkönnyítésére. Ha még ezenfelül folyadékokban működik, úgy ilyen alakja még indokoltabb.

Minden érintkező tervezésénél, anyagának kiválasztásánál az irányadó szempont az üzembiztonság. Tekintetbe kell vennünk az áramkör jellemzőit (feszültség, erősség, frekvencia, önindukció, kapacitás, egyen-, vagy váltóáram), a kapcsolási teljesítményt (W-ban egy érintkezőpárra vonatkoztatva), ezenkívül a rúgónyomást, a jelfogó hőmérsékletét, beleértve a környezetét is (tehát a hőmérsékleti gradiens értékét), a légnedvességet, az érintkezők felületének esetleges szennyeződhetőségét, végül a környezet kémiai tényezőit. Ezek együttes szem előtt tartásával kaphatjuk meg, illetve választhatjuk ki az anyagot, az érintkezők nagyságát, alakját, felületét.

Aránylag egyszerű pl. az áram szerinti méretezés. Tapasztalás szerint 110 V-nál 5 A-ig, kb. 2 mm  $\varnothing$ -jű platina, vagy ezüst (ezüstötötvözet) általában megfelel, ha azonban arra is gondolnunk kell, hogy ívet ne huzzunk, úgy ezüstenél csak 0,5, palládiumnál 0,8 A-ig mehetünk. A magyar szabvány (MNOSZ 1551) — amelynek a szerző egyik előadója volt — a platinaérintkezők alkalmazásának felső határát 1 A-ben szabja meg. A tapasztalat szerint kb. 15 V az a maximális feszültség, amely nemesfém érintkezők között még nem húz ívet.

A rendes ívnél azonban sokkal károsabb a villó kisülés (Glimmentladung), legalább is anyagátvitel szempontjából. Ez már 300 V-nál jelentkezik és ezt a feszültséget hiányosan szerkesztett áramkörben könnyen elérjük. Ha pl. egy indukciós áramkörben, melynek önindukciója 1 henry, — 1 A áramot 1/500 sec alatt megszakítunk,  $E = L \frac{di}{dt} = 500$  V-ot kapunk! Ezért igen célszerű induktív körökben ívfojtók alkalmazása.

At ív különböző hatásai közül megemlítjük, hogy a fejlődő hő az érintkező anyagának szemcsenagyságát növeli, ami által az anyag kopási ellenállása csökken. Tudvalevő, hogy egy érintkező

annál jobb, minél kisebb szövetének szemcsenagysága. Gyakran az ív még össze is hegeszti a szembenlévő érintkezőket. A hirtelen fejlődő nagy hőmennyiséget az érintkező felülete nem tudja elvezetni, így a lokális túlhevülés eléri az anyag olvadási hőmérsékletét.

A kráterképződés tulajdonképpen a katódporlasztási jelenséggel állítható párhuzamba. A fémek tenziója (szigorúban véve annak logaritmus) az abszolút hőmérséklettel arányos. (A pontos összefüggés a Clapeyron-egyenlet integrálásából kapható). A hirtelen hőmérsékletemelkedés a fémgőz parciál nyomását is növeli, így a kis idő miatt még az érintkező anyagának felső rétege is meglazulhat. Vegyük még tekintetbe ezenkívül, hogy a fém a jelenlévő és néha káros hatású gázok (pl.  $\text{SO}_2$ ) kémiai aktivitását is növeli.

Az ív romboló hatása annál nagyobb, minél nagyobb az áramkörben a feszültség, az áramerősség, a kapcsolások száma és az alkalmazott rúgónyomás. Hogy a levegő páratartalma milyen befolyást gyakorolhat, erre példa a következő eset. Nedves és meleg levegőben az ív hatására a vízgőz disszociál. A keletkezett  $\text{H}_2$  (hidrogén) gázt a meleg palládium érintkező mohón elnyeli. Lehűléskor a gázt részben leadja, de ugyanakkor porlik, tehát anyagvesztéssel is kell számolnunk.

A nagy rúgónyomás szintén elősegíti az anyag kopását. Ez utóbbi néhány grammtól több kilogrammig változhat (természetesen nem ugyanazon a kontaktuson). Nagy rúgónyomás mellett a megszakítások száma nagyobb mértékben kopató hatású.

Nagyjából az említett tényezők látszanak ma a legfontosabbnak a helyes érintkező kiválasztásánál. Természetesen az érintkezők végső alakját mindig a szerkesztés különleges szempontjai határozzák meg. Tekintsük most — át röviden, hogy a használatos anyagok hogyan tudják az egyes igényeket kielégíteni.

**Ezüst.** Ismeretes, hogy a legjobb hő- és ezzel együtt villamos vezetőképessége az ezüstnek van (a két vezetőképesség a *Wiedemann-Franz* összefüggés alapján nem független egymástól). A legtöbb gáz hatását is jól bírja (kivétel a  $\text{H}_2\text{S}$ , a kénhidrogén, amitől fekete bevonat képződik rajta, ezért nem szabad ezüst érintkezők közelében fött tojást főzni vagy enni). Legnagyobb hátránya az oxigén-elnyelő tulajdonsága, ami törékennyé, porlóvá teszi. 110 V-nál 0,45 A-ig nem húz ívet. Aránylag olcsó és könnyen beszerezhető. Tulajdonságait két módon javították, illetve befolyásolták. Az egyik az az ötvözés, főként a gyengeáramú ipar szükségleteit elégítette ki. Talán a réz volt az első ötvöző, amit felhasználtak, ezzel szakítószilárdságát, keménységét, villamos ellenállását és adott rúgónyomásnál az érintkezési ellenállását növelték, viszont észrevehetően csökkent az említett szulfidképződésre való érzékenysége és olvadási hőmérséklete. 3—10—15—20—50% rézzel szokás ötvözni. Ez az utolsó arányú ötvözés természetesen csak olcsó helyettesítést jelent. Főként Angliában kadmiummal és rézzel (együtt is) ötvözték az ezüstöt és »elkonium« néven hozták forgalomba. Állítólagos jó tulajdonságait (pl. magasabb olvadás-



pont) nem mindenütt ismerték el. Kb. 20% kadmiumot tartalmaz. Nálunk kevésbé ismert. Nem tévesztendő össze az egyes »elkonit« kompozíciókkal, amik kadmiumoxidot tartalmaznak.

Az ezüst egy jól bevált ötvözőanyaga a nikkell. 0,1% már az anyag szövetségében nagymértékű szemcsefinomodást idéz elő, nemkülönben növeli a szakítószilárdságát is. A szilíciumot is megpróbálták ötvözőnek. 1,5% tartalom mellett heterogén szövetet eredményez, különleges előnyét nem ismerjük.

Messzemenően jobb eredményt értek el az ezüstnek platinafémekkel való ötvözésekor. Az ilyen ötvözetek olvadási hőmérséklete, keménysége, kémiai ellenállása egyaránt nagyobb az ezüsténél. Közepes terhelésnél 5—10—20—30—40—50 (70)% palládiummal ötvözött ezüstanyag igen jól bevált.

Nagyon érdekes ilyen szempontból a katódvesztés a palládiumtartalom függvényében vizsgálni. A függvénynek 30 és 70% palládiumtartalomnál van minimuma. A kisebb, tehát kedvezőbb 70%-nál van. Ugyanilyen lefutású egyébként az ezüst-arany ötvözet görbéje is, 50% arany-ezüst ötvözet pl. aranyvesztés szempontjából az említett két palládium ötvözet közé esik, és így e sorok írójának két év előtt benyújtott újítása szerint a 30%-os palládium ötvözet ezzel jól helyettesíthető, ezenfelül platinafém sincs benne. Ugyancsak jól bevált a 30% platinafém tartalmú ezüst-ötvözet is.

Az előbbi anyagokat főként a híradástechnika alkalmazza. Az erősáramú ipar különleges igényei kétirányban eredményeztek megoldásokat. Az egyik a klasszikus ötvözés modern továbbfejlesztése, a porkohászati úton előállított anyagok. A másik út a lemezelt (cladding) és betétes (inlay) érintkezők kifejlesztéséhez vezetett. Nagy terhelésnél (kV, kA, kW) az áramkör-megszakító érintkezőknél a réz jó lenne, ha nem volna meg az a hátránya, hogy oxidréteget képez, ami minden más jó tulajdonságát lerontja. Ezért tértek át az említett bimetall megoldásra. Itt a tulajdonképeni érintkezőfelület nemesfém, pl. ezüst, amely be van építve (lemezeléssel stb.) réz vagy rézötvözet alapanyagba. Ez a megoldás számtalan formában igen jól bevált és technikai előnyei mellett gazdaságos is, mert a drágább fémből gyakran jelentékeny mennyiség megtakarítható. Lényegileg ugyanerről van szó, ha a kontaktus fejét — nemesebb anyagból készítve — pl. rézre hegesztjük. Ide sorolható a réz, vagy általában az érintkező felületének galvánozása, pl. ezüsttel rezes szoktak bevonnai (10—25  $\mu$  vastagság 10 kA-re jó). Megjegyzem, hogy ennek igen sokoldalú felhasználása várható, nemcsak ezüsttel hanem más nemes fémmel is, elsősorban rhodiummal, főként a rádióipar területén.

A porkohászati úton előállított anyagok közül megemlíthetjük az ezüst-wolfram kompozíciót. Itt az egyik anyag magas olvadási (és forrási) hőmérsékletét, keménységét, kopásállóságát összekapcsolják a másik jó villamos vezetőképességével és általánosságban tekintve, pl. valamely más tulajdonságával, pl. grafitot használva, annak kiváló kenési tulajdonságával (ezüst-grafit kompozíciók). Porkohászati úton előállított anyagok közül sok jó

összetételt ismerünk. A wolfrámon kívül a nikkell vált be 20—30—40% mellett zsugorítva. Ezek elkészítéséhez különleges nikkelt, illetve ezüstport készítenek és a porkohászati eljárásaival készítik belőle az érintkezőket. Használják még 2% nikkelt és 30% wolfrámot tartalmazó ezüstérintkezőt is.

A grafit-ezüst kompozíciónál két célt kívántak elérni. Egyrészt az érintkező felületek jó kenését működés közben (a grafit a legjobb ismert kenőanyag) és ezenkívül még áramvezetést is (a grafit jól vezet az áramot). A grafitos felületnek van még az a különleges tulajdonsága is, hogy nem nedvesedik! Az ezüst grafit-tartalma a használt keverékek-nél néha eléri a 20%-ot is.

Réz. Önállóan inkább erősáramú technikában használják, pl. 15%-wolfrámmal keverve a szokásos porkohászati úton.

Arany. Egyike a legjobb érintkezőanyagoknak. Villamos vezetőképessége jobb, mint a platinaé, kémiai ellenállás szempontjából alig van a kettő között különbség. Hátránya az aránylag nagy tenziójából származó könnyű hegesztődése és ezenkívül kicsiny keménysége. Már igen régen előállították jó ötvözeit, melyek keményebbek az aragnál és villamos tulajdonságai sem sokkal rosszabbak. Így 10—20—30—40—50% ezüsttel jó érintkezőt lehet készíteni és kiválóak a 25% ezüstöt és 5% platinafém tartalmú ötvözet tulajdonságai, mely anyag a híradástechnika egyik legismertebb és sokoldalú érintkezőanyaga. Platinafém (pl. 10%) is ötvözték, de ezen ötvözet különleges jelentőségre nem tett szert. A jelek szerint az arany és ötvözeitének fő alkalmazási területe a gyengeáramú technika és ez várható a jövőben is.

Különlegesen nehéz körülményeknél két anyagcsoport vált be. A klasszikus megoldás a platina-csoport fémekre szorított, illetve azok egymással készített ötvözeit. Autók és repülőgépek gyűjtőiban a platinafém 10% iridiummal ötvözték, de ha rendkívüli keménységre volt szükség, a platinafém ozmiummal és iridiummal ötvözve keménységét, 65 Wickers helyett 540-re emelték. Összehasonlításként megemlíthető, hogy a színwolfrám Wickers keménysége csak 290.

A másik korszerű megoldás a molibdén és a wolfrám porkohászati úton előállított keverékei rézzel, ezüsttel és a platinafémekkel. Ezek főként az erősáramú technika kényesebb igényeinek kielégítésére alkalmasak.

Az irodalomban sok más anyag ismertetése is megjelent, pl. a wolfram-, titán- és tantálcirkonid kovalttal és krómmal zsugorítva, az említett kadmiumoxidos »elkonit«, stb. Sokat ígérnek, de elég kísérleti adat — főként hazai — ami értéküket bizonyítaná, nagyon kevés van.

Az érintkezőtechnika fejlődését tekintve — elsősorban hazai szempontból — kétségtelen, hogy a platina, illetve a platinafémek lehető teljes kiszorítása, illetve helyettesítése kell, hogy bekövetkezzék. Ezen belül pedig a ritkább és drágább iridium helyettesítése. Egy másik és fontos jelenség, melynek további fejlődése várható, a bimetall jellegű megoldások elterjedése. Ezeknél — mint említettük — a drágább nemesfém használata a szükséges minimumra korlátozódik. Akár a

hegesztéses, akár a lemezelte vagy betétes megoldást nézzük, valamennyi fejlődés előtt áll. Nemesfémekben szegény ország sok reménnyel tekinthet a galvánizált felületekből származó előnyök felé. A legtöbb nemesfém közönségesebb fémfelületekre árammal jól leválasztható. Főként az erősáramú és a rádiótechnika várhat sokat ezen megoldásoktól. A legtöbbet ígér jelenleg a rhodiumozás. Ennek kicsiny fajlagos ellenállása, magas olvadási hőmérséklete, nagy keménysége (800 Wickers) és kis fajsúlya — az arany vagy platina fajsúlyának kb. fele —,

valamint kémiaileg kitűnő ellenállóképessége és tetszetős színe egyesül jó kopási ellenállással. Megítélésünk szerint mind az erős, mind a gyengeáramú technika a jövőben nagymértékben fogja használni, főként az igényesebb célokra a rhodiumos bevonatokat.

#### IRODALOM:

C. L. Hunt: Electrical Contacts. London, 1946.

R. Holm: Technische Physik der elektrischen Kontakte. Springer, Berlin, 1941.

### Könyvszemle (orosznyelvű új szakkönyvek)

#### V. I. Sziforov: Rádió-vevőkészülékek.<sup>1</sup>

(Negyedik átdolgozott kiadás. Megjelent 1951-ben, 648 oldalon.)

A könyv a katonai akadémiák, katonai főiskolák, egyetemek, valamint a különböző fegyvernemek és iparágak rádiótechnikai szakterületen működő mérnökeinek van szánva.

A könyvben a szerző különféle rendeltetésű és különböző sávban működő rádió-vevőkészülékek elméletét, méretezési módjait, tervezésének és üzemének az alapjait fejti ki. Ismerteti az alapvető követelményeket, a készülék jellemző paramétereit, a lejátszó fizikai jelenségeket, vevőkészülékek és azok alkatrészeinek sajátosságait, előnyeit, és hibáit. Bemutatja a rádióvevőkészülékben lejátszó alapvető folyamatok mennyiségi és minőségi analízisét. Rámutat arra, hogy a szovjet rádiótechnikát elsőseg illeti meg a rádióvetel elméleti kísérleti és műszaki problémáinak kifejlesztési és megoldása terén.

#### N. N. Krülov: A rádiótechnika elméleti alapjai.<sup>2</sup>

(Megjelent 1951-ben, 552 oldalon.)

A mű egyetemi tankönyv és a maga nemében a legkimagaslóbb munkák közé tartozik.

A hatalmas anyagot hat részben, húsz fejezetben tárgyalja. Az egyes fejezetek rendre a következő kérdéscsoportokkal foglalkoznak. Általános bevezetés, egyedülálló rezgőkör, csatolt rezgőkörök, a négy póluselmélet alapjai, szűrőláncok, elosztott paraméterekkel bíró áramkörök (tápvonalak); antennák, az elektromágneses energia terjedése vezeték mentén, csőtápvonalak és üregrezonátorok; periódikus és nem periódikus folyamatok spektrumanalízise, lineáris rendszerek analízisének általános módszerei; az erősítők elméletének alapjai, nemlineáris rendszerek vizsgálati módszerei, nemlineáris átalakítások rádiótechnikai áramkörökben; rezgőkeltetés, visszacsatolás; relaxációs rezgések keltése, impulzusformálás; frekvencia-moduláció, impulzusmoduláció.

<sup>1</sup> В. И. Сифоров: Радиоприемные устройства.

Военное Издательство Военного Министерства Союза, Москва 1951.

<sup>2</sup> Н. Н. Крылов: Теоретические основы радиотехники. Издательство „Морской Транспорт“, Москва—Ленинград 1951.

Külön ki kell emelni a mű szabatos, elméletileg mélyen-szántó és világos felépítését, valamint azt a körülményt, hogy a rezgőkeltetés, visszacsatolás, relaxációs rezgések keltése és egyéb nemlineáris folyamatok tárgyalása a nálunk szokásos módszereket messzi túlhaladja és képet ad arról az úttörő munkáról, amelyet ezen a területen a szovjet tudósok végeztek.

#### B. M. Carjev: Elektroncsövek méretezése és konstrukciója<sup>3</sup> (Megjelent 1952-ben, 344 oldalon.)

A szerző a könyvet vákuumtechnika-szakos egyetemi és főiskolai hallgatók számára írta. A könyv az elektroncsőirodalomban hézagpótló, mert a csőméretezést és konstrukciót elsőnek tárgyalja rendszerezve.

A könyv három főrészből áll. Az első részben az elektroncsövek méretezésének elméleti alapjait foglalja össze részletes, de mégis tömör formában. Az itt fellépő bonyolult függvények a numerikus számítások céljaira táblázatokkal, ill. grafikonokkal is meg vannak adva. A második rész az elektroncső alkatrészeinek méretezését és konstrukcióját tárgyalja. A harmadik rész az egyes csőfajták konstrukcióját (az adócsöveket is) mutatja be. A könyv végére beiktatott méretezési mintapéldák és technológiai táblázatok a könyv használhatóságát fokozzák.

#### Ju. A. Kacman: A rádiócsövek méretezésének alapjai.<sup>4</sup> (Megjelent 1952-ben, 272 oldalon.)

A könyv a szerzőnek a Leningrádi Elektrotechnikai Intézet elektronika tagozatán tartott előadásait öleli fel. Értékes szakkönyv a tervező mérnök és tudományos kutató számára is.

Részletesen foglalkozik a katód, dióda, trióda, tetróda és pentóda méretezésével és tervezésével. Ezután a mikro-hullámú rácsvezérlésű csövek, s végül a klystron méretezését tárgyalja. A könyvet igen értékessé teszi a világos és áttekinthető tárgyalásmód, melyet a kidolgozott méretezési példák sokasága kísér; ezenfelül minden fejezet végén össze van foglalva a tárgyalta csőtípus méretezési eljárása.

A könyv feltételezi Vlaszov: Elektroncsövek c. tankönyvének az ismeretét, mely magyar fordításban is rövidesen megjelenik.

Ragály.

<sup>3</sup> Б. М. Царев: Расчет и конструирование электронных ламп.

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ, Москва—Ленинград 1952.

<sup>4</sup> Ю. А. Кацман: Основы расчета радиоламп.

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ, Ленинград—Москва 1952.

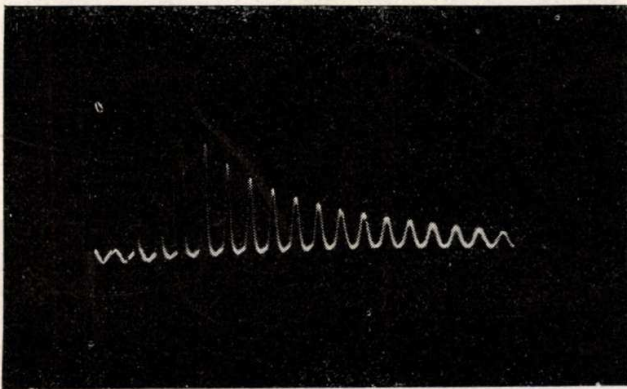
## Hibahelykeresés impulzus-módszerrel

Dr. techn. MAGYARI ENDRE

A villamos visszaverődés jelensége felhasználható a távvezeték villamos tulajdonságainak és üzemi állapotának a vizsgálatára, és az esetleges hibahelyek meghatározására.\*

A fejtegetések könnyebb követhetősége végett először egyetlen impulzus terjedését és visszaverődését mutatjuk be a vezeték mentén, azután térünk át az impulzusokkal való vizsgálatok tárgyalására.

Ismeretes, hogy mindkét végükön nyitott távvezetéseken a hirtelen töltésfolyamatok (vándorhullámok) a nyitott végeken feszültség-duplázással verődnek vissza. Ha tehát egy homogén, mindkét végén szigetelt távvezetékre rövid időtartamú impulzust adunk, akkor a vonal elején levő oszcillográfon 1. ábránkat láthatjuk, feltéve, hogy az impulzus-ismétlődési időt és a távvezetéken ide-oda verődő impulzus futásidejét kellően egyeztetjük.



1. ábra. Teljes feszültségreflexiós löketek nyitott vég esetén. Vízszintes csúcs-távolság: kétszeres futásidő.

