

# MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA



## TARTALOM:

Kodolányi Gyula  
és Garai László:  
Újjáépítés Lakihegyen

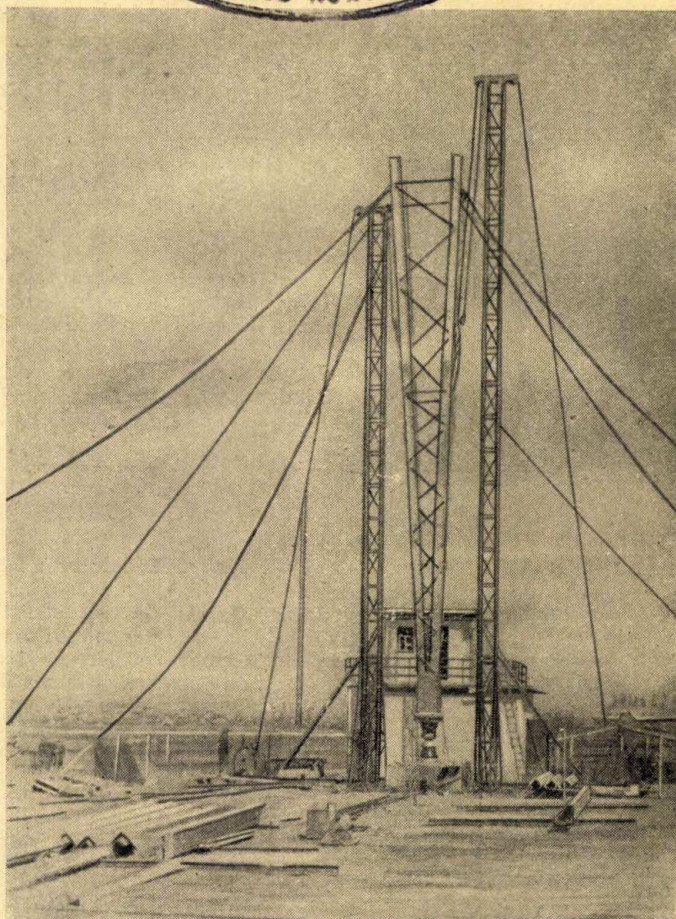
Almásy György:  
Szélesávú erősítők

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

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

Lajkó Sándor:  
Távirótorzítás.

Folyóiratszemle.



*Újjáépítés Lakihegyen című cikkünkhöz*

II. ÉVFOLYAM **3** SZÁM 1947. III.

---

KIADJA A MAGYAR MÉRNÖKÖK ÉS TECHNIKUSOK SZABAD SZAKSZERVEZETE



## TELECOMMUNICATION ENGINEERING.

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

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

## NACHRICHTENTECHNIK.

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

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

## TECHNIQUE DE LA TÉLÉCOMMUNICATION

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

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

## ТЕХНИКА СВЯЗИ

Редакторы: Иштван Гере, Ференц Шалло и Петер Иван Валко

### СОДЕРЖАНИЕ:

- Дюла Кодолани-Ласло Гараи: Восстановление радио-передатчика Будапешт 1.  
Дердь Алмаши: Широкополосные усилители.  
Ласло Козма: Усовершенствование системы АТС типа „РОТАРИ“ элементы микроволновой техники II.  
Иштван Барта: Возбуждение микро-волн.  
Шандор Лайко: Телеграфное искажение.  
Библиография



## HIRADÁSTECHNIKA

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

TÁVBESZELŐ \* RÁDIÓ \* TÁVÍRÓ

SZERKESZTŐK: GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

## Ujjáépítés Lakihegyen

KODOLÁNYI GYULA és GARAIL ÁSZLÓ

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

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

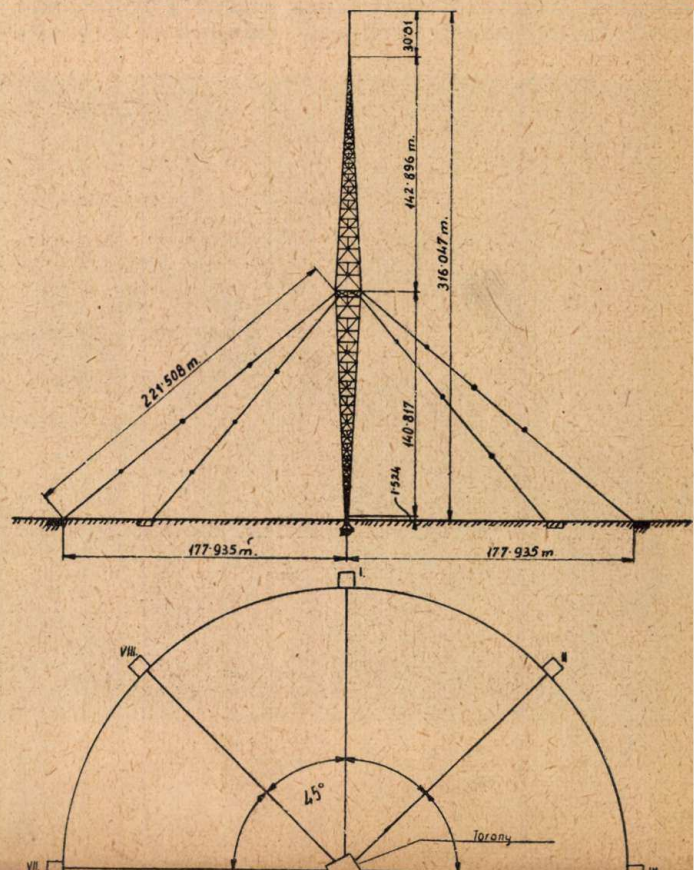
A torony vasszerkezeti magassága kerekén 284 méter, ehhez járul az 1,5 méter magas talapzat és tetején a maximálisan 30 méteres kitolható acélső. A torony négyzet keresztmetszetű alsó végén 0,9 m, közepén 14,6 m, a felső végén pedig 138 méter széles. Két szigetelőn áll, melyek gömbszerű acélöntvény foglalással érintkeznek s így a kikötések rugalmasságából eredő ingást lehetővé teszik. A tornyot a legszélesebb pontján 143 méter magasságban 8 kötéltartja, melyek a torony talppontjától 178 méter távolságban elhelyezett 8 betontömbhöz vannak kifeszítve. A kötelek 5,72 cm keresztmetszetűek és elektromos okokból szigetelőkkel 5-5 részre vannak osztva. A kötelek számított maximális igénybevétele 70 000 kg. A kötéliszigetelők, melyeknek for-

mája azonos a talpszigetelőkkel, a 70 000 kg-os csústerheléshez képest 15-szörös biztonságra vannak méretezve. A torony szerkezeti súlya 230 000 kg, a talpszigetelők maximális terhelése (tartókötelek nyomóereje + szélnyomás + hó és jégteher) 480 000 kg, biztonságuk nyolc és félszeres.