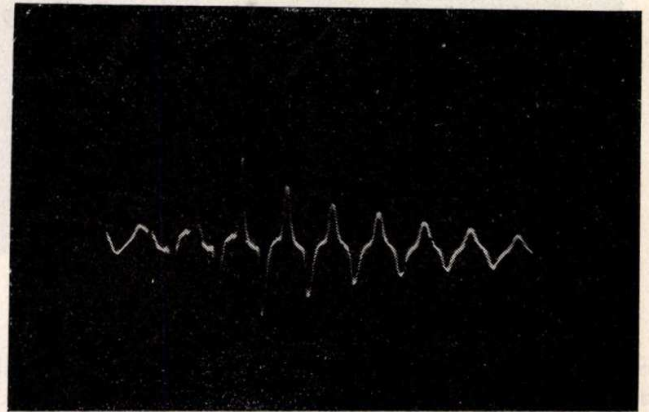
Az ábrát a következőképpen kell értelmezni: az első impulzuscúcs a gerjesztőlöklet, a többi pedig a végpontról ismétlődően visszavert impulzuscúcs. A két nyitott vég közt addig szaladgál az impulzus ide-oda, amíg a távvezeték csillapítása el nem emészti a közölt energiát. Minden impulzuscúcs az időtengely azonos oldalán marad, mivel a feszültségreflexió fázistartó.

Bármelyik két szomszédos visszavert csúcs amplitudóviszonya a mért távvezeték kétszeres csillapításának felel meg. Ha az oszcillogrammon az első gerjesztő löklet helyére annak kétszeresét tesszük, akkor az ábra az ismert csillapodási görbét mutatja. Az oszcillogrammból végül a kétszeres terjedési időre is pontosan következtethetünk, ha ismerjük az időtengely időléptékét, vagyis az oszcillográf ismétlődési frekvenciáját és visszafutási idejének korrekcióját (1—1,2%).

A feszültségreflexió fázistartását a legvilágosabban azzal lehet kimutatni, hogy a végpontot rövidre

zárjuk. Ekkor áramreflexió keletkezik, mely köz-tudomásúan fázisváltó jellegű (2. ábra).

A két oszcillogrammból egyébként látszik, hogy nagyobb frekvenciákon a távvezetékek csillapítása nagyobb és ennek következtében az impulzusok éles csúcsai minden újabb visszaverődés után mindjoh-

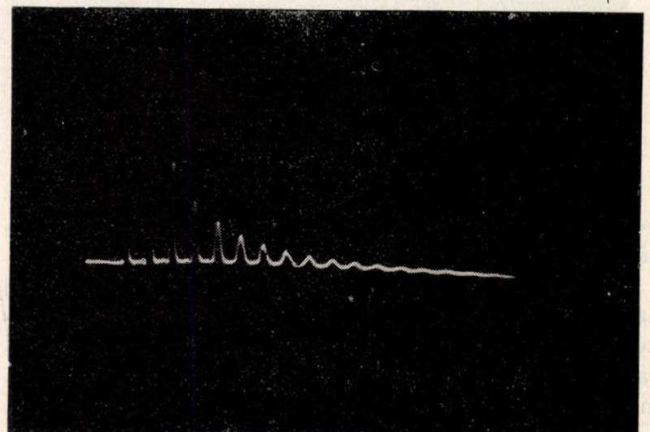


2. ábra. Teljes áramreflexiós löketek rövidrezárt végpont esetén. A csúcsok fázisváltásban.

ban legömbölyödnek. Bár ez mérés technikailag nehezen kiértékelhető jelenség, mégis gyakorlattal jól lehet ebből az átviteli rendszer frekvencia-karakterisztikájára következtetni.

Nagyon előnyös tulajdonsága az impulzus vizsgálati módszernek, hogy nem egyetlen frekvenciával, hanem frekvenciaspektrummal dolgozunk, tehát az egyfrekvenciás, berezgett állapotú mérések helyett berezgségi folyamatokat vizsgálunk széles spektrummal, ami pl. beszéd- és zeneáramköröknél alapvetően fontos.

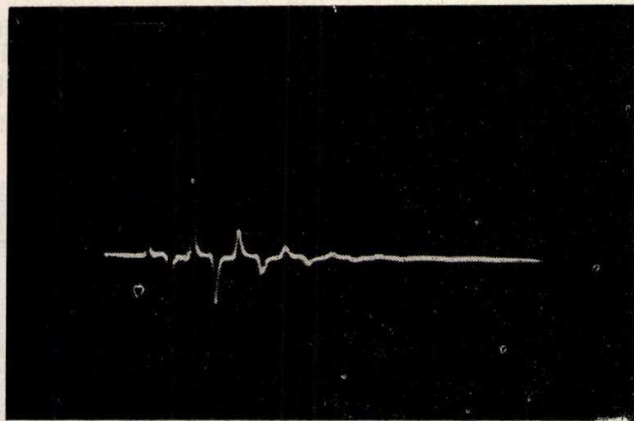
Üzemtechnikailag az előbbi két oszcillogramm a következőképpen értékelhető ki: a vizsgálóasztalon minden vonal hibátlan állapotára vonatkozóan fel kell venni az alap-oszcillogrammot, ponto-



3. ábra. Teljes feszültségreflexiós löketek. A vonalesillapítás nagyobb, mint az 1. ábrán.

\* Magyari E.: Homogén és quasihomogén távvezetékek reflexiómentesítése és csillapításmérése. Műszaki doktori értekezés, 1941. és 125888 sz. magyar szabadalom »Vándorhullámok előállítására«, 1937.

san megjelölve a vonalszámot, az oszcillográf ismétlődési frekvenciáját, a gerjesztési löket feszültségamplitudo értékét és a két első visszavert löket amplitudo-viszonyszámát. Ha a távvezeték csillapítása eső, köd, piszkos szigetelők vagy egyéb okok folytán megnövekszik, ez az oszcillogrammon azonnal látható akkor is, ha csupán százalék nagyság-

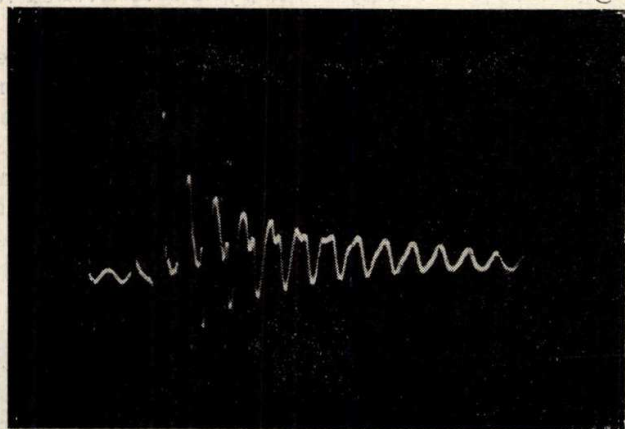


4. ábra. Aláillesztett vonalon áramreflexiók alakulnak ki.

rendű. A 3. ábra például az 1. ábrához képest 20%-al nagyobb csillapítású távvezetésekről készült

A vezeték végén levő fogyasztó illesztésére is tudunk következtetni az oszcillogrammból: amennyiben a végpont lezárása tiszta ohmos, de a hullámellenállásánál kisebb értékű (aláillesztés), erősen csillapodó áram-reflexiók ábrát fogunk kapni (4. ábra).

Rendkívül jellemző ábrát kapunk, ha tiszta kapacitív terhelés van a végponton (5. ábra). Az impulzusokban nyeregyszerű betüremkedések észlel-

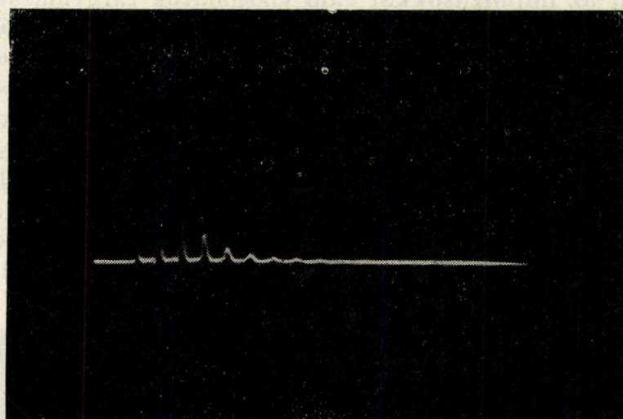


5. ábra. Végponton kapacitív jellegű terhelés.

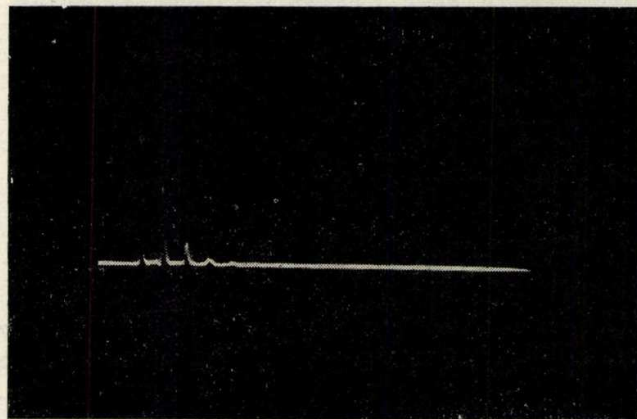
hetők, melyek mértéke a kapacitív impedancia nagyságától függ.

Általában az oszcillogrammok kiértékelésénél azt tapasztaljuk, hogy minden olyan esetben, amikor a távvezeték homogenitását valamely ok megzavarja, például soros diszkrét ellenállás, vagy bármily jellegű mellékszár: a kiküldött impulzusenergiának egy része a zavar helyéről mindig visszaverődik a mérőpont felé. Erre a jelenségre a későbbiekben még több példát fogunk találni.

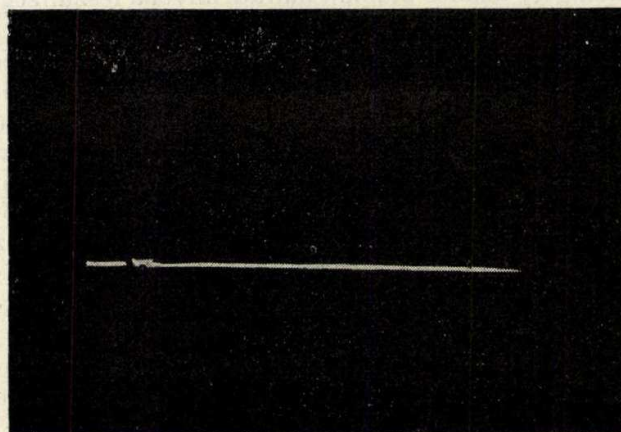
Rendkívül nagyjelentőségű alkalmazása az impulzus vizsgálati módszernek az, ha a végpontot változtatható ellenállással zárjuk le — esetleg hurokba kötött vezetékkel, — mikor is az oszcillográf ernyőjét figyelve, másodpercek alatt be tudjuk állítani a helyes illesztési végterhelést. Ha vonalutánereső szekrény is rendelkezésre áll, akkor elég széles spektrumra másodpercek alatt beállíthatjuk a helyes vonalutáneresőt, amit más mérés módszerrel eléggé körülményesen lehet elvégezni. A szerző fentebb idézett értekezésében bemutatott ilyen kiegyenlítés a régebbi módszerhez képest sokkal tökéletesebb vonalutánereső beállítását tette lehetővé (6—10. ábra).



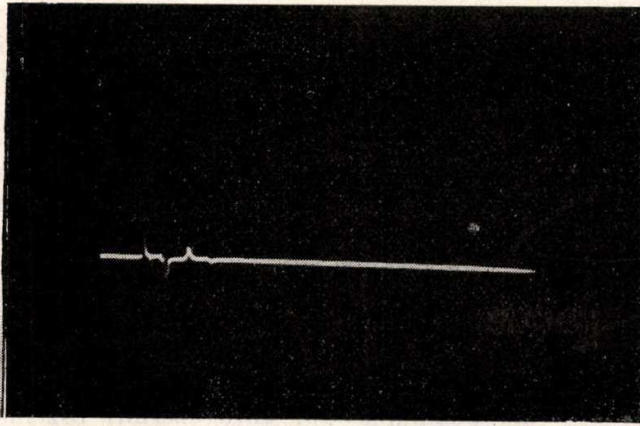
6. ábra. Vonalutánereső beállítás: Végpontterhelés  $4 \times$  hullámellenállás.



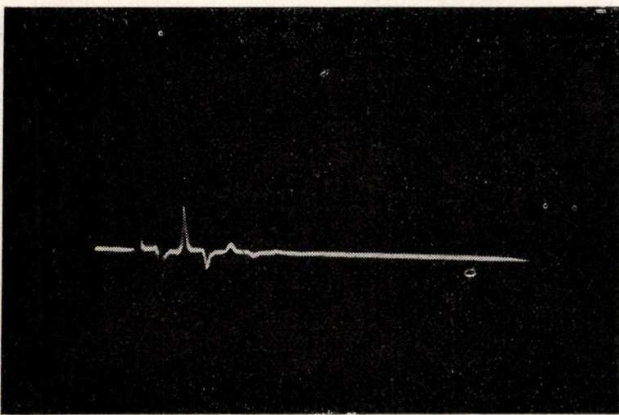
7. ábra. Vonalutánereső beállítás: Végpontterhelés  $2 \times$  hullámellenállás.



8. ábra. Helyesen lezárt vonal.



9. ábra. Vonaltűz beállítás: Végpontterhelés a hullámellenállás fele.



10. ábra. Vonaltűz beállítás: Végpontterhelés a hullámellenállás negyede.

Az eddigiekben a kezdeti gerjesztést oly generátorral végeztük, amelynek belső ellenállása nagyon nagy volt a távvezeték hullámellenállásához képest. Tettük ezt azért, hogy a gerjesztési végen az ábránkhöz szükséges feszültségreflexiók tisztán kialakulhassanak. Ha hibahelyet akarunk meghatározni, vagy pedig le akarjuk elektromosan tapogatni a távvezeték tiszta voltát, akkor arról kell gondoskodnunk, hogy a kiküldött letapogató impulzus kimenjen a végpontig, onnan teljes reflexióval kerüljön vissza a mérőhelyre, de még egyszer ne tudjon visszaverődni a távvezeték felé. Ezt legcélszerűbben úgy lehet elérni, hogy a generátort illesztjük a távvezeték hullámellenállásához. Evvel elérjük, hogy a visszaérkező impulzus teljes energiája a már feszültség nélküli generátor belső ellenállásán felemésztsődik. Bár a végpont a teljes reflexió elérése végett rövidzártban is lehetne, ajánlatos mégis nyitott végponttal végezni a letapogatást.

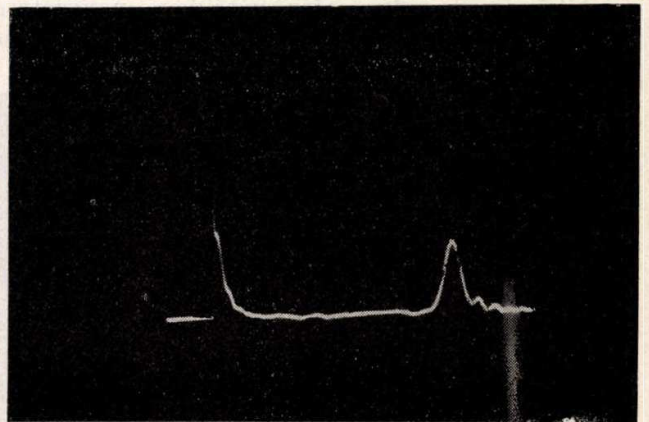
Aránylag elég tiszta, körülbelül 18 km hosszú távvezeték letapogatósi oszcillogrammját láthatjuk a 11. ábrán. A fázishelyesen visszaérkező impulzusból arra következtethetünk, hogy nyitott végpont mellett történt a letapogatás. Rövidrezárt végpont esetén a 12. ábrán látható oszcillogrammot kapjuk. Jól látható a két ábrán, hogy bár a visszaérkező impulzusok teljes fázisellenkezésben vannak, mégis az oszcillogrammon megfigyelhető kisebb rendellenességek változatlanok egymáshoz képest. A 18

kilométeres távvezeték ugyanis 40 CL-tagból álló láncvezetőből állott és az említett kisebb rendellenességeket a lánctagokat összekötő lamellák kontaktellenállása, illetőleg az egyik kondenzátor rossz szigetelése okozta. A gerjesztő impulzuson, valamint a visszaérkező impulzus után látható kis méretű hullámzást a generátor nem egészen kifogástalan illesztése okozta.

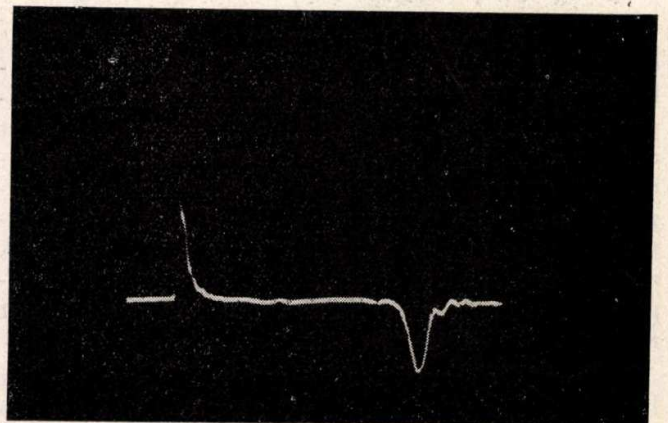
Az előbb említett 40 tagú láncvezetőn söntöléssel vagy soros beiktatással mesterséges hibákat lehet előidézni. A következő oszcillogrammokban néhány példát láthatunk, hogy a különböző nagyságú és jellegű hibák milyen ábramódosítást eredményeznek és a hiba helyét hogyan lehet az oszcillogrammból leolvasni.

A 13. ábrán pontosan a művonal felében, a 20. tagnál, kétszeres hullámellenállással áthidalás volt. A gyakorlatból jól ismerjük, hogy az ilyen mértékű hiba még messze nem számít hibahelynek, látható ez abból is, hogy a nyitott végponti reflexió még erőteljes nagyságban jelentkezik. Ilyen hibánál az összeköttetés egyébként még egészen kifogástalan.

A jelenség a következő: a távvezetéken haladó impulzus akadálytalanul fut mindaddig, amíg a távvezeték homogén elektromos tulajdonságú, a dinamikai játék az elosztott önindukció és kapacitás mentén tökéletes. Abban a pillanatban, mikor a távvezeték homogenitása valamely körülmény folytán

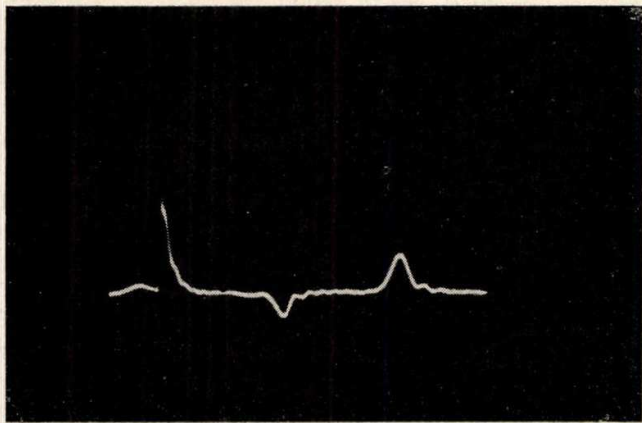


11. ábra. Letapogatott hibamentes, nyitottvégű vonal. A gerjesztő impulzuscsúcs és végpontreflexió-csúcs közötti távolság a vonalhosszal arányos.



12. ábra. Letapogatott kibementesöv rövidrezárt vonal. A gerjesztőimpulzuscsúcs és végpontreflexió-csúcs közötti távolság a vonalhosszal arányos.

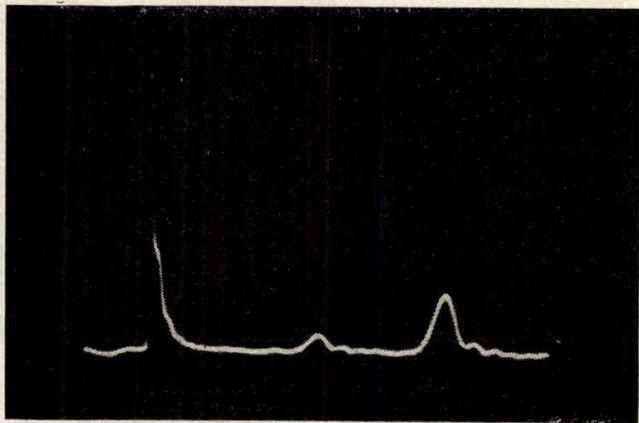
megváltozik, módosul a hullámellenállás is, Ennek következtében, aszerint, hogy a hullámellenálláshoz képest mily mértékű a homogénitást megzavaró ok a hibás helyen, az energiának egy része visszaverődik, más része tovább megy a végpont felé és onnan úgy verődik vissza, mint amilyen lezárási állapotot talál a végponton. A hibahelyről a vég-



13. ábra. A vonalhossz felében  $2Z_0$  zárlat. A vonal még teljesen üzembépes.

pont felé és onnan ismét előrejövő impulzustörések már nem zavaró nagyságúak.

A 14. ábra szerinti méréskor az előbbinél kisebb mértékű zavar volt a távvezetékben, nevezetesen a hullámellenállás ötödrésze mint diszkrét, ohmos



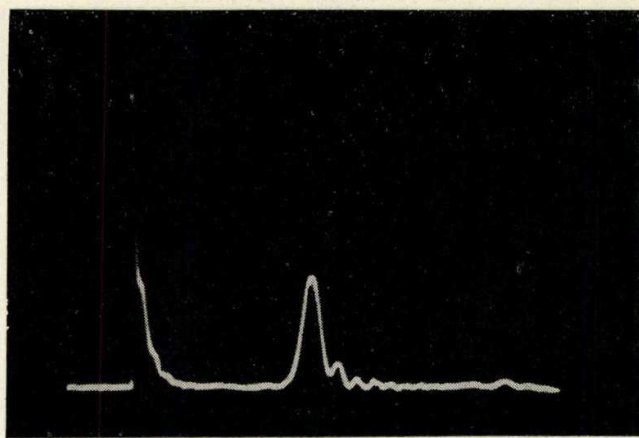
14. ábra. A vonalhossz 55%-ában kontakthiba.

ellenállás. A zavar kisebb mértékére abból is következtethetünk, hogy a végponti reflexió csúcs nagyobb értékű, mint az előbb volt. Ebből máris azt a fontos üzem-méréstechnikai szabályt kell levonnunk, hogy nemcsak a bevezetésben említett csillapításmérő oszcillogrammoknál kell alapdiagramokat nyilvántartani, hanem ajánlatos a hibahelyek nagyságának számszerű kiértékelése végett a letapogatási oszcillogrammokból is alaposzcillogrammokat felfektetni.