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

getelés és a kötelek elszigetelési, illetőleg szigetelőkkel való alátámasztása. A geometriai magasság szoros összefüggésben van az 549,5 méteres Budapest I. hullámhosszal. A torony fadingsőkkentő antenna. A fadingsőkkentés lényege abban áll, hogy a felületi télerősség minél nagyobb és a He aviside rétegről visszavert sugárzás ugyanakkor minél kisebb legyen. Az ilyen

Les auteurs font connaître les circonstances de la destruction du pylône-antenne à Lakihegy de hauteur de 314 m. Ils renseignent sur les difficultés de l'acquisition des matières céramiques spéciales, des éléments d'acier nécessaires à la reconstruction du pylône ainsi que sur les difficultés de la reconstruction du pylône même. Par la suite ils donnent une description des travaux de reconstruction de l'installation émettrice du poste Budapest I. d'une puissance de 50 kw exécutée par les mécaniciens de la poste. Depuis le 23 décembre 1946 c'est le pylône-antenne déjà reconstruit qui diffuse les programmes du poste de radiodiffusion Budapest I.



1. ábra.



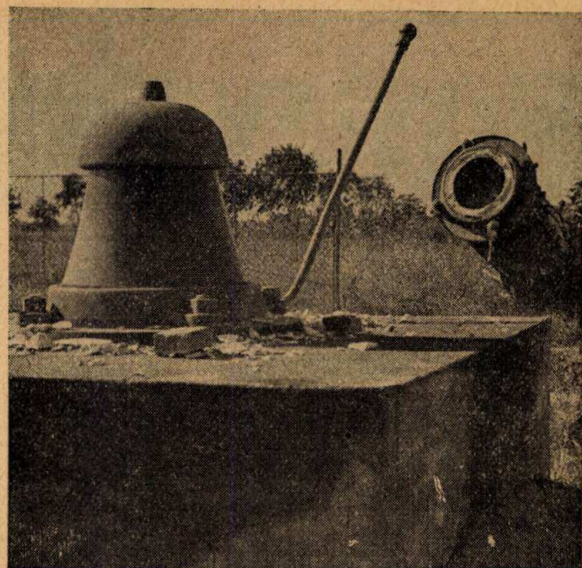
rendszerű antenna egyidejűleg nem csak a sötétedéssel beálló fading jelenségeket csökkenti le, illetőleg a fadingmentes vételi területet nagyobbítja meg, hanem a felületi sugárzás növelésével a nappali vétellehetőségeket is javítja anélkül, hogy az adóenergiát növelnők. Hogy ez a hatás milyen jelentőségű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

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

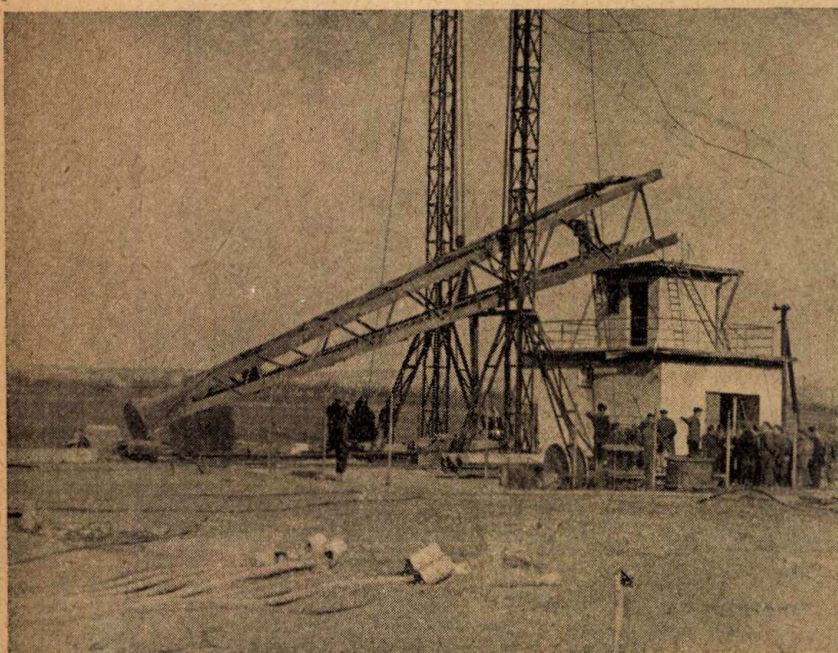
tett 20 kW-os adó. A munka folyt tovább, nőtt már a második 150 méteres torony is és közben a MAVAG szakértőivel folytak a tárgyalások, lehetne-e a konstrukción változtatni, vagy esetleg egész más típusú antennatornyot készíteni. Kiderült, hogy egy új konstrukció és az a körülmény, hogy a romokból semmit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

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

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



2. ábra.



3. ábra.



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

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

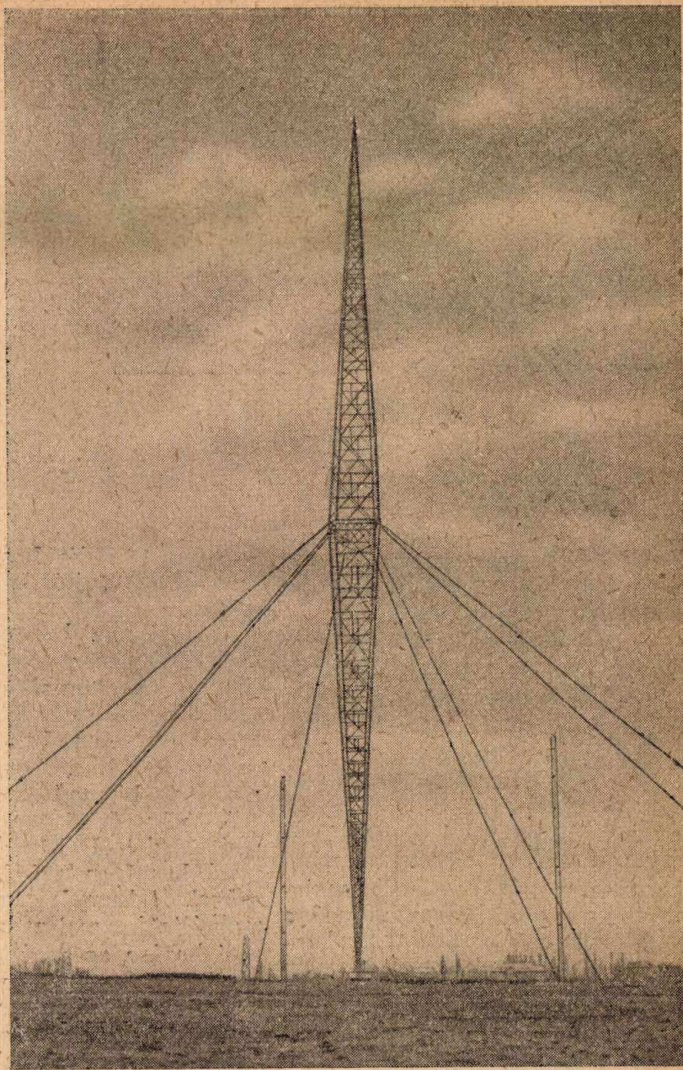
A kötelek átvizsgálását és javítását a Felten és Guillaume Kábelgyár — a kötelek eredeti szállítója — végezte.

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

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

\*

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

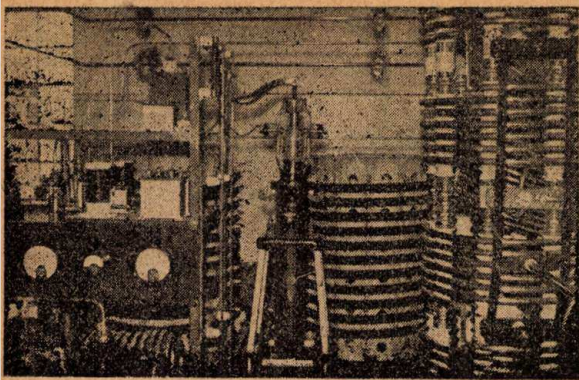


4. ábra.

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

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





5. ábra.

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

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

A tápvezeték mindkét végén a

statikus töltődés levezetésére két-két földelő fojtótekeres van kapcsolva.

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

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

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

per, 300 volt állandó terheléssel működik.

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

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

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

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

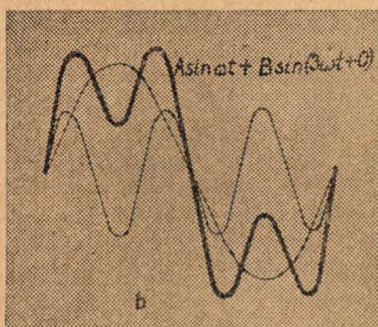
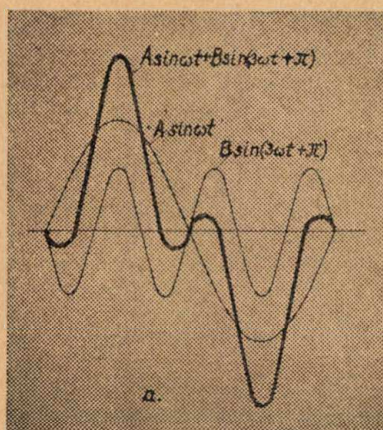
Az erősítő tervezése és kivitele a posta alkalmazottainak munkája. A munka elvégzését megnehezítette a rövid határidő és az a körülmény, hogy csak a belső földön fellelhető anyagok és alkatrészek állottak rendelkezésre. A munkában résztvettek szorgalma és leleményessége azonban legyőzte a nehézségeket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



# Szélessávú erősítő

ALMÁSSY GYÖRGY

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



1. ábra.

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

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

## WIDE-BAND AMPLIFIERS.

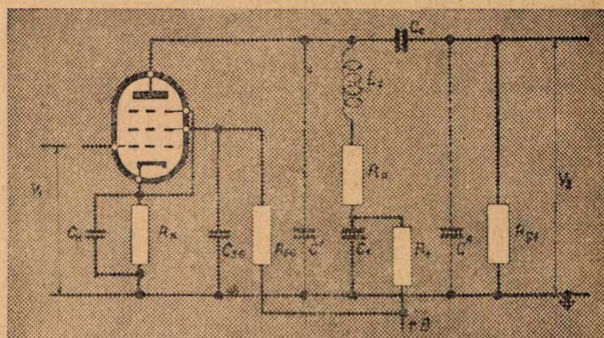
Different methods are shown, which make possible the extension of uniform amplification in both high-frequency and low-frequency range.

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

A szélessávú erősítővel szemben támasztott különleges követelmények:

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

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



2. ábra.

Egyszerű szélessávú erősítő egyik fokozatának szokásos megoldása.

$R_K$  előfeszítésgéjtő ellenállás.

$C_K$  előfeszítégszűrő kondenzátor

$C_{SC}$  segédrcaszűrő kondenzátor

$R_{SG}$  segédrácsfeszítésgéjtő ellenállás

$C'$  erősítőcső anód — föld kapacitása + vezeték- és foglalatkapacitás

$L_1$  nagyfrekvenciás kompenzáló fojtótekercs

$R_a$  munka ellenállás

$C_1$  kis frekvenciás kompenzáló kondenzátor

$R_1$  kis frekvenciás kompenzáló ellenállás

$C''$  a következő erősítőcső rács — föld + vezeték és foglalatkapacitás

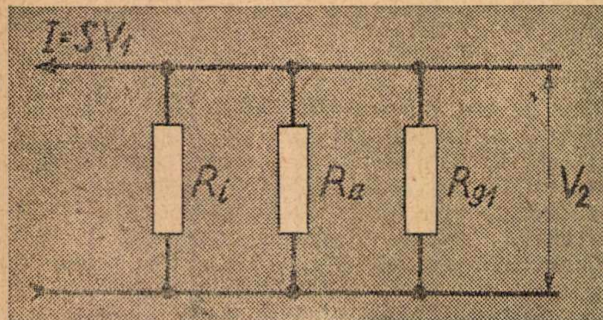
$R_{g1}$  a következő erősítőcső rácsvezető ellenállása

$C_c$  csatoló kondenzátor.



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

Közepes frekvenciákra az elvi helyettesítő kapcsolást a 3. ábra tünteti fel. Ezenél a frekvenciáknál (1000 Hz–10.000 Hz)  $C'$  és  $C''$  impedanciája  $\infty$ -nek,  $C_K$ ,  $C_1$ ,  $C_c$ ,  $L_1$  impedanciája pedig 0-nak tekinthető, így hatásuk elhanyagolható.