A két ábra összevetéséből azt is megállapíthatjuk hogy a két hibahely nem ugyanazon a távolságon jelentkezik: a 13. ábrában a hiba a 20. lánctagnál volt, tehát épp a lánctag felében, míg a 14. ábrában két taggal tovább. A hibahely távolságát úgy

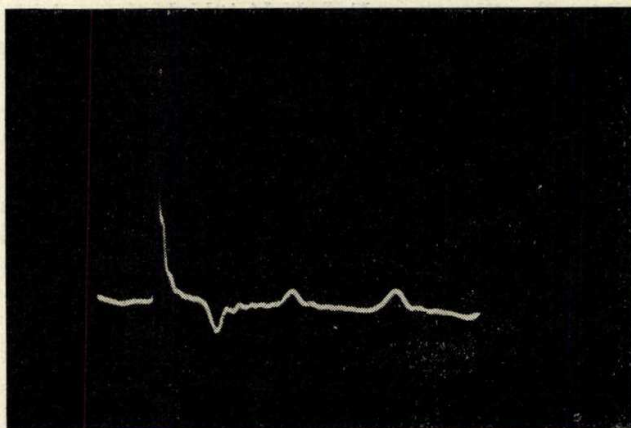
határozhatjuk meg az oszcillogrammból, hogy a kezdő impulzus és a visszaérkező végponti reflexió csúcsát a vonal hosszával vesszük arányosnak, s így a hibahelyekről visszavert impulzusok csúcsai a vonalhossz százalékában értékelhetők ki.

Jelen oszcillogrammfelvételnek még megvan az a kellemetlen tulajdonsága, hogy az impulzus ismétlődési frekvenciáját nem vehetjük tetszésszerintire, hanem a jó leolvasás végett azt egyeztetni kell az impulzus kétszeres terjedési idejével a távvezeték mentén. Az alapdiagramok nyilvántartása már csak azért is fontos, mert ha azokon az ismétlődési frekvenciát feltüntetjük, akkor nem jövünk zavarba, ha például a 15. ábra szerinti oszcillogrammot kapjuk, ami a 22. tagnál egy teljes szakadásnak az ábrája.



15. ábra. A vonalhossz 55%-ában teljes szakadás.

Az első pillanatra ugyanis nem lehet, vagy csak nagyon nehezen lehet megállapítani, hogy vajjon ez egy végponti reflexió vagy egy közbenső teljes szakadás ábrája. Az alaposzcillogrammal összehasonlítva ez rögtön kiderül. Figyelemreméltó, hogy ezen az ábrán is látható a nyitott végről kapacitíve átszűrődött impulzusok visszaverődése, de ezt mérés-kiértékelésre már nehezen lehet felhasználni. Természetesen, ha ugyanabból a távvezetékéből egy egészséges pár rendelkezésre áll, akkor mi sem egyszerűbb, mint a szakadáshelynek a megállapítása: a hibás és az egészséges vonalpáron ugyanazzal az

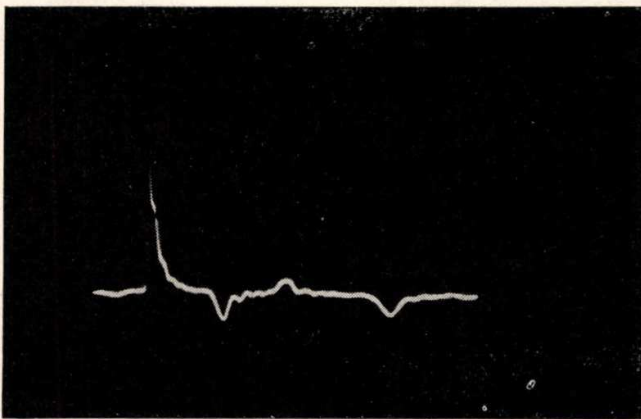


16. ábra. A nyitottvégű vonal negyedében  $2Z_0$  sönt és 55%-ában  $Z_0/2$  kontakthiba.

ismétlődési frekvenciával felveszünk két oszcillogrammot és a két feszültségreflexiós csúcs, ill. az időtengelyen mérhető hosszaik összehasonlítása biztos támpontot nyújt a hibahely távolságára.

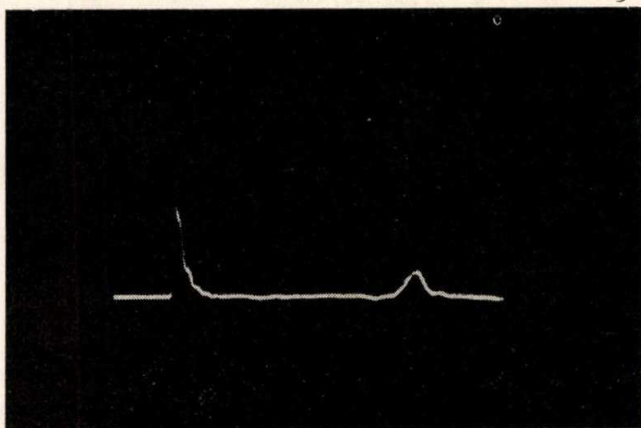
A 13. és 14. ábrából még a következő fontos mérés technikai tanulságokat vonhatjuk le. Sorosan beiktatott ohmos ellenállások a jelenségek természeténél fogva mindig feszültségreflexiós jellegűek, tehát a gerjesztő impulzussal egyoldalon fekvő impulzuscúcsot észlelhetünk, míg minden néven nevezhető, a hullámellenállásnál akár nagyobb, akár kisebb söntölődési hibahely egyaránt áramreflexiós csúcsot fog az oszcillogrammon eredményezni, vagyis a gerjesztési impulzussal ellentétes fekvésű a hibahelyről visszavert impulzuscúcs.

Ez a két utolsó törvényszerűség alapvető fon-



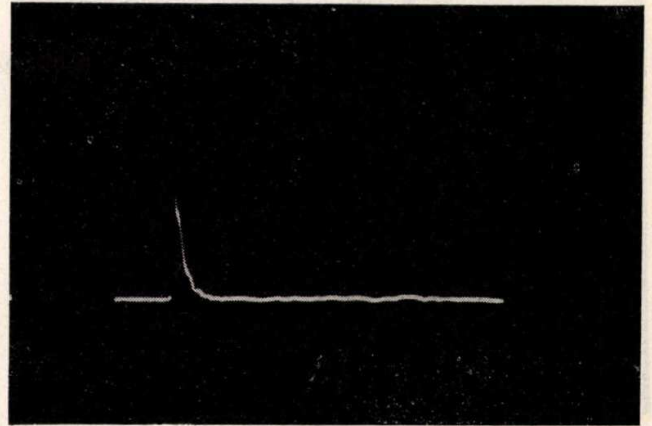
17. ábra. A rövidzárt vonal 30%-ában söntzárlat és 55%-ában  $Z_0/2$  kontakthiba.

tosságú a hibahelyek jellegének megállapításánál, mert a gerjesztő impulzussal fázisstartó vagy fázisellenkező impulzuscúcs rögtön felvilágosítást ad a hibahelyek jellegéről, legyen az akár kisebb, akár nagyobb értékű, mint a hullámellenállás. Ebben tehát lényegesen különbözni fognak mindig az oszcillogrammok, hogy az ellenállásterhelések valóban a végponton vannak-e, vagy közben, mert a végponti ellenállásterhelés az illesztés jósága szerint ad feszültség- vagy áramreflexiós jellegű oszcillogrammot. A hibahelyek ilyen szempontból a hullámellenállástól független viselkedést mutatnak és így



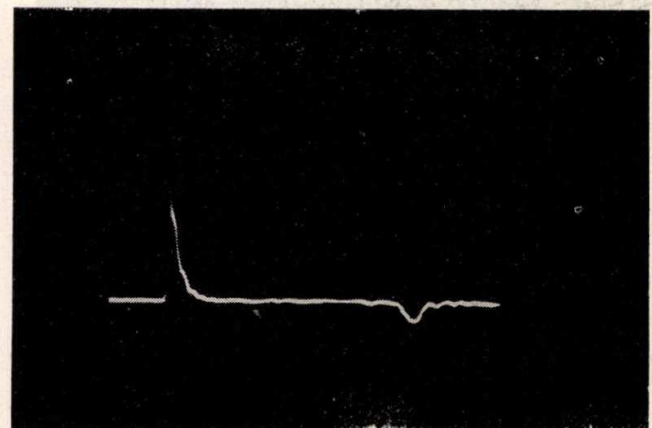
18. ábra. Illesztésvizsgálat:  $Z_n > Z_0$ .

lehetséges az, hogy végpont előtti soros terhelés minden körülmények között feszültségreflexióként jelentkezik függetlenül attól, hogy a hullámellenállásnál kisebb-e vagy nagyobb, viszont a végpont előtti söntterhelés mindig áramreflexiós visszaverődést okoz, függetlenül attól, hogy a hullámellenálláshoz képest kisebb-e vagy nagyobb a sönt ohmi-



19. ábra. Illesztésvizsgálat:  $Z_n = Z_0$ .

kus értéke. A dolog természetéből folyik, hogy ennek így kell lenni, mert hiszen minden soros terhelés látszólag növeli a hullámellenállást és minden sönt csökkenti a hullámellenállást a hiba helyén: a reflexiók mindig a hullámellenálláshoz viszonyítva keletkeznek.

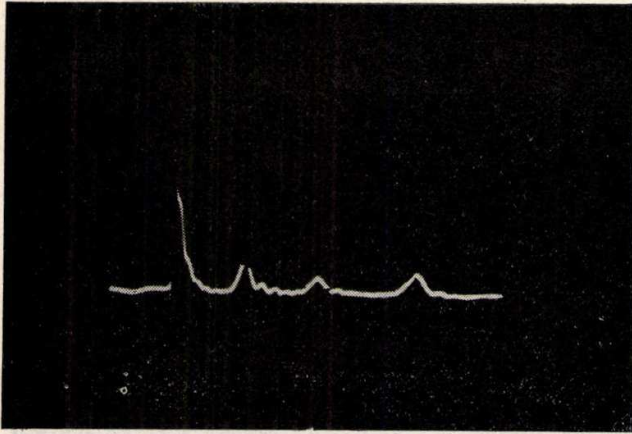


20. ábra. Illesztésvizsgálat:  $Z_n < Z_0$ .

Az impulzussal történő vonalbetáplálásnak van egy előnye, amit semmiféle más hibahelykeresési módszerrel kimutatni nem lehet, nevezetesen az hogy több hibahely egyszerre mutatható ki, ami az oszcillogrammon mind jelleg, mind nagyság és hely szerint kiértékelhető (l. 16. ábra). A távvezeték 25%-ában egy kétszeres hullámellenállásértékű sönt hibahely van, 55%-ában fél hullámellenállásértékű soros ellenállás, és kimutatható a nyitott végponti reflexió is. Ha egy ilyen vezeték hurokba kötnénk — végpontot rövidzárba — az egyszerű ohmos mérés semminemű felvilágosítást nem adna a két hibahely együttes hatásáról.

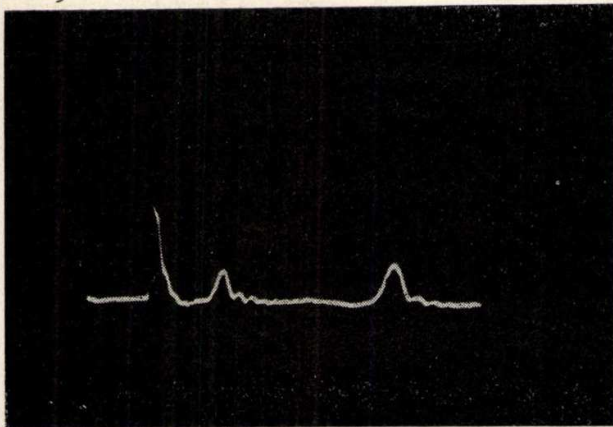
A 17. ábrán rövidrezárt végponti reflexió mellett jól kivehető az előbbi ponton megmaradó soros ellenállás és a söntölésnek 2 taggal történt továbbvitele.

Felhasználható a letapogatás arra is, hogy vajjon a távvezeték hibamentes-e és helyesen van-e lezárva. Ha az alapdiagram teljes rövidzárra vagy nyitott végre ismeretes, akkor a 18., 19., és a 20. áb-



21. ábra. Többszörös kontakthibahely egyidejűleg mérve.

rából, összehasonlítva a 11. és 12. ábrával, mint alapdiagramokkal, közvetlenül láthatjuk, hogy a 18. ábrán az illesztés még a hullámellenállásnál nagyobb, a 20. ábrán az illesztés a hullámellenállásnál kisebb, és a 19. ábrán nem kapván vissza a végponttól semmi reflexiót, az illesztés tökéletesnek



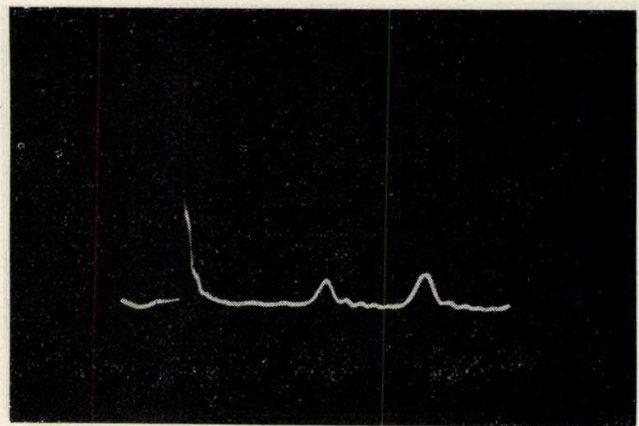
22. ábra. Mint a 21. ábra, de a 2. kontakthiba elhárítva. Az 1. impulzus amplitudója marad, a végreflexió nő.

nevezhető. Megjegyezni kívánom azt is, hogy a két, előző végponti terhelés a hullámellenállás kétszerese illetőleg a fele volt, ami üzemtechnikailag rossz terhelésnek nem is nevezhető, mert ennyi illesztési hibát rendszerint a berendezés elvisel, mégis a reflexiós impulzusok igen élénken mutatják az eltérést.

A következőben egy összetettebb esetet mutatok be. A vonalon nyitott vég mellett 30 és 60%-ban egy-egy 100 ohmos soros ellenállás volt beiktatva (21. ábra). A távolabbi hibát elhárítva (22. ábra) jól megfigyelhető, hogy a közelebbi hibahelynek reflexiós alakja egyáltalán nem változott meg, amiből azt következtethetjük, hogy valóban minden

hibahely a saját nagyságának megfelelő energiámmennyiséget küldi vissza. Látható a 22. ábrán az is, hogy a végponti reflexió megnövekedett, vagyis az az energiámmennyiség, ami a második hibahelyről visszaverődött, most már eljutott a végpontig és onnan verődött vissza. Ugyanezt bizonyítja a 23. ábra is, ahol a közeli hibahelyet hátrítottuk el, a távolabbi, ugyanolyan értékű ellenállásról visszaverődött energia most nagyobb, mint a 21. ábrán volt, de nagyon jellemző, hogy akár a közeli, akár a távoli 100 ohmos soros ellenállásról történt energia visszaverődés, a végponti reflexió nagysága ugyanolyan nagy.

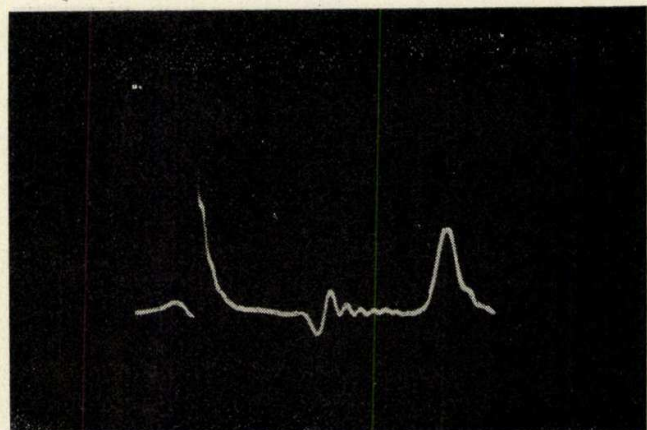
Rendkívül jellemző, ha söntöt nem ohmos ellenállással, hanem kondenzátorral idézünk elő (24. ábra), amikor is a visszaverődő impulzus alakja egyoldalú



23. hiba. Mint a 21. ábra, de az 1 kontakthiba elhárítva. A 2 amplitudó nő,

csúcsból elég jellemző »« alakba megy át — soros önindukciónál fordított alakba — ami igen könnyen megmagyarázható egy kezdetben üres kondenzátor rövidzáró jellegével a beérkező impulzus homlokát illetően és a nem terhelt önindukciók teljes szigetelési képességével az első pillanatban.

Normális Wheatstone-hidas mérésekkel ilyen természetű hibák egyáltalán nem mutathatók ki, mert a sönt kondenzátor a Wheatstone-hidas mérésnél semmi befolyással sincs a mérés eredményére, épp így egy soros önindukció sem.



24. ábra. Vonal felében kapacitív sönt.



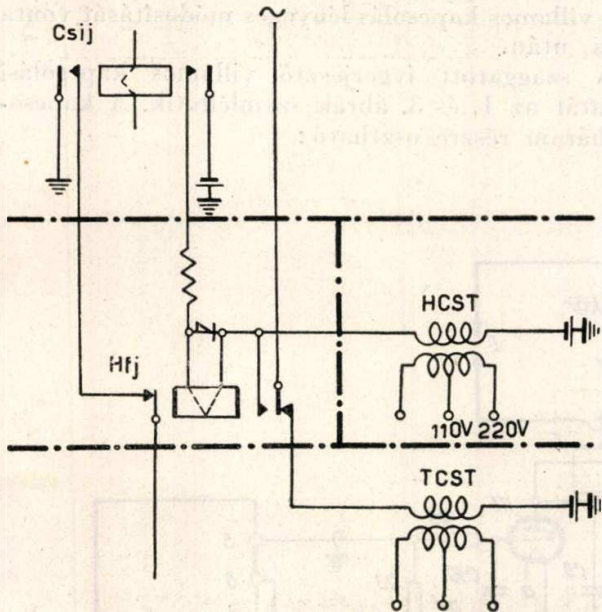
Az eddig bemutatott példák alapján is látható, hogy rendkívül sokoldalú mérési módszert tesz lehetővé a fentemlített eljárás; olyan értékek és eredmények olvashatók le az oszcillogrammokról másodpercek alatt, amit semmi más mérés-

módszer nem tesz lehetővé. Az eljárás tovább finomítható azzal, ami együttjár a hibahelynek még pontosabb meghatározásával, ha a televíziós technikából ismert többsoros oszcillogrammot alkalmazunk.

## Távbeszélő alközpontok csengetőáram-ellátása

KRAUSZ IMRE

Az önműködő távbeszélő alközpontok csengetőáram-szükségletét általában — eltekintve a nagy vonalszámú központoktól — az alközpont akkumulátor telepéről gerjesztett jelfogók működésével termelt, kb. 16-25 Hz periódusú, sok felharmonikust tartalmazó váltakozóáram szolgáltatja. A jelfogók magas működési száma és érintkezőinek erős szikrázása következtében az e fajta áramtermelő berendezés az önműködő alközpontoknak gyenge pontja. Az előálló üzembiztos csökentésére rendszerint egy második, azonos tartalék csengetőáram-termelő berendezés beépítése válik szükségessé. Ezenkívül a szaggató jelfogók érintkezőinél fellépő erős szikrázások és kisülések rádióvételzavarokat is előidéznek, melyek csökkentésére zavarelhárítót kellett beépíteni.



Korszerű, távbeszélő alközpontok tervezésénél felmerült az a gondolat, hogy a világítási hálózathoz vett 50 periódusú váltakozóáramot használjuk csengetésre. Ez kivihető, mert a szabványos előfizetői készülékek csengői 50 periódussal is kielégítően működnek. 50 periódusú hálózati áram a legtöbb helyen rendelkezésre áll, kimaradásával csak kivételesen és csak rövid időre kell számolnunk. Hogy a távbeszélő alközpont üzemre ilyen esetben se szenvedjen fennakadást, tartalékként a központ akkumulátor-telepéből működő, csengetőáramot termelő berendezést is beépítünk. A hálózati üzembről helyi telepes üzemre való átkapcsolás tel-

jesen önműködő megoldására az ábra szerinti egyszerű, gazdaságos és üzembiztos kapcsolást dolgoztuk ki.

A rajzból látható, hogy ha csengetőáramra szükség nincsen, sem a hálózati, sem a telepes berendezés nincs üzemben és nem szolgáltat csengetőfeszültséget. Mihelyt csengetésre szükség van, a *Csij* csengetést indító jelfogó működik, bekapcsolja a *Hfj* jelfogót, mely megvizsgálja, hogy a hálózati csengetőtranszformátor (*HCST*) üzemképes-e, azaz tudja-e szolgáltatni a szükséges csengetőfeszültséget. Amennyiben igen, *Hfj* meghúz és mindaddig meghúzza marad, míg az alközpont csengetőáramot igényel. *Hfj* meghúzott állapotában megakadályozza a csengetőáramot termelő tartalékberendezés indítását és a központra a tartalék csengetőtranszformátort (*TCST*) helyett a hálózati csengető-transzformátort (*HCST*) kapcsolja. Ha azonban *HCST* valamely oknál fogva (pl. hálózati áram kimaradása esetén) nem üzemképes, *Hfj* nem húz meg. Ez esetben működésbe lép a helyi telepről működő berendezés és ez szolgáltatja a csengetőáramot.

A tárgyalt kivitelű berendezés a megépített kísérleti alközpontokban teljesen kifogástalanul működik. *Hfj* jelfogónak szabványos egyenáramú jelfogótípust használtunk fémegegyenirányító mellékzárrel. A jelfogó a szabványos érintkező nyomások mellett is üzembiztos, rezgésmentes működésű.

Az önműködő átváltás mindössze 1 jelfogónak, 1 fémegegyenirányítónak és 1 ellenállásnak beépítését tette szükségessé. Áramtakarékosági szempontból lényeges előny, hogy a *Hfj* jelfogó, ellentétben a hálózati feszültséget figyelő szokásos kivitelezésektől — itt csak a csengetési időben kapcsolódik, tehát fogyasztása csekély. Mivel a hálózati csengetés nem igényel folyamatos jelfogó játékot, a telepről működő rész pedig, mint tartalékberendezés, csak ritkán kerül üzembe, a régebbi berendezéseknél előállított gyors érintkező-elhasználódás és jelfogó-elállítódás nem következik be. Az üzembiztonság és az élettartam tehát jelentősen megnő. A zavarelhárító beépítése a tárgyalt berendezésnél felesleges, mivel a tartalékberendezés zavartkeltő szaggató jelfogói csak kivételesen és rövid ideig működnek.

Amennyiben kívánatos, a csengetést indító jelfogóval a hálózati csengető-transzformátor szekunderje helyett a primer tekercs kapcsolható. Ez esetben a transzformátor üresjárású áramfogyasztása is megtakarítható.

# Elektronikus vezérlésű váltóáramú szaggatott ívgerjesztő szinképelemzés céljaira

DR BARDÓCZ ÁRPÁD és KEMÉNY ÁDÁM

## Bevezetés

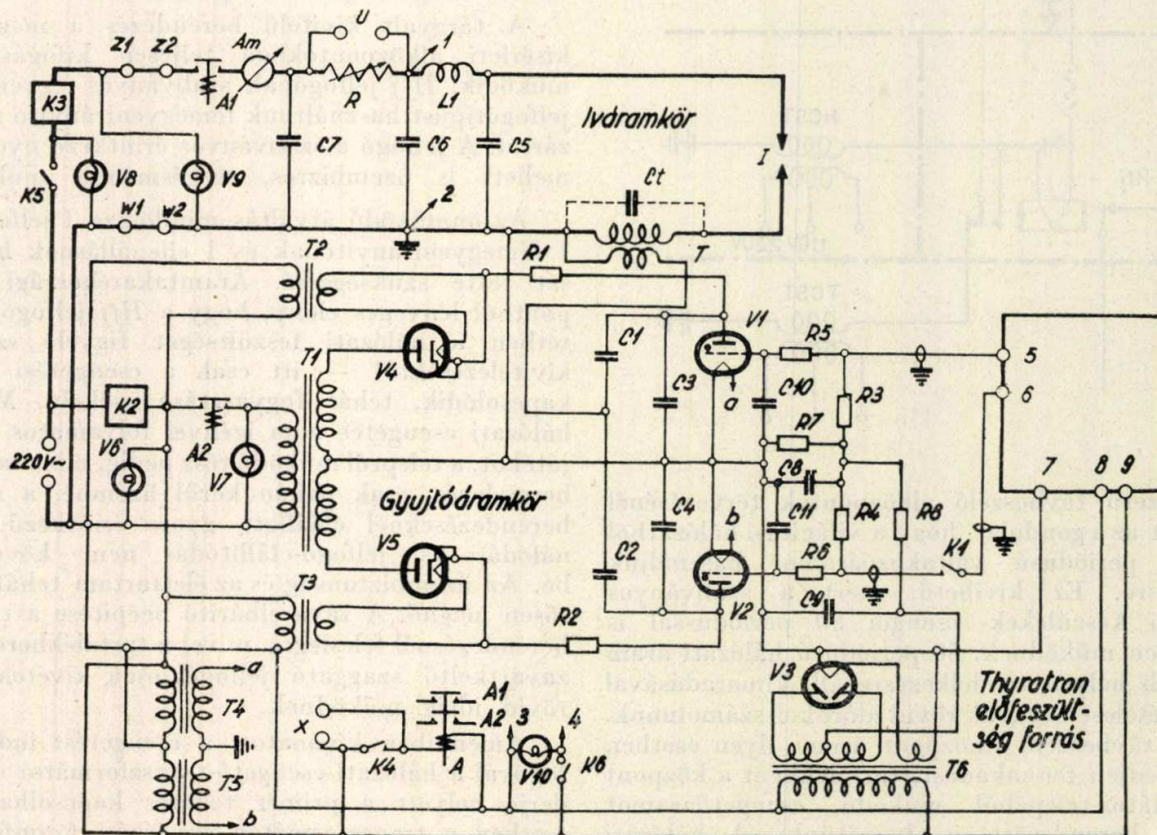
Az irodalom számos olyan spektroszkópiai gerjesztő berendezést ismertet, amelyeknél a szaggatott ívnek vagy kisfeszültségű szikrának az első ízben Pfeilsticker által alkalmazott nagyfrekvenciás gyújtása (1) elektronikus úton előállított nagyfrekvenciájú áramokkal történik (2-8). Korábbi dolgozatokban (9), (10), (11) ismertettünk egy váltóárammal működtetett elektronikus vezérlésű egyenáramú szaggatott ívgerjesztőt. Az ezzel a készülékkel elért jó eredmények arra készítettek, hogy azt továbbfejlesszük, aminek eredménye az itt leírt váltóáramú szaggatott ívgerjesztő.

Az ismertetett készülék működési elve azonos a korábbi készülékével: A szokásos íváramkör minden további vezérlő elem közbeiktatása nélkül, közvetlenül a váltóáramú hálózatra csatlakozik. Az ív gyújtásához szükséges nagyfrekvenciájú és nagyfeszültségű áramokat, amelyek az elemzőkben a gyújtószikrát eredményezik, Tesla-transzformátor szolgáltatja. A Tesla transzformátor primer tekercsével kondenzátor van sorbakötve, ez az áramkör thyatron-csővön át zárul. A thyatron-cső rácsának állandó negatív előfeszültsége miatt ez az áramkör általában nyitott. Ha a kondenzátort feltöltjük és azt az

áram útjának a thyatron-csővön át való megnyitásával a Tesla transzformátor primer tekercsén keresztül kisütjük, a Tesla-transzformátor szekunder oldala nagyfeszültségű gyújtószikrát szolgáltat, amely az ívet gyújtja. A thyatroncső rácsának vezérlése impulzusgenerátor segítségével történik. Az impulzusgenerátor a thyatroncső rácsának negatív előfeszültségénél nagyobb pozitív feszültség-impulzusokat szolgáltat, ennek következtében a cső gyújt. Az impulzusgenerátor rezgésszáma tág határok között változtatható és az a váltóáramú hálózat rezgésszámának valamely alharmonikusával egyenlő. Az ív természetesen csak abban a félciklusban ég, amelyben nagyfeszültségű szikragyújtás van. A következő gyújtás csak az impulzusgenerátor rezgésszáma által meghatározott szünet után fog bekövetkezni.

A korábban leírt szaggatott ívgerjesztő a most leírtól abban tér el, hogy amíg az előző készüléken csak egyirányú polaritású ívek voltak előállíthatók, az újabb készülék váltakozó irányú polaritású szaggatott ívek előállítására alkalmas. Ez a villamos kapcsolás lényeges módosítását vonta maga után.

A szaggatott ívgerjesztő villamos kapcsolási vázlatát az 1. és 3. ábrák szemléltetik. A kapcsolás három részre osztható:



1. ábra. Elektronikus, vezérlésű váltóáramú szaggatott ívgerjesztő kapcsolási vázlat.

- a) ív-áramkörre
- b) gyújtóáramkörre és
- c) impulzusgenerátor áramkörre.

Az első kettőt az 1. ábra, a harmadikat pedig a 3. ábra tünteti fel.

#### a) Az ív-áramkör

Az ív-áramkör (az 1. ábra felső részén vastagon kihuzott rész) a szokásos felépítésű. A hálózatról táplált ívet az  $I$  ívközben keltjük. Az ív begyújtása a  $T$  Tesla transzformátor által indukált nagyfeszültségű és nagyfrekvenciás áramok útján történik.  $L1$ ,  $C6$  és  $C7$  nagyfrekvenciás szűrőelemek és feladatuk, hogy meggátolják a nagyfrekvenciás gyújtóáramokat abban, hogy a hálózatba jussanak. Az  $R$  ellenállás 6 db. porcelán csévére van tekercselve és olyan leágazásokkal bír, hogy az ellenállásrészeket két megfelelően kiképzett kapcsoló segítségével sorba, ill. párhuzamosan kapcsolva a következő rögzített ellenállásértékek állíthatók be: 11, 14, 18, 22, 28, 36, 44, 56, 72 és 112 ohm. Ha az így elérhető legnagyobb áramerősségnél még nagyobb áramerősséggel kívánunk dolgozni, a kivezetett  $U$  kapcsolókra megfelelő áthidaló ellenállás kapcsolható, mellyel a kívánt ellenállás tetszőlegesen beállítható. Mivel az áramkör impedanciája 50 periódusú árammal való táplálásnál 2 ohm körül van, az  $U$  kapcsolókat teljesen rövidre zárva 160 A körüli áramerősséggel lehet dolgozni. A  $Z1$  és  $Z2$  továbbá a  $W1$  és  $W2$  kapcsolatot megszüntetve és  $Z2$ ,  $W2$  kapcsolókra egyenáramot kapcsolva a készülék egyenáramú ív begyújtására is használható. Az ív-áramkör és a gyújtóáramkör bekapcsolása az  $A$  mágneskapcsoló  $A1$  illetőleg  $A2$  érintkezőivel történik. Ha csak a gyújtószikrát akarjuk működtetni, például ellenőrzés céljából, ez az  $A$  mágneskapcsoló bekapcsolt állapota mellett úgy lehetséges, hogy a  $K5$  kapcsolót nyitjuk.

#### a) Gyújtóáramkör

Az 1. ábrán, annak alsó részén feltüntetett gyújtóáramkör az alábbiak szerint működik:

$T1$  transzformátor a  $V4$  és  $V5$  egyenirányító csöveken keresztül a váltóáramú feszültség egyik félperiódusa alatt a  $C1$  és  $C3$ , a másik félperiódusában a  $C2$  és  $V4$  kondenzátorokat 2000 V körüli feszültségre tölti fel. A  $V1$  és  $V2$  thyatroncsövek a töltési idő alatt negatív előfeszültséggel le vannak zárva. Ha a thyatroncsövek rácsára a  $C1$  és  $C3$  illetőleg  $C2$  és  $C4$  kondenzátorok feltöltött állapota mellett pozitív feszültségimpulzust adunk és ezzel a lezárt csövet megnyitjuk, a kondenzátorok kiszűnnek. Korábbi elrendezésnél (9), (10), (11), csak a  $C1$  illetőleg  $C2$  kondenzátorokat alkalmaztuk, amelyek ha a thyatroncsövet nyitjuk azon és a  $T$  Tesla transzformátor primer tekercsén át kiszűnnek és a Tesla transzformátor szekunder tekercsére indukálják a nagyfeszültségű és nagyfrekvenciájú áramokat. A  $C3$  és  $C4$  kondenzátorok alkalmazása lényegesen megnöveli a gyújtóáramok hatásosságát. Ennek magyarázata a következő: A  $V1$  ill.  $V2$  jelű thyatroncsövek begyújtásai után a  $C1$ ,  $C3$  és  $C2$ ,  $C4$  kondenzátorok töltési

feszültsége a zérus értékre esik, ugyanakkor az áramkör önindukcióinak, jelen esetben a Tesla transzformátor primer tekercsének a sarkain a feszültség legnagyobb értékére emelkedik és benne az  $\frac{1}{2} LI^2$  energia halmozódik fel. Ez az energia

azután a  $C1—C3—T$  és  $C2—C4—T$  áramkörben kirezeg és szolgáltatja a nagyfrekvenciájú áramokat. Ha  $C3$  és  $C4$  nem lennének jelen a rezgés második félperiódusában  $C1$  és  $C2$  töltése negatív lenne. Ilyen polaritásnál a soros thyatroncső nem vezet. Ez a tény a rezgéseket egyetlen pozitív lökésre csökkenti.  $C3$  és  $C4$  jelenlétében, amikor  $C1$  sorba van kötve  $C3$ -al,  $C2$  pedig  $C4$ -el a rendelkezésre álló villamos energia a Tesla transzformátor primer tekercsén át akadálytalanul kirezeghet.

A thyatroncsövek nyitásához szükséges pozitív feszültséglökésekről a 3. ábrán megadott impulzus generátor gondoskodik. A thyatroncsövek lezárásához szükséges negatív előfeszültséget az 1. ábrába bejelölt forrás szolgáltatja. Az előfeszültség forrás által szolgáltatott feszültséget  $R7$  és  $R8$  ellenállásokkal leosztva a rácsra mintegy 70 volt negatív előfeszültség jut. Az előfeszültség betáplálása  $R3$  és  $R4$  rácslevezető ellenállásokon keresztül történik.

A thyatroncsövek gyújtása alkalmával (ha a gyújtóimpulzus megérkezik) a  $C1$ ,  $C3$ ,  $C2$ ,  $C4$  kondenzátorok kisütésével 100 Amp. nagyságrendű áram folyik át a csövön. Mivel a rács ilyenkor belemertül a nagy áramsűrűségű plazmába, onnan igen tekintélyes áramot vesz el, mint szonda. A rács és a katód közé egy-egy  $C10$ ,  $C11$  jelű 1000 pF-os kondenzátort helyezünk, hogy a kisütésnél fellépő nagy, a rácsáramból származó, a rácslevezető ellenállásokon eső feszültségimpulzust levezesse. Enélkül a rácsáram, a kisülés pillanatában az  $R3$  és  $R4$  rácslevezető ellenállásokon igen nagy pozitív feszültségesést létesítene, amely visszajutva a vezérlő impulzusgenerátorba, ennek működését zavarhatná. Még helyesebb, — különösen akkor, ha a  $C1$ ,  $C3$ ,  $C2$ ,  $C4$  kondenzátorokat nagyobb feszültségre töltjük, mint ebben a kapcsolásban — az impulzusgenerátor és thyatroncső rácsa közé aluláteresztő szűrőket, vagy még inkább katód-erősítő- (cathode follower) fokozatot iktatni, amelynek kimenő impedanciája kicsi, így azon nem léphet fel nagy feszültségesés.

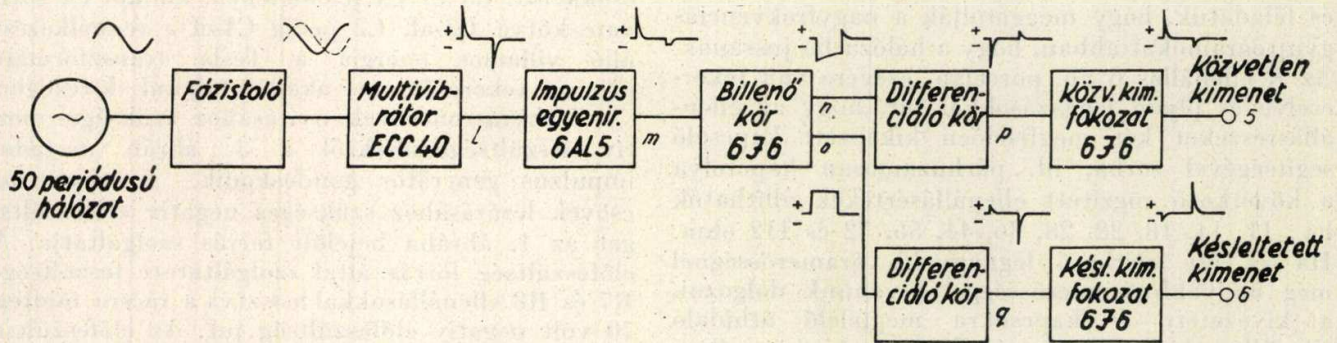
A  $K1$  kapcsoló segítségével  $V2$  működése kiiktatható, mely esetben csak egyirányú polaritású ívünk lesz.

Az 1. ábrában szereplő  $Ct$  jelzésű kondenzátor a  $T$  Tesla transzformátor szekunder tekercsének hangolására szolgál. Ez a hangolás a gyújtószikrák hatásossága szempontjából döntő fontosságú és vagy külön kondenzátorral, vagy pedig a Tesla transzformátor szekunder tekercse szórt kapacitásának (menetszámának) megfelelő megválasztásával történhet. Jelen esetben a Tesla transzformátor szekunder tekercsének menetszámát kísérletileg úgy állapítottuk meg, hogy külön hangoló kondenzátorra nem volt szükség.

Amint az 1. ábrából megállapítható, a  $C1$ ,  $C3$  illetőleg  $C2$ ,  $C4$  kondenzátorok  $V4$  és  $V5$  egyen-

irányító csöveken át a váltóáramú hálózat mindkét félperiódusa alatt ugyanarra a polaritásra telnek fel. Nincs akadálya annak, hogy az előbb említett kondenzátorokat váltóárammal tápláljuk, az egyenáramú táplálás azonban lényeges előnyökkel jár. Az 1. ábra szerinti egyenáramú táplálásnál a V1 és V2 jelzésű thyatroncsövek katódjaföldpotenciálon van, ami szerkezeti egyszerűsítést és a rácsvezérlés egyszerűbb megoldását jelenti. Ha nem kétutas megoldást alkalmazunk, váltóáramú táplálásnál az egyik cső katódja a földhöz képest magas potenciálon van. A C1, C3 és C2, C4

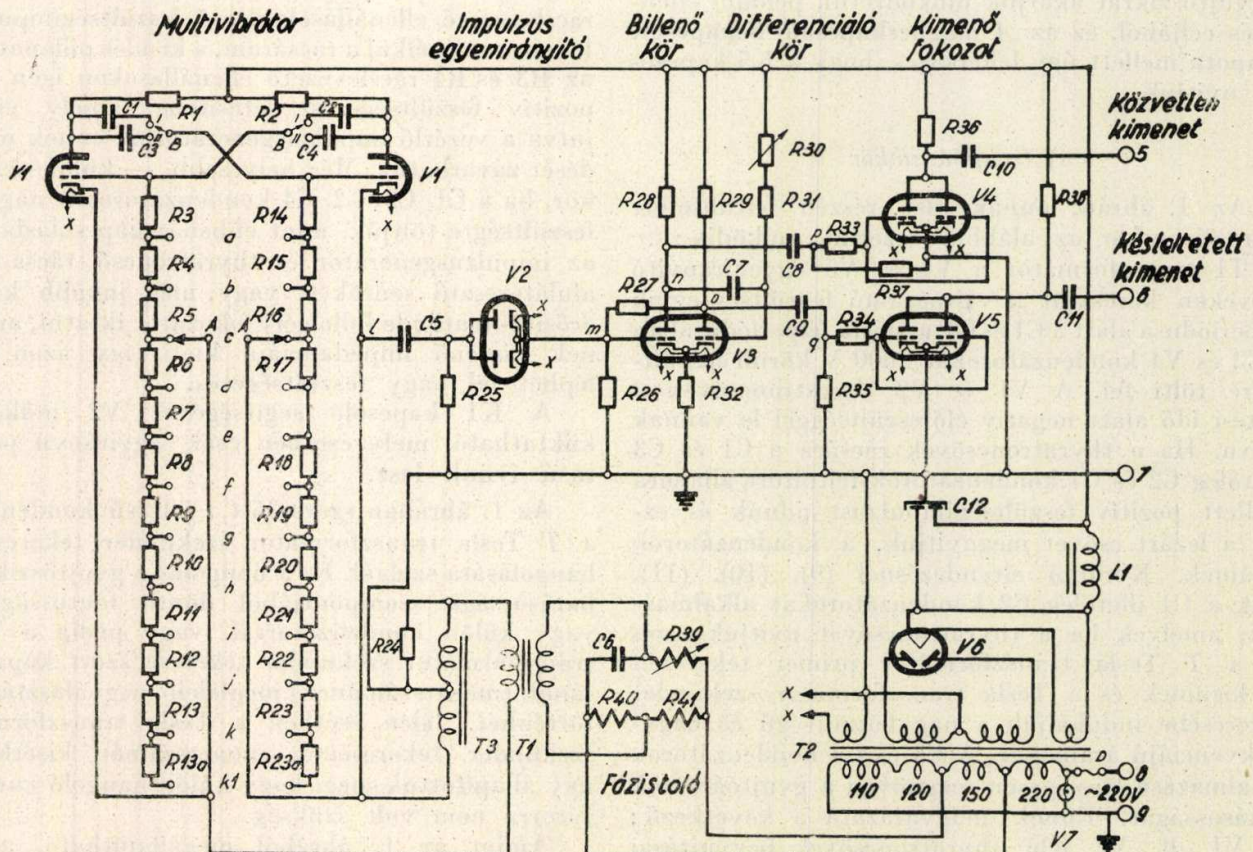
generátor impulzusainak a fázisa a fázistoló segítségével könnyen egyeztethető akár a váltóáramú hálózat feszültségének a fázisával, akár pedig a C1, C3 és C2, C4 kondenzátorok töltési feszültségének a fázisával, fennmarad mint áthidalandó a váltóáramú hálózat feszültségének és a C1, C3 és C2, C4 kondenzátorok töltési feszültségének a fáziskülönbsége. E két utóbb említett feszültség általában nem lesz fázisban. A kondenzátorok váltóáramú táplálása mellett ezt a két feszültséget fázisba hozni csak meglehetősen körülményesen lehet. Ezenkívül még arra is szükség van, hogy az



2. ábra. Az impulzusgenerátor vázlatos felépítése. A berajzolt görbék a feszültség hullámalakját adják az illető pontokban.

kondenzátorok váltóáramú táplálását feltételezve a gerjesztő üzeménél három fázisállást kellene minden esetben egy helyzetbe hozni. Ezek: a váltóáramú hálózat feszültségének a fázisa, a C1, C3 és C2, C4 kondenzátorok töltési feszültségének a fázisa és végül az impulzus generátor impulzusainak a fázisa. Mivel a 3. ábrán ábrázolt impulzus

egy-egy félperiódusán belül változtassuk, ami úgy történik, hogy az impulzus generátorból jövő V1 és V2 csövek rácsait vezérlő impulzusok fázishelyzetét változtatjuk. Ilyen esetekben nem biztosítható az, hogy a C1, C3 és C2, C4 kondenzátorok mindig a kívánt legnagyobb feszültségre teljenek



3. ábra. Impulzusgenerátor kapcsolási vázlata.

fel és ugyanakkor a nagyfrekvenciás gyújtás a leghatásosabb legyen.