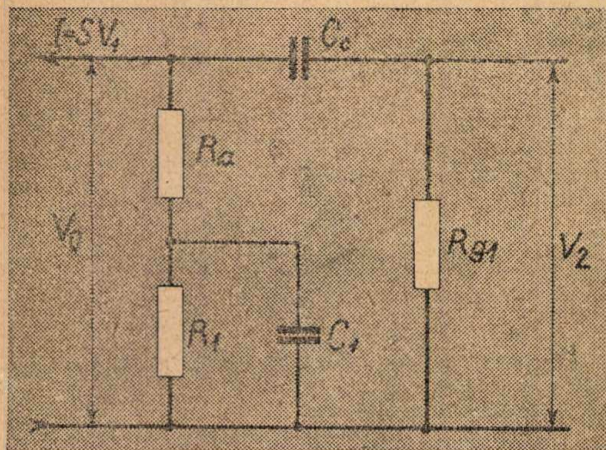
3. ábra.

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

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

$$G = \frac{V_2}{V_1} = S R_a$$

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



4. ábra.

Elvi helyettesítő kapcsolás alacsony frekvenciák esetén.

$C'$ ;  $C''$  és  $L_1$  impedanciája elhanyagolható, azonban frekvenciafüggő erősítést és fázistorzítást okoz:

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

a) Csatoló kondenzátor szerepe. Kisfrekvenciáknál  $C_c$  csatlakozó kondenzátor impedanciája már nem tekinthető 0-nak, hanem abszolút értékre nézve összemérhető  $R_{g1}$ -el. A cső anódján fellépő felerősített váltó feszültség leosztódik  $C_c$  és  $R_{g1}$ -en, így a következő cső rácsára a frekvenciától függően nálánál kisebb feszültség jut. Ez a hiba annál kisebb, minél nagyobb  $C_c$  és  $R_{g1}$ . Röviden ezt úgy fejezhetjük ki, minél nagyobb a  $C_c R_{g1}$  szorzat, az úgynevezett időkonstans.  $R_{g1}$  nem lehet nagyobb, mint a felhasznált cső maximális megengedett rácslevezető ellenállása.  $C_c$  növelésének határt szab, hogy az egyenáramú átvezetés eltolná a következő cső munkapontját, azonkívül túlzottan megnövelné a következő cső rács-föld kapacitását, ami a nagyfrekvenciáknál igen kedvezőtlen. Kompenzálás nélkül ( $R_i = 0$ ,  $C_1 = 0$ )  $C_c$  által előidézett fázis eltolás

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

az erősítés pedig  $G' = \cos \varphi G$  ahol  $G'$  az (f) alacsony frekvenciánál fellépő lecsökkent erősítés. A fáziseltolás a kellemetlenebb, mivel már 1% erősítéscsökkenésnek 80-os fáziseltolás felel meg. A csatlakozó kondenzátor által előidézett hiba kompenzálható  $R_i$ ,  $C_1$  megfelelő megválasztásával, ha a megfelelő időkonstansok egyenlők, azaz:  $R_a C_1 = R_{g1} C_c$ . A számítás szigorúan véve csak akkor igaz, ha  $R_i = \infty$  a gyakorlatban

azonban elég, ha  $R_i > \frac{10}{2 \pi f C_1}$

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

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

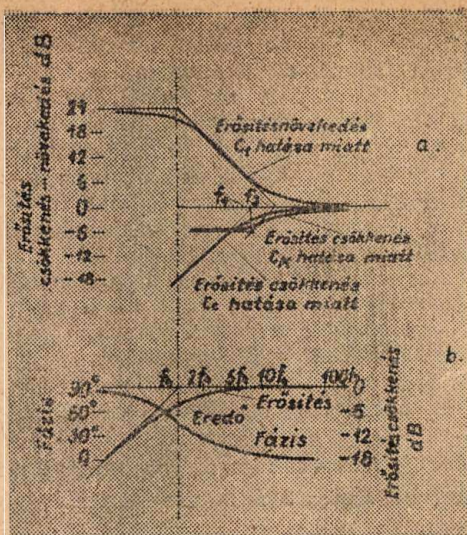
$$R_{g1} \cdot C_c = (1 + S R_K) R_a C_1$$

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

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

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





5. ábra.

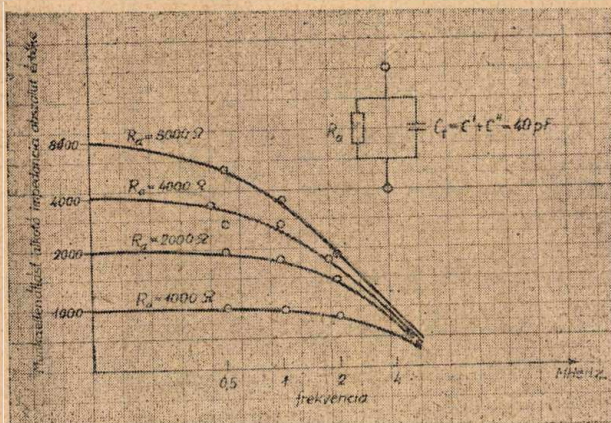
- a) Erősítésváltozás alacsony frekvenciák esetén a katódkondenzátor, csatoló-kondenzátor és kompenzáló-kondenzátor hatására különböző frekvenciáknál.  
b) Erősítés, illetve fázisváltozás kompenzált erősítő esetén. Az ábrán szereplő frekvenciákat a következő egyenletek határozzák meg:

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

A kisfrekvenciás viszonyokat négyszögulám generátorral vizsgálhatjuk.

#### Nagyfrekvenciás viszonyok.

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



6. ábra.

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

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

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

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

I. kompenzálás nélkül:

1. A munkaellenállás kellő megválasztása.
2. Frekvenciafüggő negatív visszacsatolás

II. kompenzációval:

3. Nagyfrekvenciás tekercsek parallel és soros rezonanciája
4. Megfelelő sávszűrők alkalmazása

#### 1. A munkaellenállás kellő megválasztása.

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

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

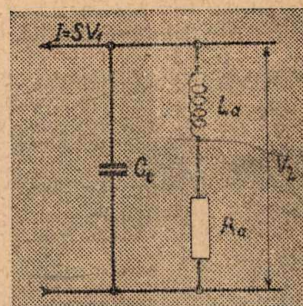
Innen  $C_t$  kiszámítható. Előzetes számításoknál a felhasznált csövek anód-katód, illetve rác-katód kapacitásait katalógusokból kikeresve, az egyéb kapacitásokat pedig felvéve, becsüljük  $C_t$  értékét (25–50 pF körül).