Az 1. ábra szerinti C1, C3 és C2, C4 kondenzátorok egyenárammal való táplálása mindezeket a kellemetlenségeket kiküszöböli, mert így kizárólag csak az impulzusgenerátor fázisát kell a hálózati váltóáramú feszültséghez idomítani.

### c) Impulzusgenerátor áramkör

Az impulzusgenerátor vázlatos felépítése a 2. ábra szerinti, részletes kapcsolási vázlata a 3. ábrán látható. Eszerint az a

1. fázistoló
2. multivibrátor
3. impulzus egyenirányító
4. billenőkör
5. differenciáló kör és
6. kimenő fokozat

részekből áll.

A 2. ábra tartalmazza a jellegzetes feszültség-hullám alakokat is az egyes fokozatok után.

#### 1. Fázistoló

Spektroszkópiai vizsgálatoknál váltóáramú szaggatott ívgerjesztőknél a viszonyokat általában úgy állítják be, hogy az ív begyújtása váltóáramú feszültség csúcsertékénél történjen. Az impulzusgenerátorból jövő gyújtó feszültség-lökés fázisa rendszerint nem fog összeesni a váltóáramú feszültség csúcsertékével. A fázistoló híd (3. ábra) lehetővé teszi a két fázishelyzet egyeztetését. Ha a váltóáramú szaggatott ívvel szemben az az igény, hogy a gyújtás az egyes ívek időtartamának meghosszabbítása vagy lerövidítése végett a csúc-feszültségtől eltérő fázishelyzetben történjen, ez a fázistolóval teljesíthető. Ha a multivibrátorral egyik rezgésszámról másikra megyünk át, a V1 és V2 thyatron csöveket vezérlő feszültség-lökés fázishelyzete rendszerint megváltozik. A fázishelyzet megfelelő helyesbítése ilyenkor szintén a fázistoló segítségével történik.

#### 2. A multivibrátor

A multivibrátor segítségével (3. ábra) állítjuk elő az 1. ábra V1 és V2 jelzésű thyatron csövei rácsainak vezérléséhez szükséges feszültség-impulzusokat. Az itt alkalmazott multivibrátorkapcsolás szokásostól annyiban tér el, hogy katódkörében a T3 földszimmetrikus induktivitást tartalmazza. Erre azért van szükség, mert a szokásos kapcsolású multivibrátort szinkronizálva annak kimenetén a negatív feszültségugrások nagy amplitudójúak, míg a thyatroncső gyújtásához szükséges pozitív feszültségugrások amplitudója kicsi. Az itt eszközölt változtatással nagy pozitív feszültség-lökések érhetők el akkor, ha a kimenet a multivibrátor egyik csövének katódjához csatlakozik. A multivibrátor szinkronizálása az 50 periódusú hálózatról a T1 transzformátoron, valamint a fázistoló áramkörön át történik. A szinkronizáló feszültség betáplálása a multivibrátor baloldali csövének katódkörébe történik. A szinkronizálás hatására az áramkör csak a hálózati frekvencia valamely

egésszámú szubharmonikusán adhat feszültség-lökéseket. A rácsáramkör időállódnak megfelelő beállításával a multivibrátor az általunk kívánt rezgésszámmal dolgozik. A 3. ábra adataival a multivibrátor rezgésszámait az I. táblázat szerintiek.

Multivibrátor rezgésszámai/mp

1. táblázat

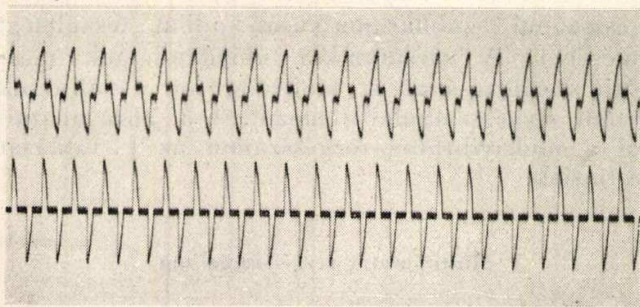
»A« kapcsoló állása	»B« kapcsoló állása	
	I	II
Rezgésszám		
a	1×50	1/5×50
b	1/2×50	1/10×50
c	1/3×50	1/15×50
d	1/4×50	1/20×50
e	1/5×50	1/25×50
f	1/6×50	1/30×50
g	1/7×50	1/35×50
h	1/8×50	1/40×50
i	1/9×50	1/45×50
j	1/10×50	1/50×50
k	1/12×50	1/60×50
l	1/24×50	1/120×50

#### 3. Impulzus egyenirányító

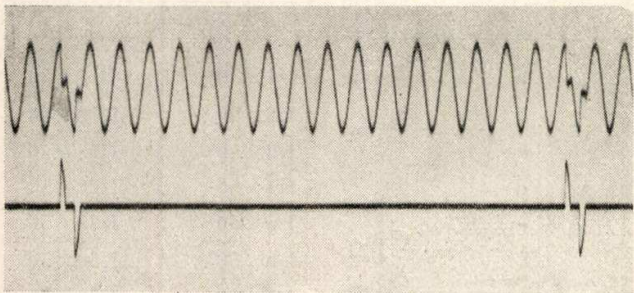
A multivibrátorból jövő jeleket (2 és 3. ábra l pont) a C5—R25 csatoló tagok után (3. ábra) a V2 dióda egyenirányítja, így a multivibrátorból jövő kétirányú impulzusból a negatívot levágja.

#### 4. Billenő kör

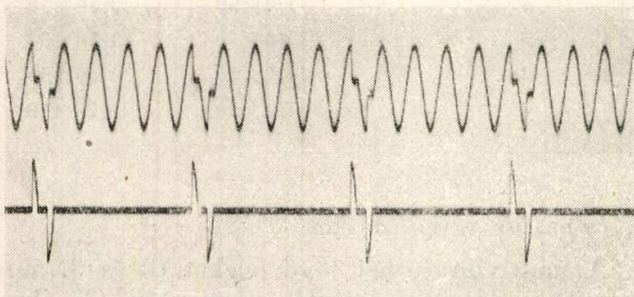
A billenő körnek (3. ábra) az a szerepe, hogy egyetlen pozitív bemenő impulzus ellenében, kimenetén két egymástól 10 millimásodperc időtávolságra lévő impulzust adjon. A multivibrátor ugyanis, mivel a hálózattal szinkronizálva van, legfeljebb 50/mp rezgésszámmal dolgozhat. Billenő áramkör alkalmazása nélkül másodpercenként csak 50 impulzusunk lenne az 50 periódusú hálózat másodpercenkénti 100 félperiódusával szemben. Másodpercenként 50 impulzussal csak a váltóáramú hálózat minden második félperiódusában tudnánk ívet kelteni. Ilyen elrendezésű volt a korábban ismertetett szaggatott ívgerjesztő (9), (10), (11), Hasonló ívgerjesztővel ezenfelül csak egypolaritású ívek kelthetők. A spektroszkópiai elemző gyakorlat másodpercenként 100, ezenfelül pedig váltakozó irányú ívet is kíván. A billenő kör segítségével megvalósítható a másodpercenkénti 100 impulzus. A két impulzus közötti időkülönbséget a kapcsolási rajz C7, R30 és R31 elemeinek (3. ábra) időállódnak határozza meg és ez az R30 potencióméter elállításával változtatható. Ennek segítségével a megkívánt 10 millimásodperc időkézés (180 villamosfok) pontosan beállítható. A billenőkört a 3. ábra m pontjában lévő pozitív impulzus indítja.



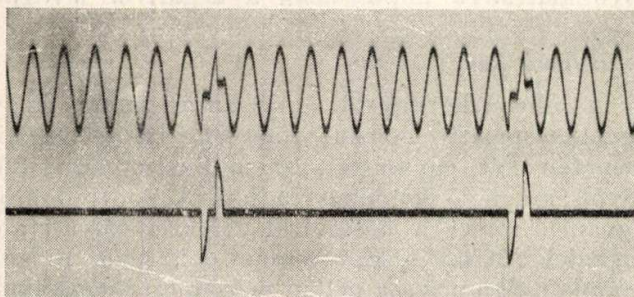
a



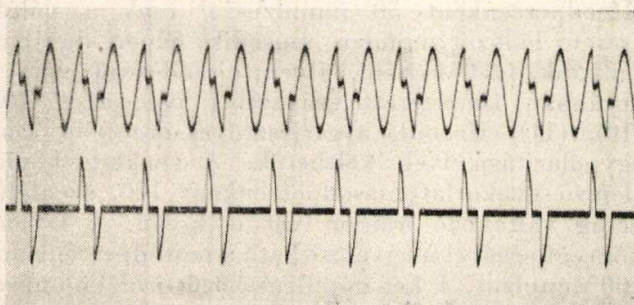
b



c



d



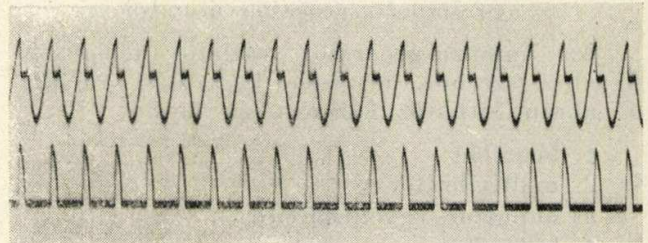
e

4. ábra. Szaggatott ívgerjesztő működése.

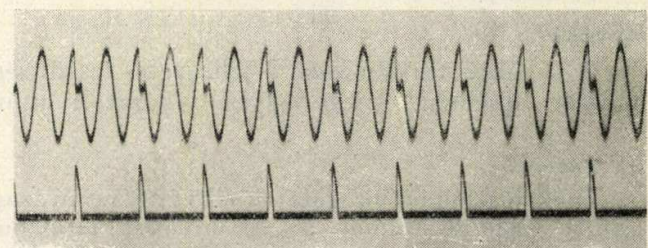
Felső görbék a feszültséggörbék, alsó görbék az áramgörbék. A felső görbéknel a szinusz alapgörbe a váltóáramú hálózat feszültséggörbéje. a ív minden félperiódusban; b ív két egymástkövető félperiódusban, melyet két félperiódusban szünet követ; c ív két egymástkövető félperiódusban, amelyet négy perióduson át szünet követ; d ív két egymást követő félperiódusban, amelyet tizenegy perióduson át szünet követ; e ív két egymást követő félperiódusban, amelyet tizenhat perióduson át szünet követ.  
A feszültség léptéke kb. 120 V/mm, az áram léptéke 0,9 A/mm.

### 5. Differenciáló áramkör

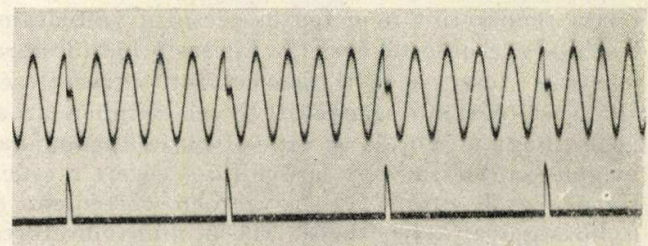
A billenő kör által szolgáltatott feszültségugrásokat, melyek a két anódon ( $n, o$  pontok) jelennek meg), a C8, R37 és C9, R35 differenciáló körökkel differenciáljuk. A billenő körből kijövő hasznos feszültségimpulzusok negatív előjelűek.



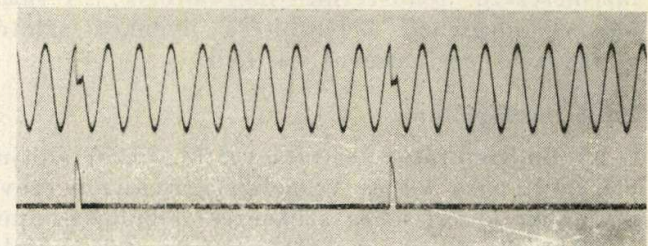
a



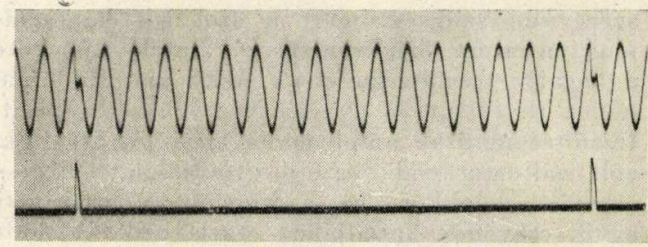
b



c



d



e

5. ábra. Szaggatott ívgerjesztő működése.

Felső görbék a feszültséggörbék, alsó görbék az áramgörbék. A felső görbéknel a szinusz alapgörbe a váltóáramú hálózat feszültséggörbéje. a ív minden második félperiódusban; b ív minden negyedik félperiódusban; c ív minden tizedik félperiódusban; d ív minden huszonegyedik félperiódusban; e ív minden harmincegyedik félperiódusban.  
A feszültség léptéke kb. 120 V/mm, az áram léptéke 0,9 A/mm.

## 6. Kimenő fokozat

A kimenő fokozat szerepe részben abban van, hogy az előbbieken előállított negatív feszültségimpulzusokat pozitívvá alakítsa, mert a gyújtó áramkör thyatron csöveinek vezérléséhez erre van szükség. A kimenő fokozat szerepe másrészt még az is, hogy a billenő kört szétválassa a thyatron áramkörtől és annak működését utóbbi befolyástól mentesítse.

A  $p$  és  $q$  (2. és 3. ábrák) pontokban kapott differenciált jelek pozitív részét az R33 és R34 ellenállásokkal ellátott rácsáramkör, mint dióda vágja.

A kimenő fokozat V4 és V5 jelzésű csövei zérus előfeszültségen dolgoznak, meglehetősen nagy anód munkaellenállással, így anódjuk a közös földponthoz képest igen alacsony, pozitív potenciálon van, mivel R36 és R38 munkaellenállásokon a csövek nagy árama miatt a feszültségesés igen nagy. Ha a  $p$  és  $q$  pontokban a negatív impulzusok a csövet az impulzus időtartama alatt lezárják, úgy az anódáram zérus lévén, a kimeneti pontok a tápláló pozitív telepfeszültség potenciáljára ugranak fel, nagy pozitív feszültségimpulzust adva.

### A működés szemléltetése

A szaggatott ívgerjesztő működését a 4. és 5. ábrák oszcillogramjai mutatják be. Az oszcillogrammok a viszonyokat az 1. ábra  $I$  ívközén szemléltetik. A felső görbe az  $I$  ívközben a feszültség, az alsó görbe az áramviszonyokat adja. Az összes képekben a felső görbéknél a sinus alapgörbe az 50 periódusú váltóáramú hálózat feszültség-görbéje. A felvételek Siemens hurkos oszcillográffal készültek.

A 4. ábra  $a$  képe azt az esetet mutatja be, amikor a váltóáramú feszültség minden félperiódusában van ív. Az 5. ábra  $a$  képén minden második félperiódusban van ív, egyirányú ívvel van dolgunk. A 4. ábra  $b$  képén két egymást követő félperiódusban van ív, ezt egy perióduson át szünet követi. Az 5. ábra  $b$  képén minden negyedik félperiódusban van ív (egyirányú) és így tovább.

A 4. és 5. ábrákon bemutatott oszcillogrammokon az ív begyújtása mindenütt a váltóáramú feszültség csúcsértékénél történt. A gyújtás fázisának megfelelő megválasztásával könnyen lehet olyan beállításokat eszközölni, hogy egy-egy félperióduson belül hosszabb vagy rövidebb ívünk legyen. A 6. ábra oszcillogrammjai hasonló lehetőségeket mutatnak. Ez a diagramm ugyancsak az 1. ábra  $I$  ívközén adja a viszonyokat.

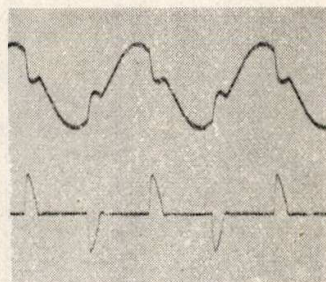
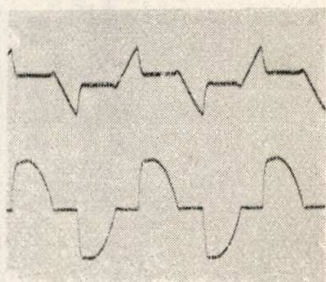
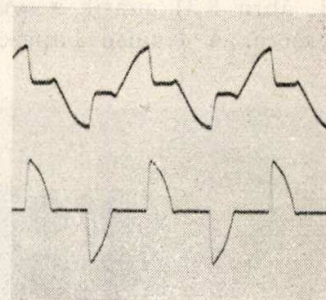
### A készülék felépítése

A készüléket állványával együtt a 7. ábra, nyitott állapotban a 8. ábra szemlélteti. A készülék felépítésének módját részben természetes elrendezése, részben az az igyekezet, hogy alapterülete minél kisebb legyen, szabták meg. Alapterülete  $55 \times 20$  cm, magassága 70 cm, asztalon, vagy külön erre a célra készített gördíthető állványon helyezhető el. Mivel nem külön a célra készült

alkatrészekből épült, ezek megfelelő méretezésével méretei még tovább csökkenthetők. Ha tekintetbe vesszük még, hogy a készülékben katódsugar oszcilloszkóp is van és hogy az áramkorlátozást szolgáló ellenállások is be vannak építve, mérete kicsinek minősíthető.

Az ívgerjesztő belső elrendezését a 8. ábra szemlélteti, ahol a készülék fedél nélkül oldalnézetben látható. Az egyes részek négy szintben helyezkednek el. Legfelül van az impulzus generátor (2. és 3. ábra), ami azért került ide, hogy a gyújtóáramkörtől és a Tesla transzformátortól eredő villamos zavaroktól távol legyen. Az impulzus generátortól a gyújtóáramkörtől a gyújtóimpulzusok árnyékolt vezetéken jutnak. A felülről számított második szintet az oszcilloszkóp foglalja el. Ugyancsak felülről számított harmadik szinten a Tesla transzformátor és a mágneskapcsoló (1. ábra A, A1 és A2) helyezkednek el. A Tesla transzformátor két oldalán vannak a gyújtóáramkör nagyfeszültségű kondenzátorai (1. ábra C1, C3, C2, C4). A legalsó szint a gyújtóáramkör elemeit tartalmazza. A két felső szint hátsó részén vannak az áramkorlátozó ellenállások. (1. ábra R).

A készülék kezelőlapját a 7. ábra mutatja be. A baloldali felső forgató-gomb a fázistoló potencióméteré (3. ábra R39), jobboldalt van az impulzus generátor rezgésszámát beállító gomb. (3. ábra A). Ezek között jelzőlámpa és a multivibrátor két különböző rezgésszámú tartományára való átkapcsolója van (3. ábra B). Ezek után két kapcsoló következik, amelyek segítségével az ív áramkör ohmos ellenállása állítható be, közöttük jelzőlámpa van. A felsorolt négy szabályozó alatt van az oszcilloszkóp ernyője, körülötte az oszcilloszkóp nyolc szabályozó gombjával. A Tesla transzformátor szintjének megfelelő részén árammérő helyezkedik el, körülötte négy jelző-



6. ábra. A feszültség és áram lefolyása az 1. ábra szerinti kapcsolás  $I$  ívközén, ha a gyújtás különböző fázisállások mellett történik. Az impulzusgenerátor rezgésszáma 100 mp. Felső görbe minden képen a feszültség-görbe, alsó görbe az áramgörbe.  $b$  gyújtás minden félperiódusban a hálózat feszültségcsúcsértékénél;  $a$  gyújtás a feszültségcsúcsérték előtt;  $c$  gyújtás a feszültségcsúcsérték után. Feszültséglépték: 120 V/mm, áramlépték: 0,9 A/mm. Az egymást követő gyújtások időtávolsága 0,01 mp.

lámpával. Az árammérő alsó részével egy vonalban van a mágneskapcsolót vezérlő kapcsoló (1. ábra K4), valamint a multivibrátor egyik impulzusának kapcsolója (1. ábra K1) Az árammérő alatt két automata kapcsoló van, egyik az íváramkör (1. ábra K3), másik a gyújtóáramkör (1. ábra K2) részére. A legelső kapcsoló (1. ábra K5) az ív-

van szó, hogy 2000 V körüli feszültségre feltöltött  $2 \times 15\,000$  pF kapacitású kondenzátort kell a T Tesla transzformátor 10 primer menetén és a thyatroncsöveken át kisütni másodpercenként 50-es gyakorisággal. A kisülés folyamán előáll az áramerősség legnagyobb értéke 100 A nagyságrendű, ami ha igen rövid időre is, a cső igen komoly igénybevételét jelenti. A készülék üzeménél két-fajta csövet próbáltunk ki, amelyek műszaki adatai a 2. táblázatban vannak összefoglalva.

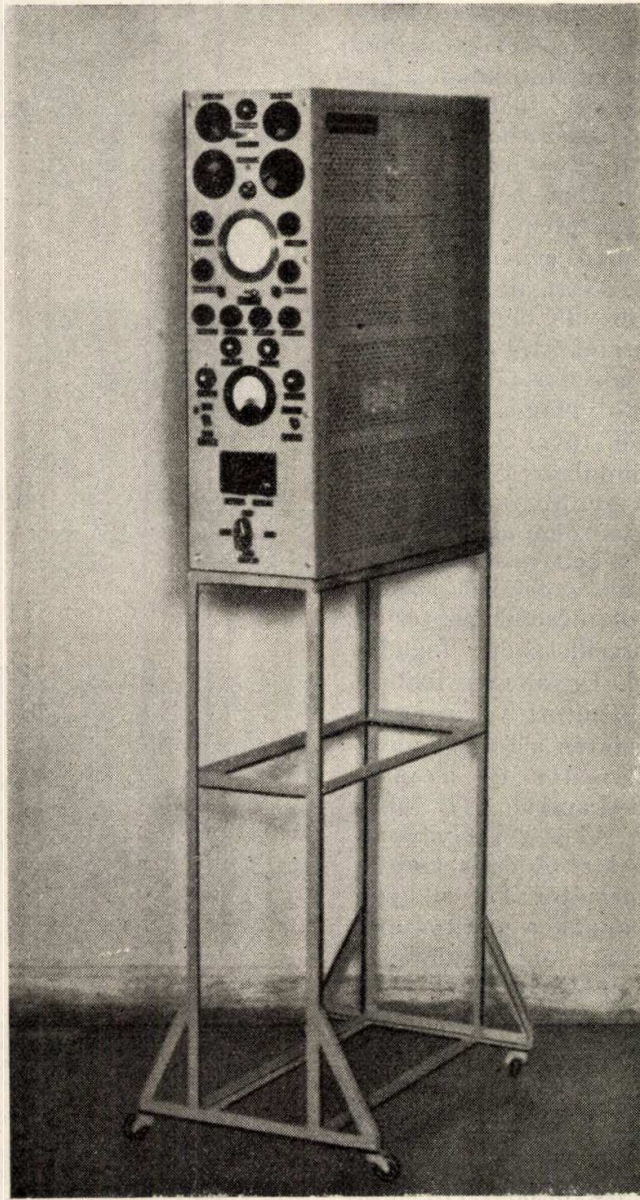
2. táblázat

Higanyóztöltésű thyatroncsövek adatai

Jelzés	Fűtő feszültség V	Fűtő áram A	Anód feszültség V	Invers anód-feszültség V	Legnagyobb anód-áram A	Átlagos anód-áram A	Legnagyobb anódáram legfeljebb 0,1 mp-ig A
GRG 4	5	10	10000	10000	15	4	16
GRG 250/3000	2,5	5	2500	5000	2	0,25	

Az 1. ábra C1 és C2 kondenzátorainak 15 000 pF-os kapacitás értéke mellett, 3 000 V töltési feszültséggel és GRG4 jelű cső alkalmazásával hónapokig tartó üzem mellett sem volt észlelhető a thyatron csöveken fáradás. Ennek a csőnek a méretei azonban ehhez a berendezéshez viszonyítva nagyok és meglehetősen drága is. Második változatként a 2. táblázatban megadott üzemi jellemzőkkel bíró GRG 250/3 000 jelű thyatroncsövet próbáltunk ki.

Mivel a készülék szokásos használata mellett csak aránylag hosszú idő után tudtunk volna képet nyerni a thyatron-csővek élettartamát illetően, ezért azokat erőltetett ütemű tartóssági próbának vetettük alá. A kipróbálási viszonyok



7. ábra.

áramkört kapcsolja ki akkor, ha ellenőrzés céljából csak a gyújtóáramkört akarjuk működtetni.

A készüléket távvezérléssel is lehet működtetni, ennek csatlakozása a készülék hátlapján történik (1. ábra X).

A szaggatott ívgerjesztő egyébként az elektronikus készülékekben használt szokásos alkatrészekből épül fel.

A thyatroncsövek és a gyújtószikra

A készüléknek sarkalatos része az 1. ábra V1 és V2 jelű thyatron-csövei, miértis ennek kissé különös figyelmet kell szentelni. Itt arról



3. ábra.



az 1. ábra szerinti voltak. A tartóssági próba alatt a készüléket napi 6—12 órán át járattuk megszakítás nélkül a legnagyobb gyújtási gyakoriságok tartományában. Több csővel végzett párhuzamos próba azt mutatta, hogy egy-egy GRG 250/3 000 jelű thyatroncső átlagos élettartama a tartóssági próba üzemi viszonyai mellett 150—160 óra. A tartóssági próba alatti üzemi viszonyok azonban nem tekinthetők normálisnak és a csövek élettartama a szokásos üzemi viszonyok mellett sokkal hosszabb. Természetesen legmegfelelőbbek a célra hidrogén thyatron csövek.

A gyújtóáramkör által szolgáltatott gyújtószikrák erőssége általában kisebb, mint más nagyobb teljesítményű berendezések által adott szikráké. A GRG4 jelű cső alkalmazásával és 3000 V körüli kiindulási feszültséggel azonban olyan jó gyújtószikrák érhetőek el, amelyek nem lehetnek kifogásolhatók. A GRG 250/3 000 jelzésű cső felhasználásával és 2000 V kiindulási feszültséggel előállított szikrák a kisebb energiának megfelelően gyengébbek. Az itteni viszonyok mellett előállítható gyújtószikra hossza 5 mm átmérőjű hengeres elektródok alkalmazásával a villamos értékek legkedvezőbb beállítása mellett 15 mm. A gyújtószikra gyenge volta azzal az előnnyel jár, hogy gyakorlatilag nem hagy nyomot a színképen, ezzel szemben nagyobb szikraköz távolságoknál egyes esetekben gyújtási nehézségek léphetnek fel. A szokásos 2-3 mm nagyságú ívköz mellett a szikraközök ultraibolya fénnel besugározva vagy ionozó tüt használva (11a) azonban ezek a nehézségek gyakorlatilag kiküszöbölődnek. Szénelektrodok és szén-ellenelektrodok alkalmazása mellett gyújtási nehézségek egyáltalában nincsenek. Itt tekintetbe kell azonban venni azt, hogy a GRG 250/3000 jelű cső a szélső határt jelenti ilyen típusú csöveknek az itt leírt célra való alkalmazásánál. Ezen az elven működő szaggatott ívgerjesztők építésénél teljesítményben a 2. táblázatban megadott két fajta cső között elhelyezkedő csőtípusokat, — célszerűen hidrogén thyatronokat — kell alkalmazni 2500—3000 V üzemi feszültség mellett. Ilyen csőtípusok hiánya kényszerítette a GRG 250/3000 jelű cső felhasználására.

A hosszú kísérletek folyamán elért eredmények nem indokolják azt, hogy spektroszkópiai gerjesztőberendezések vezérlésénél a thyatroncsövek eddig egész ritka kivételtől eltekintve (6) gyakorlatilag nem kerültek felhasználásra.

Néhány megjegyzés a felhasznált Tesla transzformátorral kapcsolatban szintén hasznos lehet a gyakorlat számára. A kísérletek azt mutatták, hogy a rendelkezésre álló aránylag kis gyújtóenergia miatt a Tesla transzformátort kis veszteségűre kell készíteni, azonkívül akkor volt a gyújtás a legjobb hatásfokú, ha a primer menetek a transzformátor teljes hosszában helyezkedtek el. A kis veszteség elérése végett a tekercsetek bordás testekre helyeztük. Annak folytán, hogy a primer meneteket a transzformátor teljes hosszában helyeztük el, komoly szigetelési feladatot kellett megoldani, mert a szokásos szigetelésű huzalok alkalmazása mellett a primer és szekunder menetek közötti

részen bizonyos használati idő után először a korona kisülés és később az átütés nem volt elkerülhető. A végleges elrendezés szerint a Tesla transzformátor primer tekercsét 40000 V-ra szigetelt gumikábelből, a szekunder tekercset pedig egyszer zománc és egyszer selyem szigetelésű huzalból készítettük. Ilyen körülmények között a Tesla transzformátor üzembiztosan működik.

A rendelkezésre álló 40 000 V szigetelésű kábel szabta meg a Tesla transzformátor primer tekercse huzaljának átmérőjét.

### Általános megjegyzések

A szaggatott ívgerjesztővel 1 és fél év óta dolgozunk és azt minőségi és mennyiségi meghatározásokhoz alkalmazzuk. A vele elért részletes elemzési eredményekről külön dolgozatokban fogunk beszámolni. Ettől függetlenül már most megemlítjük, hogy a vizsgálat tárgyát ólom, acél, alumínium, magnézium, platina, porok, ércék stb. képezték még pedig mind nagytisztaságú, mind pedig ötvözött állapotban. Külön nagy feladat az intézetben a színképtiszta szén vizsgálata, amit szintén ezzel az ívgerjesztővel végzünk.

A tapasztalat azt mutatja, hogy ezzel a szaggatott ívgerjesztővel különösen kellemesen gerjeszthetők könnyen olvadó anyagok, mint ólom. Ezeknek a könnyen olvadó anyagoknak gerjesztése tetszőleges áramerősséggel történhet, mert az ívek gyakoriságát úgy lehet beállítani, hogy az elektródok káros felmelegedése és esetleges megolvadása elkerülhető legyen.

Az elemző gyakorlat azt mutatja, hogy oldatok gerjesztésénél rendszerint meg kell alkudni a helyzettel abban a tekintetben, hogy a gerjesztési viszonyokat nem a legmegfelelőbb gerjesztési követelmények szerint, hanem úgy állítjuk be, hogy a folyadék káros felmelegedése esetleg felforrása elkerülhető legyen. Különösen érvényes ez olyan korszerű folyadékgerjesztési viszonyok mellett, mint a forgó elektródos (12), vagy hüvely elektródos (13).

Ayres és Berg (14) közlik pld., hogy a palladium, platina, iridium és rhodium meghatározásánál hüvely elektród alkalmazásával a nagyobb érzékenység elérése végett váltóáramú ívet kívántak alkalmazni. Ezt nem lehetett azonban megvalósítani, mert az oldat sokkal korábban felforr, minthogy színképet lehetett volna előállítani. Hasonló nehézségekről ad számot Scribner és Ballinger (15) is bronzok elemzésével kapcsolatban, ahol a nagyobb érzékenység elérése végett nagyenergiájú szikrakisülésre volna szükség. Nagyenergiájú szikrakisülés esetén azonban az oldat szintén felforr. Gambrill, Gassmann és O'Neill (12) olajok fémtartalmának forgó elektródokkal való spektroszkópiai meghatározásánál azt találták, hogy a szikra elég nagy érzékenységet ad ólom meghatározásnál, de a gerjesztési viszonyokat úgy kellett megválasztani, hogy az olajminta felmelegedése mérsékelt legyen. Ilyen esetekben az itt ismertetett gerjesztő a célnak legjobban megfelelő. Ez a készülék lehetővé teszi, hogy megfelelően alacsony gyújtási gyakoriságok mellett hüvely elektródba

helyezett folyadékot 150A nagyságú áramerősséggel gerjesszünk anélkül, hogy a folyadék felforrna.

A spektroszkópus gyakran találkozik ívgerjesztés közben azzal a nehézséggel, hogy ha az elektródok felmelegszenek, a nagyfeszültségű gyújtás elveszti vezérlőképességét, mert a thermionos hatás következtében az elektródokon külön gyújtás nélkül is keletkezik ív. Tapasztalatunk azt mutatja, hogy az itteni beállítathatósággal mindig meg lehet találni azt az ívelési gyakoriságot, amely mellett önbegyulladás nem fog bekövetkezni.

A spektroszkópiai gyakorlatban sok esetben kellemtlenül rövid megvilágítási időkkel kell dolgozni, ha el akarjuk kerülni azt, hogy felvételünk ne legyen túlvilágítva. Egyes esetekben ezen úgy szoktak segíteni, hogy a fényforrást távol viszik a spektrográf részétől. Ez a fogás azonban sokszor helyszűke miatt, máskor viszont azért nem gyakorolható, mert leképezéssel dolgozunk. A fénycsökkentésnek forgó tárcsákkal eszközölt módja az intermittens megvilágításból és a szinkronizmusból származó hátrányai miatt nem gyakorolható kellemesen. Szűrők alkalmazása azok szelektív tulajdonsága miatt sem a legcélszerűbb fénycsökkentő eljárás. Ezenfelül a fényerősség csökkentésének ezek a módozatai külön eszközöket kívánnak. Ezzel a szaggatott ívgerjesztővel a fényerősség beállítása minden további eszköz igénybevétele nélkül egyszerűen azzal a fogással eszközölhető, hogy az ívelés gyakoriságát állítjuk be.

### Összefoglalás

A dolgozat szinképelemzésben használt elektronikus vezérlésű váltóáramú táplálású szaggatott ívgerjesztő berendezést ismerttet. Az íváramkör a szokásos elrendezésű. A gyújtószikrák előállítása nagyfeszültségre feltöltött kondenzátornak thyatron csövön és Tesla transzformátor primer tekercsén át való kisütése által történik. A thyatroncső rácsát impulzus generátor által szolgáltatott feszültség impulzusok vezérlik. Az impulzus generátorban lévő multivibrátor segítségével a gyújtóimpulzusok időegységre eső száma tág határok között változtatható. Ezen tulajdonsága mellett a szaggatott ívgerjesztő a szokásos gerjesztési lehetőségek mellett kiválóan alkalmas forgó elektródos vagy hüvely elektródos oldatelemzéshez, mert az ívelési gyakori-

ság megfelelő beállításával elkerülhető a folyadék káros felmelegedése, illetőleg felforrása.

### Köszönetnyilvánítás

A szaggatott ívgerjesztő felépítésénél kifejtett kiváló munkájáért *Mancz Ferenc*, az oszcillogrammok elkészítésénél való közreműködéséért pedig *Sibalszky Zoltán* tudományos munkatársakat köszönet illeti meg.

### IRODALOM

1. Pfeilsticker, K., Der Abreissbogen mit Hochfrequenzzündung. Zs. Elektrochem. 43, 719, 1937.
2. Finden, O.: Abreissbogen nach Pfeilsticker. Zs. Metallkunde 30, 213, 1938.
3. Braudo, C. J. and Clayton, H. R.: An Improved Spectrographic Source, J. Soc. Chem. Ind. 66, 259, 1947.
4. Braudo, C. J., Craggs, J. D. and Williams, G. C.: On the Excitation Temperature in a Spectroscopic Spark Source. Spectrochim. Acta 3, 546, 1949.
5. The British Aluminium Co. Ltd. Analysis of Aluminium and its Alloys, 1949.
6. Dwyer, R. J.: A Variable Frequency Electronic Interrupter for Direct Current Arc. J. Opt. Soc. Amer. 40, 180, 1950.
7. Kemmler, F.: Anordnung zum Erzeugen elektrischer Bogenentladungen regelbarer Frequenz und Intensität für spektralanalytische Zwecke. 712.654 sz. német szabadalom, 1941.
8. Nährung, Z.: Neuerungen auf dem Gebiet der Spektroanalyse. Messtechnik, 18, 113, 1943.
9. Bardócz Á.: Elektronically Controlled A. C. Interrupted Arc Source for Spectrographic Purposes. J. Opt. Soc. Am. 42, 1952, 357—59.
10. Bardócz Á.: Investigations Concerning Light Sources for Spectrum Analysis II. Electronically Controlled A. C. Operated D. C. Arc. Source. Acta Physica Hungarica (Sajtó alatt).
11. Bardócz Á.: Elektronikus vezérlésű szaggatott ívgerjesztő szinképelemzés céljára. Elektrotechnika 44, 273, 1951.
- 11/a. Balz, G., Kaiser, H. und Keck, P. H.: Ein einfaches Mittel zur Beseitigung von Zündschwierigkeiten bei Funken und elektrisch gezündeten Abreissbögen. Spectrochim. Acta 2, 92, 1944.
12. Gambrill, C. M., Gassmann, A., G. and O'Neill, W. R.: Spectrographic Analysis of New and Used Lubricating Oils. Anal. Chem. 23, 1365, 1951.
13. Feldman, C.: Direct Spectrochemical Analysis of Solutions Using Spark Excitation and the Porous Cup Electrode. Anal. Chem. 21, 1041, 1949.
14. Ayres, G. H. and Berg, E. W.: Spectrographic Determination of Palladium, Platinum, Iridium and Rhodium. Porous Cup Technique. Anal. Chem. 24, 465, 1952.
15. Scribner, B. F. and Ballinger, I. C.: Spectrochemical Analysis of Bronze by a Porous Electrode Method. J. Res. Nat. Bur. Stand. 47, 221, 1951.

# Egyenáramú erősítők

TARNAY KÁLMÁN

## Bevezetés.

Csővoltagemérők, szigetelésmérők, stabilizátorok, szervoverendezések, orvosi műszerek (elektrokardiográf, encephalográf stb.) elektronikus kémiai műszerek (titriméterek, nullindikátorok stb.) fontos részei az egyenáramú erősítők, melyek igen lassú feszültségváltozások erősítésére szolgálnak. Az egyenáramú erősítőkkel szemben rendszerint fennáll az a követelmény, hogy bemenőellenállásuk igen nagy, gyakran százezer megohm nagyságrendű legyen.

Az egyenáramú erősítők két kapcsolási alaptípusa:

- I. közvetlen csatolású erősítők
- II. átalakítós (vivőhullámú) rendszerek

### I. Közvetlen csatolású erősítők.

A közvetlen csatolású erősítők általános ismeretése lapunk egy későbbi számában kerül sorra. Ebben a cikkben csak igen nagy erősítést nyújtó fokozatokkal, valamint a közvetlen csatolású erősítő első, nagy bemenő ellenállású fokozatával foglalkozunk.

Az elektroncsövek a negatív rácsfeszültségtartományban sem vezérelhetők árammentesen. A különböző okokból keletkező rácsáram értéke kommerciális csöveknél általában nem szorítható  $10^{-10}$  amper alá, és csak különleges csőkonstrukcióval lehet  $10^{-15}$ — $10^{-16}$  amper nagyságú rácsáramot elérni.

#### A rácsáram.

Elektroncsövek rácsáramát főként az alábbi jelenségek okozzák:

a) Indulóáram. A katódból kilépő elektronok sebessége Maxwell eloszlást követ, tehát nullától végtelenig terjed. Azoknak az elektronoknak a száma, melyeknek sebessége  $v$  és  $v + dv$  között van

$$dn = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left( \frac{m}{kT} \right)^{3/2} v^2 \varepsilon^{-\frac{mv^2}{2kT}} n dv \quad 1.$$

ahol

- $n$  az összes elektronok száma
- $m$  az elektron tömege
- $k$  a Boltzman-állandó
- $T$  az abszolút hőmérséklet

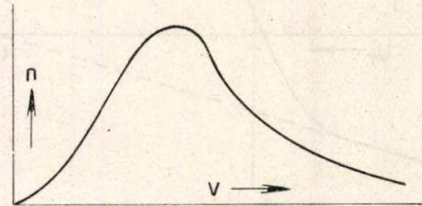
Csak azok az elektronok juthatnak el a rácsra, melyeknek kinetikus energiája nagyobb, mint a rács potenciális energiája,  $eU_r$ , ezek hatására keletkezik egy

$$I = I_s \varepsilon^{\frac{eU_r}{kT}} \quad 2.$$

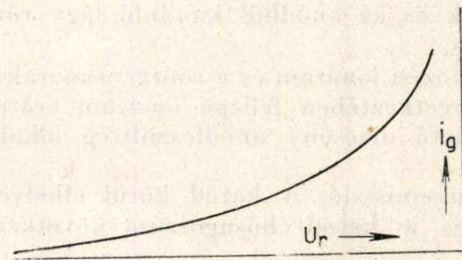
nagyságú indulóáram, ahol  $I_s$  a katód telítési árama.

A 2. formulából látható, hogy az indulóáram három úton csökkenthető:

1. nagy negatív előfeszültség alkalmazásával;
2. alacsony katódhőfok beállításával;
3. kis telítési áramú katód alkalmazásával.



1. ábra. Maxwell-eloszlás.



2. ábra. Indulóáram-karakterisztika

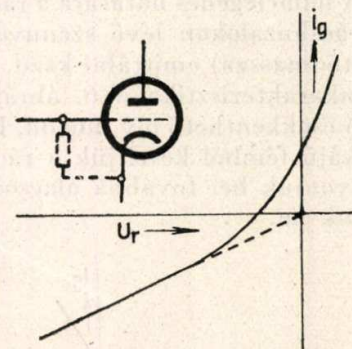
b) Kúszóáramok: szigetelési hibák, üveg felületi vezetése és üvegelektrolízis okozzák. A kúszóáramok jelentősen csökkenthetők.

1. színüveg kivitelű csővel, vagy felső rácskivezetés alkalmazásával,

2. megfelelő minőségű, nagy felületi szigetelő-képességű üvegből készült ballonnal,

3. szerves szilíciumtartalmú vegyületekből álló víztaszító bevonatokkal.

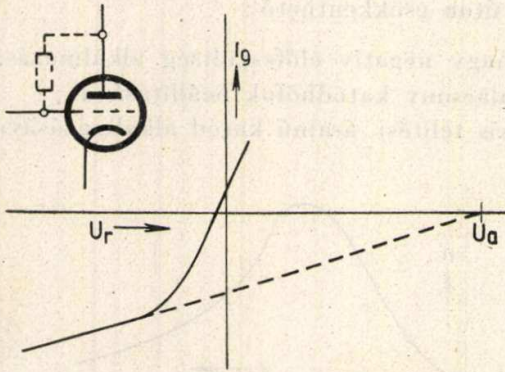
Kúszóáram okozta rácsáram jellege a 3. és 4. ábrán látható.