#### 2. Frekvenciafüggő negatív visszacsatolás.

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

#### 3. Nagyfrekvenciás tekercs parallel rezonanciája:

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



7. ábra.

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



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

$R_a$  és  $L_1$  a következő képletekkel számítható:

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

Ez esetben az idő késleltetést a következő összefüggés fejezi ki:

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

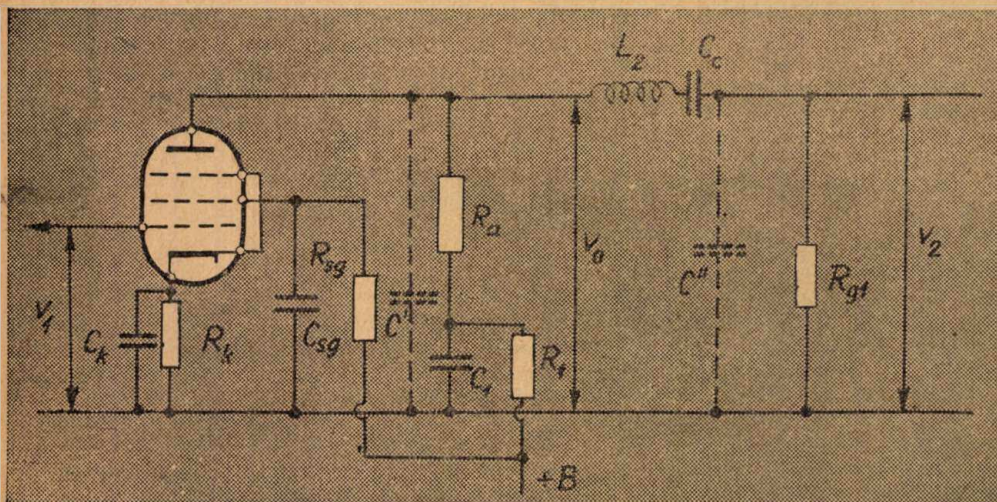
Az időkésleltetésre még kedvezőbb értéket kapunk, de a munkaellenállás és így az erősítés is 15%-kal kisebb lesz, ha a következő képletekkel számolunk.

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

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

### 3. Nagyfrekvenciás tekercsek soros rezonanciája:

Az általános elrendezést a 8. ábra tünteti fel.



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

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

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

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

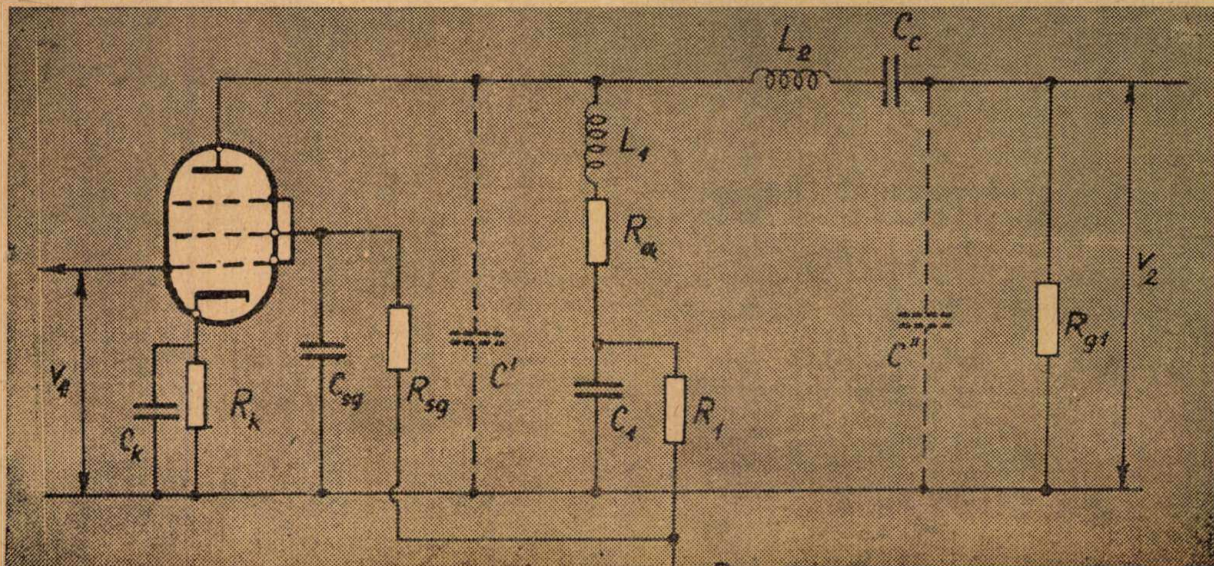
$C'$  csökkenő hatása is kompenzálódik. Kedvező kompenzálás érdekében szükséges, hogy  $C''/C' \geq 2$ . Ez esetben a munkaellenállás és a kompenzáló tekercs önindukciója a következő képletek alapján számítható:

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

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

### 9. ábra.

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





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

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

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

$$L_2 = 0.52 (C' + C'') R_a^2$$

A különböző nagyfrekvenciális kompenzálási eljárásokat az alábbi táblázatban foglalhatjuk össze:  $\Delta t$ -vel az állandó időkesletetéstől való eltérést jelöljük és sec-ban mérjük.