3. ábra. Rács-katód átvezetés

c) Ionáram. Az ionáramot jórészt az okozza, hogy a csőben evakuálás után is maradnak gáz-

molekulák. Az anód felé haladó elektronok a molekulákkal ütközve ionizációt okoznak, a keletkező ionok a legnegatívabb elektroda, a rács felé haladnak. Az ütközési ionizáció következtében fellépő rácsáram jellegzetessége, hogy arányos az anódárammal, és ezért annál a rácsfeszültségértéknél indul, amelynél az anódáram (5. ábra).

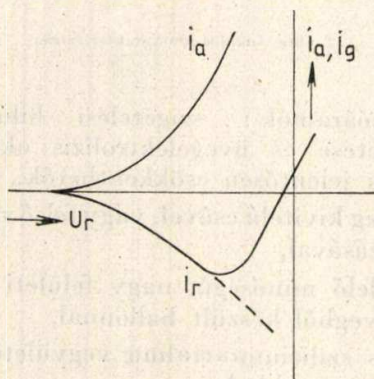


4. ábra. Rács-anód átvezetés

Ionáramot hoznak létre a csövet érő kozmikus sugárzások és az anódból kiinduló lágy röntgensugarak is.

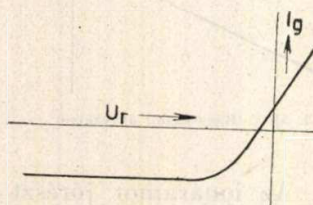
Az ütközési ionáram és a röntgensugarak keletkezése következtében fellépő ionáram erőteljesen csökkenthető alacsony anódfeszültség alkalmazásával.

d) Rácsemisszió. A katód körül elhelyezkedő vezérlőrács a katód hőszugárzása következtében



5. ábra. Ionáram

felmelegszik. A felmelegedés hatására a rács anyaga, de főként a rácshuzalokon levő szennyezések (pl. ráradódott katódmassza) emittálni kezd. Az emissziós rácsáramkarakterisztika a 6. ábrán látható. A rácsemisszió csökkenthető oly módon, hogy nagy kilépésű munkájú fémből készítjük a rácsot, vagy ilyen fémmel vonjuk be, továbbá alacsony katódhőfokot állítunk be.



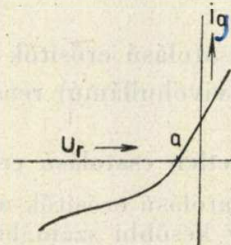
6. ábra. Rácsemisszió

e) Fotóáramok. A rács a beütköző fotonok hatására elektronokat képes kibocsátani. A kilépő elektronokból álló rácsáram gyakran eléri a  $10^{-11}$  ampert. A fotóáram a cső fénytől való gondos árnyékolásával és alacsony katódhőfok beállításával (az izzókatódból kilépő fotonok számának méréséklése céljából) erősen csökkenthető.

Minimális rácsáramú munkapont.

Kommerciális csövek alkalmazhatók aránylag nagy bemenőellenállású fokozatban, ha a cső munkapontját ott választjuk meg, ahol a rácsáramgörbe metszi a rácsfeszültségtengelyt.

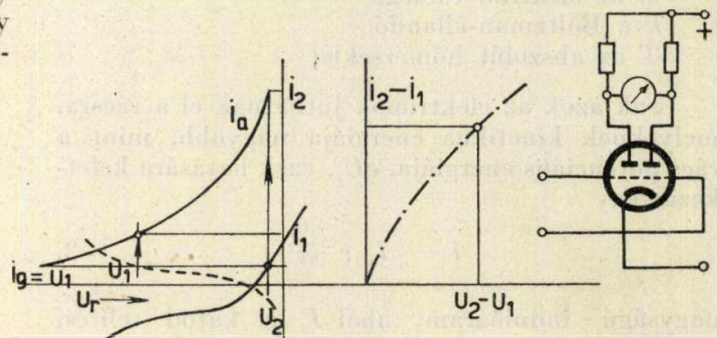
Ebben a pontban a különböző rácsáramkomponensek eredője zérus, és kis kivezérléseknél a rácsáram értéke meglehetősen kicsiny maradhat. A 7. ábrán látható egy cső rácsáramgörbéje, ebben az esetben a munkapont »a«-ban választandó.



7. ábra

Nagy bemenőellenállás érhető el úgy, hogy az erősítendő feszültséget egy ikercső két rácsa közé kapcsoljuk. A rendszer karakterisztikáját a következőképpen szerkeszthetjük meg: a két cső rácsáramának egyenlő nagyságúnak, de ellentétes irányúnak kell lennie. Feltételezve, hogy a két cső teljesen egyforma, a rácsáramkarakterisztikát tükrözzük az  $U_g$  tengelyre.

Egy adott rácsáramértéknek megfelelő ( $I_g =$  = állandó) egyenest meghúzva, az eredeti és a tükrözött rácsáramkarakterisztikával való metszéspontokból megkapjuk, hogy az egyes csöveknél a felvett rácsáramértékhez mekkora rácsfeszültség szükséges. A rácsfeszültségek ismeretében meghatározható mindkét cső anódárama, ezek különbsége mérhető az anódok közé kapcsolt milliampermérővel. Látható, hogy ebben a kapcsolásban a rácsáram értéke nem csökken egy csőéhez képest, de a cső teljesen automatikusan beáll a minimális rácsáramú munkapontba. Ebben a kapcsolásban 6J6-tal 10.000 megohm bemenőellenállást lehet elérni 4 fűtés- és 30 Volt anódfeszültség alkalmazása esetén.



8. ábra

**Elektrométercsövek.**

Elektrométercsövekben kiváló minőségű üveg alkalmazásával a kúszóáramokat minimumra csökkentik, alacsony katódhőfok beállításával mérséklük az indulóáramot, a rácsemisziót, és a fotóáramot (az utóbbi ellen a csövet fénytől is árnyékolják), végül az ionáramok minimumra szorítása céljából kis anódfeszültséget (5-10 V) alkalmaznak. Ezek a körülmények a cső rácásáramát igen erősen lecsökkentik, azonban a meredekség is igen kicsi lesz, például a Philips 4060 elektrométertrióda meredeksége 28  $\mu\text{A/V}$ . A rácásáram kismértékű növekedése árán a meredekség jelentősen megnő, ha a csövet tértöltőrácson tetrodává alakítjuk ki.

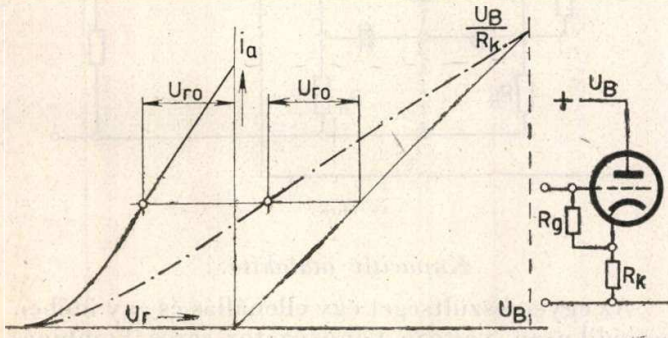
**A katódfollower.**

A katódfollower bemenőellenállása az áramvisszacsatolás miatt igen nagy (1. függelék)

$$R_{be} = \frac{R_g}{1 - g_{eff}} \quad 3.$$

Nagy előnye a katódfollowernek a nagymértékű linearitás. A 9. ábrán ki van szerkesztve egy katódfollower rácfszültség-anódfáram karakterisztikája. A szerkesztés menete a következő: a katódföld ellenállásnak megfelelő ellenállasegyenest meghúzva, megkapjuk a katód-föld potenciálkülönbséget bármely anód-áram esetén. Ha ehhez hozzáadjuk az adott anódáramhoz szükséges statikus előfeszültséget, megkapjuk a katódfollower esetén alkalmazandó előfeszültség értékét.

További előnyei a katódfollowernek a nagy stabilitás és a kis kimenőellenállás.



9. ábra

Elvi felépítésben a katódfollowerhez hasonló a Roberts-féle kapcsolás (10. ábra). Az elérhető rácásáram kétfokozatú közbenső erősítő alkalmazása esetén  $10^{-14}$ – $10^{-16}$  amper. A bemenő ellenállás értéke (2. függelék):

$$R_{be} = (1 + g) R_g \quad 4.$$

**Soros erősítők.**

A következőkben néhány műkapcsolást ismeretünk, melyek a közvetlen csatolású erősítő közbenső fokozatában nyernek alkalmazást, és igen nagy erősítést adnak.

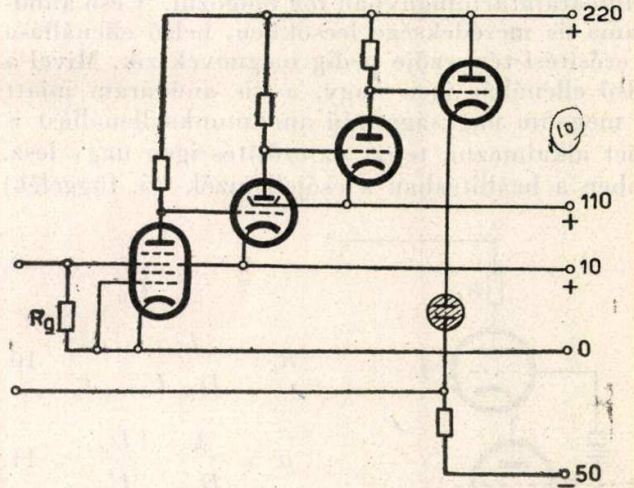
A soros erősítő elnevezés onnan származik, hogy a kapcsolás két sorbakapcsolt csövet tartalmaz.

A soros erősítők egyik alapvető megoldása az, hogy egy pentoda anódkörében egy konstansáramú

triódát alkalmazunk anódmunkaellenállásként, melynél az átfolyó áramot a katódföldellenállás és a rácselektroda feszültség szabja meg

$$I_a = \frac{U_g}{R_k} \quad 5.$$

tehát akkora anódáramot állíthatunk be, hogy a pentoda meredeksége elegendő nagy legyen.



10. ábra

A konstansáramú trióda belső ellenállása (3. függ.)

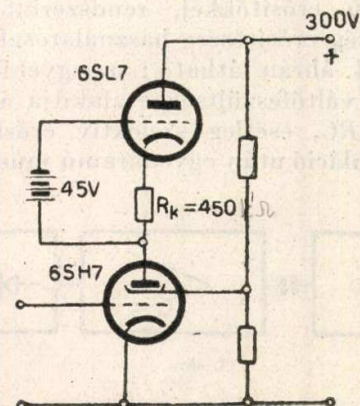
$$R_{b\text{ eff}} = R_b + (1 + \mu) R_k \quad 6.$$

A kapcsolás a 11. ábrán látható. Ebben a kapcsolásban 300 Volt anódfeszültség mellett 6SH7-tel és 6SL7-tel 7000-szeres erősítést lehet elérni 450 kilohomos katódföldellenállással.

A soros erősítők egy másik megoldásában pozitív visszacsatolás van alkalmazva. Egy ilyen kapcsolás látható a 12. ábrán. Működésének elve a következő: Az I. cső a II. cső katódföldellenállásaként szerepel. Ha a rácokra egy pozitív jel érkezik, az I. csőven a feszültségeses csökken, ezért a II. cső katódja negatívabb lesz, ami pedig egyenértékű a rác pozitívabbá válásával. Így a kimenő jeltől vezetünk vissza a rácra a rácfszültséggel fázisban levő feszültséget, ez pozitív visszacsatolást jelent. Egyforma csövek alkalmazása esetén a kapcsolás egy olyan csővel helyettesíthető, melynek jellemző adatai a következők (4. függ.)

$$\mu_{\text{eff}} = \mu (\mu + 2) \quad 7.$$

$$R_{b\text{ eff}} = R_b (\mu + 2) \quad 8.$$

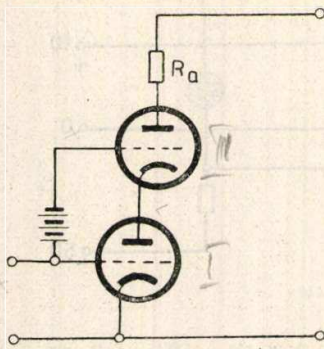


11. ábra

Ebben a kapcsolásban 70-es erősítési tényezőjű csövek (6AT6) alkalmazása esetén könnyűszerrel elérhető 700—800-szoros erősítés.

**Erősítés az indulóárami tartományban.**

Ha egy pentodát a segédrácsfeszültség segítségével úgy állítunk be, hogy a vezérlőrács síkjában az effektív potenciál negatív legyen, akkor a cső az indulóáramtartományban fog dolgozni. A cső anódárama és meredeksége lecsökken, belső ellenállása és erősítési tényezője pedig megnövekszik. Mivel a belső ellenállás igen nagy, a kis anódáram miatt 10 megohm nagyságrendű anódmunkaellenállást is lehet alkalmazni, tehát az erősítés igen nagy lesz. Ebben a beállításban a csőjellemzők (5. függelék)



12. ábra

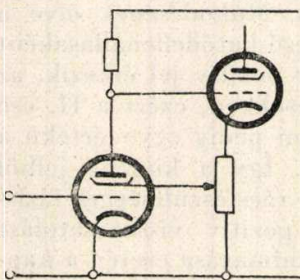
$$S = \frac{I_a}{U_0} \quad 9.$$

$$R_b = \frac{U_0}{D_{13} I_a} + \frac{U_a}{I_a} \quad 10.$$

$$\mu = \frac{1}{D_{13}} + \frac{U_a}{U_0} \quad 11.$$

oxidkatódos csövek esetén  $U_0 = 0,09 \text{ V}$ .

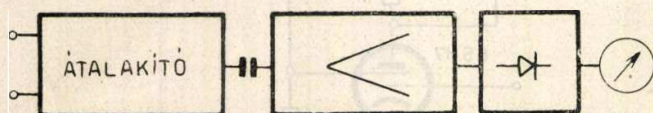
Ilyen beállításban egy 6SJ7-tel 2500-szoros erősítést lehet elérni 900 V telepfeszültség és 120 megohm anódmunkaellenállás alkalmazása esetén. 300 V telepfeszültség és 16 megohm esetén pedig 1000-szeres erősítést. A tápfeszültség-ingadozás iránti érzékenység csökkenthető, ha a segédrács feszültségét a következő cső katódelőállításáról vesszük<sup>1</sup> (13. ábra).



13. ábra

**II. Vivőhullámú rendszerek.**

A vivőhullámú rendszerek ellentétben a közvetlen csatolású erősítőkkel, rendszerint kizárólag egyenfeszültség erősítésére használatosak. Elvi felépítésük a 14. ábrán látható: az egyenfeszültséget az átalakító váltófeszültséggé alakítja át, a váltófeszültséget RC, esetleg szelektív erősítő erősíti, majd demoduláció után egyenáramú műszerre kerül a jel.



14. ábra

<sup>1</sup> W. K. Volkers: Direct-Coupled Amplifiers Starvation Circuits. Electronics, March, 1951.

A fenti elven felépült berendezések rendszerint sokkal stabilabbak, mint a közvetlen csatolású erősítők.

Az átalakítóra két adat jellemző: a bemenő ellenállás és az átalakítás feszültségátviteli tényezője

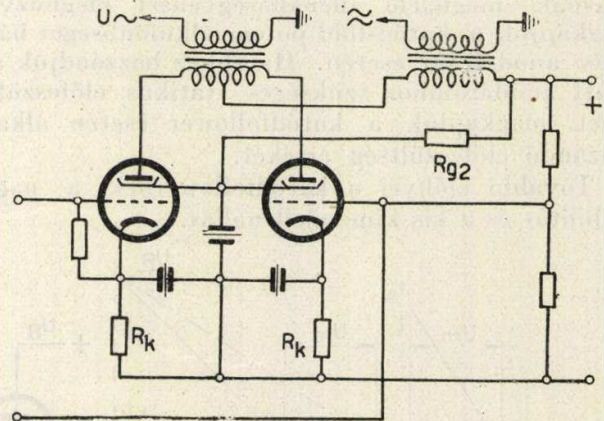
$$\eta_u = \frac{U_{\sim}}{U_e} \quad 12.$$

Az átalakítóknak négy alaptípusa van: elektroncsöves átalakító, kapacitív átalakító, elektromágneses átalakító, mechanikus átalakító (vibrátor).

**Elektroncsöves átalakítók.**

Az elektroncsöves átalakítók rendszerint váltóáramú hídkapcsolások, melyekben az egyik cső rácsára vezetett egyenfeszültség a híd váltóáramú egyensúlyát bontja meg.

A 15. ábrán látható kapcsolással 30—40%-os feszültségátviteli tényező érhető el meglehetősen nagy bemenőellenállás mellett, mert a jel egy (egyenáramú szempontból) katódfollower rácsára jut.



15. ábra

**Kapacitív átalakító.**

Az egyenfeszültséget egy ellenállás és egy időben periódikusan változó kondenzátor soros kombinációjára vezetjük. A kapacitásváltozás hatására a kondenzátorban felhalmozódó töltés megváltozik. A kondenzátorba befolyó, illetve a kondenzátorból kifolyó töltés áramot jelent, és ez az áram az ellenálláson váltakozó feszültségesést hoz létre, mely erősíthető. Kapacitív átalakítóval rendkívül nagy bemenőellenállás érhető el, de meglehetősen alacsony, legfeljebb 1—2%-os feszültségátviteli tényező mellett.

**Elektromágneses átalakítók.**

A mágneses átalakítók alapvető sajátága a kis bemenőellenállás, ezért különösen áramerősítőkben alkalmazhatók. Alapelvük az, hogy a vas permeabilitása az előmágnesezés függvénye, az önindukció pedig a permeabilitással arányos, tehát az árammérést önindukciómérésre vezetjük vissza.

Az elektromágneses átalakítók közé sorolhatjuk a mágneses erősítőket is.

Az elektromágneses átalakítók nagy hátránya az erősen nonlineáris karakterisztika.

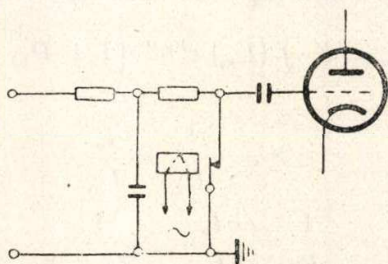
**Vibrátorok.**

A mechanikus átalakítók rendszerint a vibrátor-ely alapján működnek. Ha a vibrátor a periódus feléig földeli a rácst, a második félperiódus alatt pedig nem, akkor az erősítőcső rácására jutó impulzus alapfrekvenciájú komponensének effektív értéke a hullámforma Fourier-analizise alapján

$$U_{\sim} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_e \tag{14}$$

tehát a vibrátor feszültségátviteli tényezője

$$\eta_u = \frac{\sqrt{2}}{\pi} = 45\%$$



16. ábra

Ebben az esetben a bemenőellenállás közel kétszerese a körellenállásnak.

**III. Függelékek.**

**1. Függelék.**

A katódfollower erősítése

$$g_{\text{eff}} = \mu \frac{R_k}{R_b + (1 + \mu) R_k}$$

ismeretében a bemenőellenállás a következőképpen számítható:

$U_r$  rácsheszültségváltozás hatására a katódellenálláson fellépő feszültségváltozás

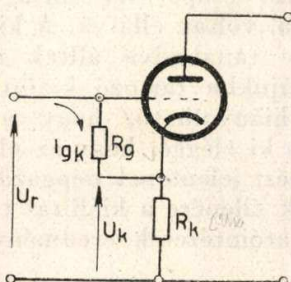
$$\Delta U_k = g_{\text{eff}} \Delta U_r$$

A potenciálkülönbség változása a rác és a katód között

$$\Delta U_{rk} = R_g \Delta i_{rk} = \Delta U_r - \Delta U_k = U_r (1 - g_{\text{eff}})$$

Ebből a bemenőellenállás

$$R_{be} = \frac{\Delta U_r}{\Delta i_{rk}} = \frac{R_g}{1 - g_{\text{eff}}} \tag{3}$$



17. ábra

**2. Függelék.**

A rácsheszültség változása

$$\Delta U_r = \Delta U_{be} - \Delta U_{ki}$$

Azonban a kimenőfeszültség változása

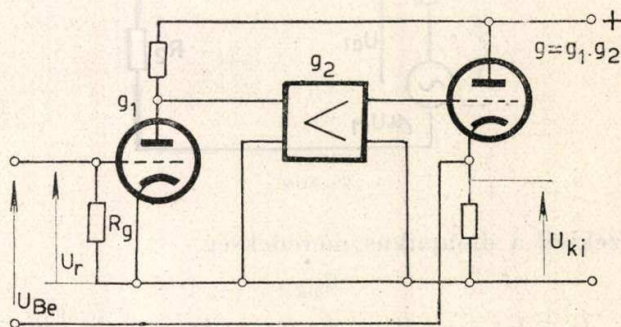
$$\Delta U_{ki} = g \Delta U_r = g \Delta U_{be} - g \Delta U_{ki} = \frac{g}{1 + g} \Delta U_{be}$$

tehát az erősítés

$$g_{\text{eff}} = \frac{g}{1 + g}$$

ezért a bemenőellenállás

$$R_{be} = \frac{R_g}{1 - g_{\text{eff}}} = R_g (1 + g) \tag{4}$$



18. ábra

**3. Függelék.**

Ha egy konstansáramú triodánál (mely lényegében egy katódfollower) a telepfeszültséget megváltoztatjuk, akkor az anód és katód közötti feszültségkülönbség változása

$$\Delta K_a = \Delta U_B - R_k \Delta i_a$$

a rácsheszültség megváltozása

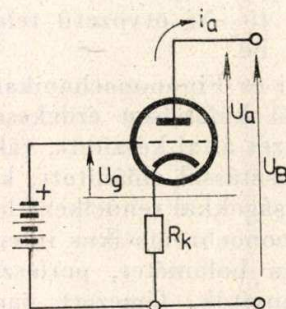
$$\Delta U_g = - \Delta i_a R_k$$

ebből

$$\Delta i_a = \frac{\Delta U_a}{R_b} + S \Delta U_g = \frac{\Delta U_B}{R_b + (1 + \mu) R_k}$$

vagyis

$$R_{be} = \frac{\Delta U_B}{\Delta i_a} = R_b + (1 + \mu) R_k \tag{6}$$



19. ábra

**4. Függelék.**

A 12. ábrán látható kapcsolás helyettesítő vázlat a 20. ábrán van feltüntetve.

Az I. cső által létesített áram

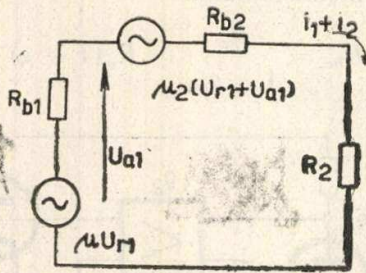
$$i_1 = \frac{\mu_1 U_{r_1}}{R_a + R_{b_1} + R_{b_2}}$$

a II. cső által

$$i_2 = \frac{\mu_2 (U_{r_1} + U_{a_1})}{R_a + R_{b_1} + R_{b_2}}$$

a II. cső katódja és a föld között levő feszültségkülönbség

$$U_{a_1} = \mu_1 U_{r_1} - (i_1 + i_2) R_{b_1}$$



20. árba

ezekből a dinamikus meredekség

$$S_{din} = \frac{i_1 + i_2}{U_{r_1}} = \frac{\mu_1 + \mu_1 \mu_2 + \mu_2}{R_a + R_{b_1}(1 + \mu_2) + R_{b_2}} = \frac{\mu_{eff}}{R_a + R_{beff}}$$

tehát a helyettesítő cső jellemzői

$$\mu_{eff} = \mu_1 + \mu_1 \mu_2 + \mu_2 \quad 7.$$

$$R_{beff} = R_{b_1}(1 + \mu_2) + R_{b_2} \quad 8.$$

### 5. Függelék.

Az indulóáramtartományban

$$I_a = K \varepsilon^{U_{g_1,eff}/U_0}$$

A vezérlőrács síkjában az effektívpotenciál

$$U_{g_1,eff} = U_{g_1} + D_{12} U_{g_2} + D_{13} U_a$$

tehát az anódáram

$$I_a = Kf(U_{g_2}) \varepsilon^{\frac{U_{g_1}}{U_0} + D_{13} \frac{U_a}{U_0}} = Kf(U_{g_2}) \varepsilon^{\frac{U_{g_1}}{U_0}} \varepsilon^{D_{13} \frac{U_a}{U_0}}$$

a második exponenciális tényezőt sorbafejtjük, és mivel

$$D_{13} U_a < U_0$$

csak az első két tagot vesszük figyelembe, így

$$I_a = K \cdot f(U_{g_2}) \varepsilon^{U_{g_1}/U_0} \left(1 + D_{13} \frac{U_a}{U_0}\right)$$

ebből

$$S = \frac{\partial I_a}{\partial U_{g_1}} = \frac{I_a}{U_0} \quad 9.$$

$$\frac{1}{R_b} = \frac{\partial I_a}{\partial U_a} = \frac{1}{\frac{U_0}{D_{13} I_a} + \frac{U_a}{I_a}} \quad 10.$$

$$\mu = SR_b = \frac{1}{D_{13}} + \frac{U_a}{U_0} \quad 11.$$

## FIGYELŐ

### A KGM kutatólaboratóriumok kiállítása

A Kohó- és Gépirari Minisztérium ez év augusztus havának első hetében bemutatta a fennhatósága alá tartozó kutatóintézetek fontosabb gyakorlati irányú felelősségi eredményeit.

A KGM földszinti kultúrtermének falai mentén felállított kiállítási szekrényekben a Vas- és Fémipari Kutató mangántartalmú hegesztőpálcákat, hazai gyártású permalloy anyagot, antimagnetikus ötvözetet, porkohászati úton készült tárgyakat, csapágyakat, Al—Ni ötvözetű telefonmágneseket stb. mutatott be.

Az Optikai és Finommechanikai Intézet kiállítási anyagából különösen érdekesek a Vákuumtechnikai Intézet által készített, vákuumgőzölögtetéssel és porlasztással előállított, különböző fényreflexiók sajátságokkal rendelkező bevonatok optikai célokra, monochromatikus interferenciaszűrők, hazai gyártású bolométer, porlasztott bevonatú szelvényirányítók, fémezett papírkondenzátor, ezüstözött csillámkondenzátor stb.

Az egyéb anyagból a modern kivitelű RC-mérőhíd, stroboszkóp, Q-mérő, oszcillográf-erősítő, elektromos PH-mérő, univerzális csővoltmérő, különösebb híradástechnikai érdekességűek. Hiányként

róható fel, hogy a feliratok szűkszavúak voltak (nem közölték pl. a műszerek teljesítményét, mérési határait).

A Villamosipari Központi Kutatólaboratórium elektronikus fordulatszám-szabályozó és mágneses erősítővel működő feszültség-szabályozó készülékeken kívül az erősáramú technikát érdeklő számos műanyagot és félkészárut állított ki. Híradástechnikai szempontból is érdekesek a bemutatott alumínium-réz, alumínium-ezüst kontaktusmegoldások és savmentes forrasztózsír.

A Gépipari Technológiai Intézet nehézipari anyaga szintén sok érdeklődőt vonzott.

Kár, hogy a bemutatott és szocialista tudományunk fejlődését szépen kidomborító eredmények több kiállítási csoportnál túlságosan szűkszavú magyarázattal voltak ellátva. A kiállítást látogató dolgozók így tanakodva álltak néhány, nem a saját szakmájukba tartozó kiállítási tárgy előtt. Ugyancsak hiányolható, hogy a kiállítás nem domborította ki eléggé, hogy az elért eredmények milyen fejlődést jelentenek népgazdaságunkban. Az apróbb hibák ellenére a kiállítás tanulságos képet adott a Kutatóintézetek eredményes munkájáról.

Székelly



## A Világítástechnikai Állomás vándorkiállítás

Ötéves tervünk fontos célkitűzése az ország nagy területeinek teljes villamosítása. Ennek a programnak megvalósítását kiválóan elő fogja segíteni a vándorkiállítás, amelynek anyaga könnyen szétszedhető és összeállítható formában, számos gyakorlati példán mutatja be a villamos világítás helyes alkalmazását, szembeállítva jól-sikerült modelleken a régimódi, helytelen, áltakarékos világítással.

A vándorkiállítás statisztikai és plakátanyaga szintén ízléses, mutatós és feltétlenül elősegíti a kitűzött cél elérését. A jól átgondolt bemutatási anyag a vándorkiállítás szervezőinek gondos és ötletes munkáját dicséri. Kár, hogy a kiállítást a budapesti érdeklődők csak egy napon tekinthették meg.

Székelly

## Az Akadémia műszerkiállítás

A Magyar Tudományos Akadémia rendezésében november 1-én megnyíló műszerkiállítás szocialista iparosodásunk sikerének egyik nagy-jelentőségű tényezőjére hívja fel a figyelmet. Az iparosodáshoz sok új termelőeszköz, ezek kifejlesztéséhez tudományos kutatómunka, a kutatáshoz pedig műszer kell. Néhány év előtt még jó műszer többnyire csak külföldről, drágán vagy sehogysem volt szerezhető.

Ma a műszerkiállításon 60 kiállító szerepel 600-nál több különböző termékkel. Működésben van 24 nagyipari műszerüzemünk és 3 év alatt a műszeriparunkban dolgozók száma 9-szeresre, évi termelésünk értéke 33-szorosra növekedett. A magyar műszer kiváló minőségű, nyugaton is keresett árucikk. Bármely külföldön megoldott mérési feladat már itthon, saját termelőerőnkkel is megoldható.

A híradástechnikus számára a kiállított mutatós villamosműszerek, villamos és nemvillamos idő-, hossz-, szög-, súly-, elmozdulás- és sebességmérők, orvosi és ipari vizsgálóeszközök sokfélesége mellett is feltűnő az elektronika térhódítása.

Számos kiállító oldotta meg elektronikus úton egy-egy kutatási ág valamely mérési feladatát. Ide tartozik pl. a Központi Fizikai Kutató Intézet anyagvizsgáló spektroszkópja, amelynek elektronikus ívgerjesztőjét lapunknak ebben a számában ismertetjük, továbbá elektronikus vastagság-, szín- és vegyhatásmérők.

Az Elektronikus Méréseszközök Gyára tanulságosan mutatja be működésben gyártmányainak egy csoportját: egy asztal hosszában egyik oldalon hangfrekvenciás, a másikon rádiófrekvenciás gerjesztő, átvivő és mérőeszközök soraköznek, az asztalfőn a gerjesztett rezgést szemléltető katódsugár-oszcilloszkóppal. A két oszcilloszkóp között egy harmadik áll, ennek katódsugara elektronikus átváltással egyszerre két ábrát rajzol. A felső ábra modulált vivőhullámot mutat, amely úgy keletkezik, hogy a bemutatott hangrezgés hangszórón átvezetve modulálja a bemutatott rádiófrekvenciát, ezt egy műadó kisugározza és rádiókészülék veszi, mind ugyanazon az asztalon. Az alsó ábra az ernyőn a demodulált hangrezgést mutatja.

Érdekessége a kiállításnak a műszerkivitelező kisipari termelőszövetkezetek nagy száma és gyártmányaik jó minősége. További érdekesség a sok »kontármunka«, amit a tudományos intézetek kényszerűségből saját műhelyeikben állítottak elő, de pontosságban és ízléses kivitelben felveszik a versenyt a többiekkel. Ezek között található az egyetemi műhelyek néhány szigorlati terv alapján készült darabja is.

A kiállításon — a fejlődés első szakaszának megfelelően — az egyéni és szövetkezeti egyedi mestermunkától a gyári precíziós nagysorozatokig a munkaszervezés minden fokozatának terméke megtalálható. Ebből következik, hogy a műszerek külső megjelenése — bár igen jó — nem egyöntetű. E téren és a tervezés elvi lehetőségeiben is termékeny tapasztalatcserére ad alkalmat ez a kiállítás. A további fejlődés irányítását két ipari műszerfejlesztő intézetunktől és az Akadémia új műszerkivitelező vállalatától várjuk.

A kiállítás nem eléggé világítja meg műszertechnikánk viszonyát a külföldi technikához. Csak az Óragyár mutatja be őszintén az első hazai gyártású, percenként 240 lengésű billegőművet, amit az eddigi svájci helyett alkalmazni fog. Mások nem eléggé hangsúlyozzák az új technikát, holott a bemutatott gyártmányok csak egy része olyan, amivel már régebben találkozunk. Feltűnő hiány az, hogy a szovjet technikából átvett elvekre és alkatrészekre sehol sincs utalás.

A rendezés kifogástalan, az anyag jól válogatott, nem túlszűfolt. Bőven van magyarázó előadás és tárlatvezető.

Végül álljon itt néhány kiragadott, főleg híradástechnikai vonatkozású tételcím, a jól-szerkesztett képes katalógusból.

*Óragyár Vállalat:* Központi időjelző berendezés. Óra. 6. perces postaóra. Villamos szinkronóra. Röntgen-expozíciós óra.

*Magyar Optikai Művek:* Résoptika. Vetítőobjektívek.

*Gyengeáramú Kisipari Termelő Szövetkezet:* Kézi spektroszkóp. Anyagvizsgáló spektroszkóp ívgerjesztővel.

*Budapesti Villamosgép- és Kábelgyár:* Mérőbőrönd. Multávó. Termokeresztes antennaáram-mérő. Rádiófrekvencia torzító. 10 és 16 Megaciklus műadó.

**Híradástechnikai Kisipari Termelő Szövetkezet:** Telefon-technikai mérőbőrönd.

**Elektronikus Mérészközök Gyára:** Univerzális cső-voltmérő. Szelessávú generátor. Négyzöghullám-generátor. Hangfrekvenciás csővoltmérő. Nagyfrekvenciás csővoltmérő. Univerzális hullámmérő. URH hullámmérő. AF oszcillográf. NF katódsugár oszcillográf. Stabilizált anódpótló. Impulzus generátor. Fotométer. Műantenna. AF előerősítő. Elektronkapcsoló. Ipari oszcilloszkóp. Regisztráló ipari oszcillográf. Laboratóriumi szignálgenerátor. URH szignálgenerátor. Üzemi szignálgenerátor. RC hanggenerátor. pH-mérő. Frekvencia-mérő. Rétegvastagságmérő. Nyúlásmérő. Nedvesség-mérő. Elektrokardiográf, regisztrálóval. Audiométer.

**Elektromos Készülékek és Mérőműszerek Gyára:** Hörmérők. Szelektív csővoltmérő.

**Hang- és Kinotechnikai Gyár:** Csőkongásvizsgáló. Pick-up vizsgáló. Stabilizált feszültségforrás.

**Orion Rádió és Villamossági Vállalat:** Speciális hálózati trafó-mérő berendezés.

**Rádiófelszerelések Gyára:** Távmérőberendezés alkatrészei.

**Beloianisz Híradástechnikai Gyár:** Refleksziós mérőhíd. Impedancia mérőhíd. Thermoelemes szintmérő. Szelektív erősítő.

**Elektronika Kisipari Termelő Szövetkezet:** Moduláció mélységmérő. Stabilizált mérőáramforrás.

**Rádioaktív Elektronikus Készülékeket Kivitelező Termelő Szövetkezet:** Laboratóriumi sugárzásmérő. Hordozható sugárzásmérő.

**Műszaki Egyetem Elektrokémiai Tanszéke:** Elektrosztatikus pH mérő. Titroszkóp berendezés.

**Posta Kísérleti Állomás:** Kábelkereső. Szimmetrikus csővoltmérő. Szelektív csővoltmérő. Áthallási csillapításmérő. Kompenzációs csillapításmérő. Fűtőpontmérő.

**Központi Fizikai Kutató Intézet:** Mágneses magnyomaték mérő. Q-sokszorozó és mérő. Szelessávú RC generátor. Dinamika zsugorító. Ultrahanggenerátor.

**Villamosítási Kutatási Bizottság:** Elektronikus wattmérő. Torzításmérő. Villamos térerősség vizsgáló.

**Szerves Vegyipari Kutató Intézet:** Elektronikus időkapcsoló.

**Villamosipari Központi Kutató Laboratórium:** Permeaméter. Elektronikus fordulatszám szabályozó.

**Műszaki Egyetem Villamosgépek tanszéke:** Laboratóriumi tangensdelta mérő. Üzemi tangensdelta mérő.

**Optikai és Finommechanikai Központi Kutató Laboratórium:** Csillám kondenzátor.

**Műszeripari Kutató Intézet:** Infrahang generátor. Nagy pontosságú műszer-forgókondenzátor.

Lévai

## Konstruktőr-tanfolyam

A Gyártástechnológiai és Konstruktív Szakosztály egy konstruktőr-tanfolyam beindítását vette fel II. félévi munkatervébe. A Szakosztály vezetősége részletesen kitérte a híradástechnikai gyárakkal ennek a konstruktőr-tanfolyamnak a szükséges tárgykörét és arra az elhatározásra jutott, hogy első lépésként a legégetőbb problémát, a műszakilag aránylag képzetlen, jórészt átképzősökből kikerült rajzolóknak továbbképzését oldja meg. Részletes közvéleménykutatás után ugyanis az derült ki, hogy bár létszám szerint a híradástechnikai gyárak rajzológárdája elegendőnek látszik, azonban a műszaki alap-ismeretek hiánya miatt működésük jóformán csak a rajzolásra korlátozódik, anélkül, hogy lényegében a kérdésekhez hozzá tudnának szólni.

További nehézséget jelent gyárainknál az is, hogy mivel a rajzolóknak nagy többsége csak körülhatárolt részletmunkát tud végezni, szükségszerűen állandó kérdezősködésük, úgyszintén szükség-

szerű állandó útbaigazításuk az önálló konstruktőrök munkáját hátráltatja.

A Gyártástechnológiai és Konstruktív Szakosztály vezetősége a tanfolyam részére olyan témakört állított össze, amely ténylegesen alkalmas arra, hogy műszaki előképzettség nélküli dolgozók is a 10 hónapra tervezett tanfolyam elvégzése után önálló részletszerkesztőként tudjanak dolgozni. A hallgatók a tanfolyam keretében rajztermi oktatást is kapnak. Ezek a rajztermi órák kifejezetten azt célozzák, hogy a hallgatók gyakorlati érzéke fejlődjön, mert valamennyi feladat konkrét híradástechnikai szerkesztési probléma lesz.

Az előadók a híradástechnikai iparág kiváló mérnökeiből kerültek ki, akik szaktudásukkal és eddigi pedagógiai ismeretük alapján hozzá fogják segíteni a hallgatókat ahhoz, hogy a híradástechnikai iparágban ezt a hiányosságát — a szűk konstruktív keresztszűkületet — mielőbb megszüntessék.

Gábor Dénes

(Folytatás a borító 2. oldaláról.)

<i>G. Sárközy</i> : Studienreise in der Sowietunion .....	97
<i>L. Garai</i> : Berechnung der für Kurzwellenfunk-Weitverbindungen geeigneten Frequenzen .....	99
<i>O. Kass</i> : Einheitliches Zeichnungssystem für die Fernmeldeindustrie .....	108
<i>G. Szentirmai</i> : Schmalbandsieb für Klirrfaktormessgeräte .....	111
<i>F. Bártfai</i> : Elektrische Kontakte .....	117
<i>Dr. E. Magyar</i> : Fehlerstellenbestimmung mittels Impulsverfahren .....	121
<i>I. Krauss</i> : Rufstromversorgung in Fernsprech-Nebenstellenzentralen ....	127
<i>Dr. A. Bardócz—A. Kemény</i> : Elektronisch gesteuerte Abreissbogenzündung mit Wechselstrom für Zwecke der Spektralanalyse .....	128
<i>K. Tarnay</i> : Gleichspannungsverstärker .....	137
<i>G. Sárközy</i> : Trip of Study in the Soviet Union .....	97
<i>L. Garai</i> : Computing the Frequencies to be used for Long-distance Short-wave Radio-communications .....	99
<i>O. Kass</i> : Industrial Standard Reference System for Telecommunication Drawings .....	108
<i>G. Szentirmai</i> : Narrow-band Filter for Distortion Measuring Apparatus...	111
<i>F. Bártfai</i> : Electrical Contacts .....	117
<i>Dr. E. Magyar</i> : Fault Locating by Pulse Method .....	121
<i>I. Krauss</i> : Ringing Current Supply for Telephone PBX Systems .....	127
<i>Dr. A. Bardócz—A. Kemény</i> : Electronically Controlled AC Operated Interrupted Arc Source for Spectrographic Purposes .....	128
<i>K. Tarnay</i> : DC Amplifiers .....	137
<i>G. Sárközy</i> : Voyage d'étude dans l'Union Soviétique .....	97
<i>L. Garai</i> : Calcul des fréquences exigées pour les radiocommunications onde-courte à longue distance .....	99
<i>O. Kass</i> : Le système de classification des dessins dans l'industrie de télé-communication .....	108
<i>G. Szentirmai</i> : Filtre a bande étroite pour des appareils à mesurer la-distortion .....	111
<i>F. Bártfai</i> : Les contacts électriques.....	117
<i>Dr. E. Magyar</i> : Détermination du lieu de défaut par une méthode d'impulsions .....	121
<i>J. Krauss</i> : Alimentation des bureaux centraux annexes téléphoniques en courant d'appel.....	127
<i>Dr. A. Bardócz—A. Kemény</i> : Générateur à commande électronique pour l'excitation périodique par courant alternatif des arcs interrompus pour des analyses spectraux .....	128
<i>K. Tarnay</i> : Amplificateur à courant continu .....	137

Előfizetési díjak

a Posta Központi Hirlapiroda Ü.V.

(Budapest, József nádor-tér 1.

Telefon : 183-022, 180-850)

61.254 számú csekkszámájára

fizetendők be

## Most jelent meg!

*B. A. Szmirenyin* : A rádiótechnika kézikönyve II. kötete

A szerző a bemutatott képleteket és számítási módszereket a gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából értékeli. Rámutat azok alkalmazási elveire egyes hálózatok, szerkezeti részlegek számításánál, vagy tervezésénél.

A II. kötet a rezgéskeltőket, modulációt és demodulációt, az elektroncsövek áramforrásait, a rádióadó és rádióvevő berendezéseket ismerteti. Bemutatja a rádióhullám terjedését, az antennákat. Végül a mérések kérdésével foglalkozik.

740 oldal.

Ára kötve : 88 Ft

*Dr. Urbanek János* : A villamosságtan egyenleteinek írásmódjai és mértékrendszer kérdései

A tanulmány a villamosságtan törvényeinek legkönnyebben áttekinthető és a számítások szempontjából legbiztosabban kezelhető módszerét tárgyalja. A villamosságtan egyenletírásmódjainak és mértékrendszereinek kérdésében hasznos útmutatóul szolgál.

47 oldal.

Ára : 8 Ft

Kaphatók a

**NEHÉZIPARI KÖNYVESBOLTBAN** (Budapest VII, Lenin-körút 7.)  
minden Állami Könyvesboltban és az üzemi könyvpropagandistáknál

**Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat**

Budapest V, Alkotmány-utca 16.