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

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

#### Erősítőcsövek megválasztása.

A csőgyárak szélessávú erősítők céljaira különleges csöveket hoznak forgalomba. Mivel csak kis munkaellenállást alkalmazhatunk, hogy fokoza-tonként mégis nagy erősítést érhessünk el nagy-merekségű csöveket kell felhasználnunk. A

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

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

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

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

#### IRODALOM:

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



# A Rotary-rendszerű gépesített távbeszélő központok legújabb fejlődése

KOZMA LÁSZLÓ

A Standard rotary-rendszer az 1920-as évektől kezdve állandó fejlődésen ment át. Az első gépek még mágneses meghajtásúak voltak, de hamarosan megjelentek a ma használatos fogaskerék meghajtású gépek. Az első általánosan elterjedt rendszer 7-A-nak hívták, elnevezését később 7A<sub>1</sub>-re módosították, megkülönböztetésül az újonnan megjelent 7-A<sub>2</sub>-vel szemben. Nagyobb kapacitású központok részére ez a ma legismertebb s a legjobbnak ítélt rotary rendszer és amióta az Egyesült Államokba is bevonult, a világ minden részében fellelhető. A 7-A<sub>2</sub> azonban nem lehet az utolsó állomás a rotary fejlődésében. A fejlesztési munka nem áll meg és ha a háború közbe nem jön, akkor egy új rotary rendszer talán már teljesen készen is lenne. A háborús évek alatt, noha a németek megtiltották, valamilyes fejlesztési munka folyt az antwerpeni *Bell Telephone* gyárban. Ugyancsak a new-yorki *Federal* gyárban is. Az antwerpeni gyár új rendszerét 7-E-nek nevezte el (a new-yorki 7-U-nak). A fejlesztést meghatározó irányelvek közül nem az eladási ár csökkenése volt a döntő, hanem az élettartam növelése, a karbantartás egyszerűsítése és különösen a gyártási és szerelési idő csökkentése. Ezeken felül természetesen a központnak oly minőségi szolgálatot kell nyújtania, amely megfelel a modern átviteli technika követelményeinek.

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

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

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

## TREND OF DEVELOPMENT OF THE ROTARY TYPE AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGES

The present article is the extract from a lecture given in the Trade Union of Hungarian Engineers on a trip to Western Europe undertaken in order to study there the recent development in the field of automatic telephone switching. Detailed information is given concerning the general principles and main characteristic features of the so called 7E system worked out by the Bell Telephone Manufacturing Company of Antwerp. Difficulties met in connection with the new switch are mentioned and the expected solutions are explained. On hand of simplified diagrams and sketches interesting details of the circuits and equipment lay-outs are shown. It is pointed out that during development of the new system the greatest attention was paid to the problems of interworking with existing rotary exchanges 7A<sub>1</sub>- and 7A<sub>2</sub>.

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

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

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



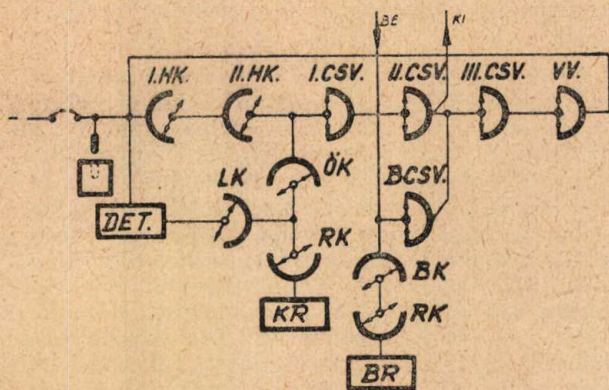
nál, de semmi kétség, előbb-utóbb megtalálják a megfelelő megoldást.

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

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

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

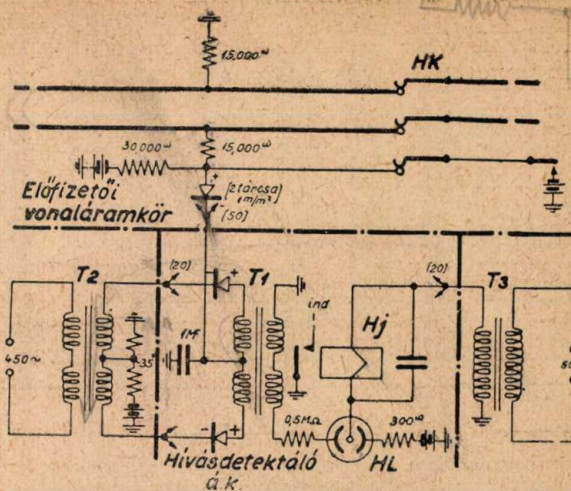
Az első lényeges pont az, hogy a központ valamennyi kapcsológépe azonos. Az 1. ábrán látható egy tipikus 10.000-es központnak a kapcsolási diagramja. Valamennyi gép, amely a beszélő-áramkör felépítésében részt vesz, 5×100 pontos gép, míg a regisztert kapcsoló gépek kapacitása 10×50 pont. A két gép között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



1. ábra.

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

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



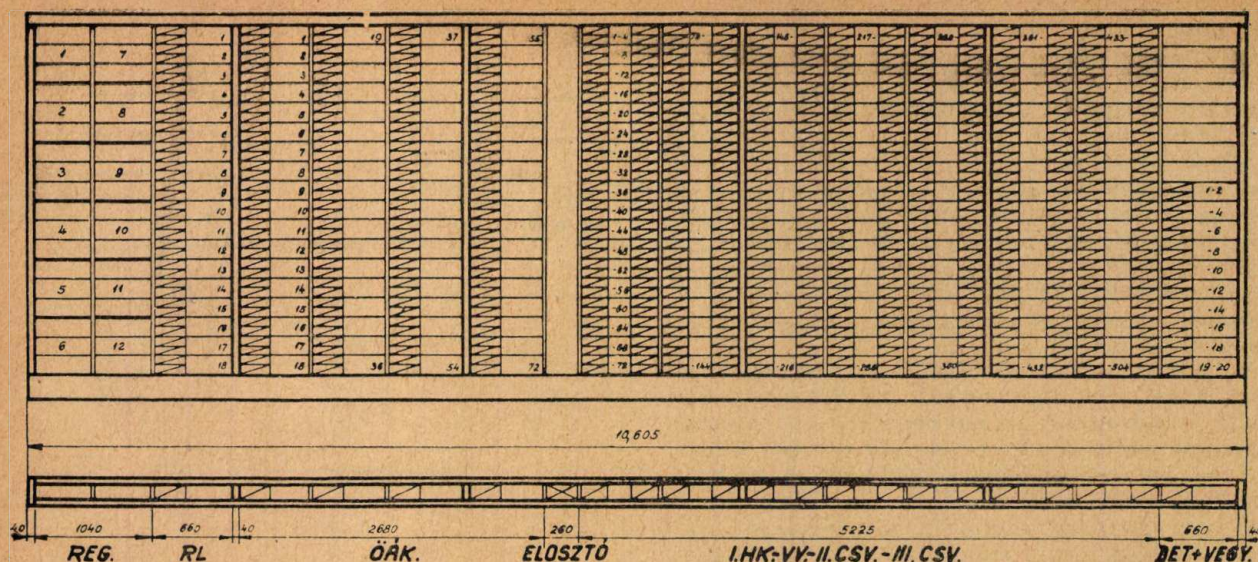
2. ábra.

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

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

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





3. ábra.

számára egyszerre csak egy gép forog kapcsolási fokozatonként.

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

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

A regiszterből való vezérlésnek néhány nagyon fontos következménye van. A csoport- és vonalválasztók megszűnnek önálló áramkörök lenni, amelyek — mint a 7-A<sub>2</sub> rendszerben — pl impulzusok fogadása után önmaguk végzik el a választást. Az új rendszerben a csoport- és vonalválasztó áramkörök tartozéka a kapcsológépen kívül mindössze két egyszerű jelfogó. Ez a két jelfogó

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

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

A PBX csoportkeresés hasonló a 7-A<sub>2</sub>-ben ismertetett elrendezéshez. Mint már említettük, akár melyik állomásból tudunk PBX csoport első állomását képezni azáltal, hogy a dugaszolható előfizetői áramkört megfelelő másik dobozra cseréljük ki. A PBX keresést a keresőgép nem lépésenként, hanem egy mozdulattal végzi és utána rááll vagy az első szabad állomásra, vagy pedig az utolsó vonalon mindenképpen leáll. Interurbán hívás esetében, ha a PBX keresés eljutott az utolsó állomásig és azt is foglaltnak találta, akkor az interurbán regiszter megismétli úgy a választást, mint a PBX keresését, de most már azt is megvizsgálja, hogy a foglalt állomások közül melyik helyileg és melyik interurbán foglalt. Azután a választógépet leállítja az első helyi foglalt vonalon.

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



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

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

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

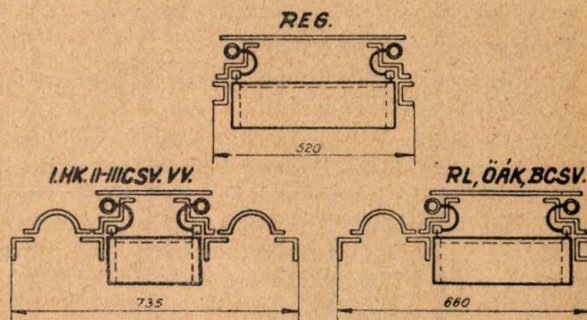
A 7E rendszer rengeteg új jellemző tulajdonságáról lehetne még beszélni. Az eddig több mint 25 éven át szerzett tapasztalatok felhasználásra kerültek a központ valamennyi részének megtervezésében. Így beszélni lehetne a különböző forgalmi megfigyelő, különböző ikerállomásokról, pénzbedobókról, távollévő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

Ha ugyanabban a hálózatban több különböző rendszerű központ van, akkor a regisztereket ezeknek megfelelően kell kiképezni. A kezdeményező regiszter elő lehet készítve 7A<sub>2</sub> típusú központok felé szükséges választásokra, a bejövő regiszter pedig úgy van kiképezve, hogy a számokat a hívóállomástól függően a megfelelő áramkörre veszi át.

Most szólnom kell még a központok gyártási problémájáról.

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

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



4. ábra.

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

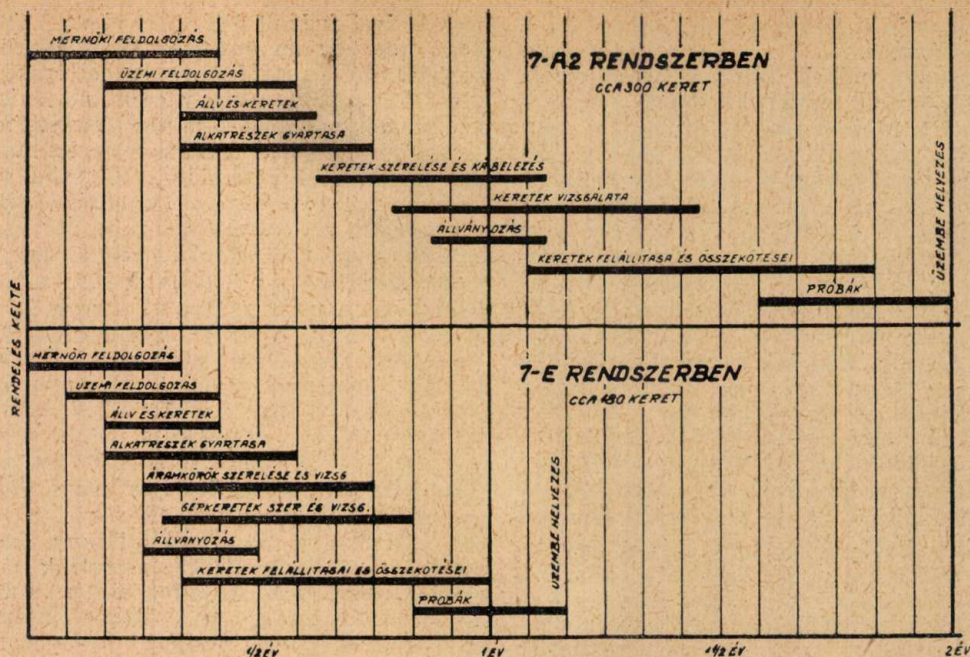
A jelfogó keretek gyártása a következőképpen történik: A szögvasakból elkészített keretekre felerősítjük a kapcsoló-hüvelysávokat, s azokat összekötjük, egy, a keret tetején, vagy alján levő csúcssávval. Ekkor a keret szállítható és a szerelés már lefektetheti és beforraszthatja a keretek közti kábelezést.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

Az alább feltüntetett gyártási és szerelési munkaterven (5. ábra.) egymás mellé állítjuk egy 10.000-es központ gyártási programját egyrészt a jelenleg 7-A<sub>2</sub>, másrészt a 7E rendszerben. A munkaidő megtakarítás lényeges.

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

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





5. ábra.

2. A szerelvények egyszerűsítésének az áramkörök egyszerűségét alárendelték.

3. A gyártási program megrövidítése érdekében módosított elrendezés.

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

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

\*

A 7-E rendszer sok érdekességet tartalmaz, de nem hoz forradalmi újításokat. Csodakapcsolások nincsenek és a drótnélküli telefonhálózattól még messze vagyunk. Lehet, hogy interurbán beszélgetéseket valamikor drótnélkül fogunk lebonyolítani, de a C. C. I. F. még egyelőre coaxialis kábeleket rakat le. A 7-A<sub>2</sub> még sokáig nem avulhat el és még ha az új rendszer pár év múlva készen is lesz, akkor is a két rendszer összeműködése biztosítva van.



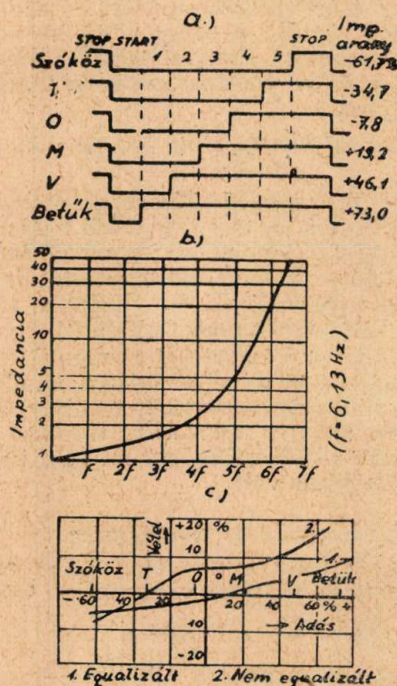
# Távírótorzítás

LAJKÓ SÁNDOR

(Befejezőközlemény)

## TELEGRAPH DISTORTION (CONCLUSION)

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



4. ábra

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

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

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

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

## 5. Szabálytalan torzítás

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

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

A szabálytalan torzítás értéke, ha  $\tau_0$ -val jelöljük a jel normális visszaadási késedelmét (az az időkülönbség, ami a kiadott jel egyik keresztmetszete és a vett jel ugyanazon keresztmetszete közt eltelik) és  $\Delta\tau_1$ -el, ill.  $\Delta\tau_2$ -vel a visszaadási késedelemben való eltérést az impulzus elején, illetve végén,

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

## 6. Start-stop torzítás

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

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



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

Az impulzus sorozat átmeneteinek sietése, vagy késedelme a normális időpontjukhoz képest adják ki a start-stop torzítást. Értékét az a különbség adja, ami a start impulzus visszaadási késedelme ( $\tau_0$ ) és a legnagyobb figyelembejövő impulzus eltolódás között fennáll időegységben kifejezve. Az 5. ábrán az (A) rajz az adott jelet mutatja, a (B) rajzon pedig feltüntetjük az állandó  $\tau_0$  visszaadási késedelemmel torzítatlanul vett jelet. Alája rajzoltuk a vevőszerv impulzus kiválasztási időpontjait, melyek torzítatlan esetben mindig az impulzusok közepére esnek, kivéve a start és stop impulzust. A (C) rajz egy torzítva vett jelet mutat, feltüntetve az egyes impulzusok  $\Delta\tau$  eltolódásait a normális  $\tau_0$ -hoz képest. Látható, hogy ahhoz, hogy a vevő a szelektálást még el tudja végezni, ez a  $\Delta\tau$  nem lehet nagyobb, mint az alsó skálán feketével rajzolt sáv. A vevőnek tehát csak egy kicsi időre van szüksége ahhoz, hogy minden impulzusból szelektálni tudjon. A fennmaradó rész mint tartalék szerepel és így határt ad meg, t. i. azt, hogy meddig szenvedhet torzítást. Minél nagyobb a jeltorzítás, annál kevesebb tartalék marad arra a célra, hogy a vevőkészülék hibáit, beállítási ingadozásait, vagy az adó és vevő közötti sebesség különbséget áthidalja.

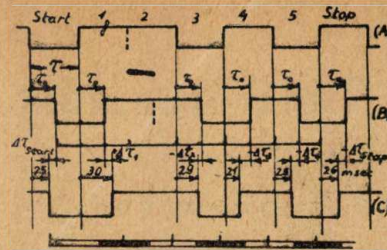
Ezt a megengedhető maximális torzítást, amely mellett a vevő még helyesen szelektál, a rendszer *határtorzításának* nevezzük. Az ábra alapján a start-stop torzítás kifejezéséhez

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

Ezen idő viszonya a legrövidebb impulzus időtartamához adja a torzítást:

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

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



5. ábra

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

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

#### a) Az egyoldalas torzítás hatása a start-stop torzításra

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

#### b) A karakterisztikus torzítás hatása a start-stop torzításra

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

#### 7. A torzítások összegezése

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

$$\varepsilon_r = \varepsilon_e + \varepsilon_k + \varepsilon_{sz} + \varepsilon_s$$

Az összeg három részből áll:

Szabályos torzítások (egyoldalas és karakterisztikus).

Szabálytalan torzítás.

Készülékterozítás.



## Mikrohullámok gerjesztése

BARTA ISTVÁN

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

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

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

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

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

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

### Negatív rácsú trióda oszcillátorok

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

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

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

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

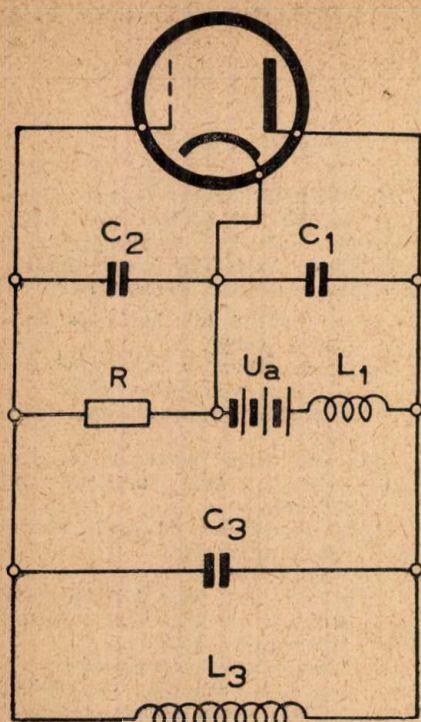
$$R_r = \frac{k}{S} \cdot \frac{T^2}{Tr^2} = \frac{k}{Sf^2 Tr^2}$$

$S$  = cső meredeksége,  
 $T$  = a váltófeszültség rezgés ideje,  
 $f$  = frekvencia,  
 $Tr$  = repülési idő  $10^{-9}$  sec.

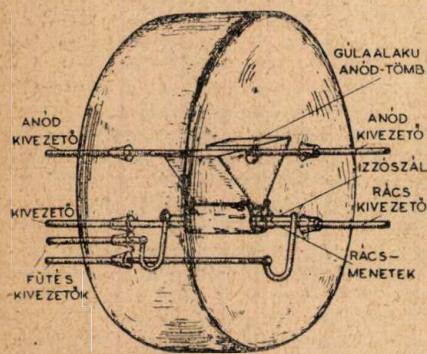
A rácsvesztesség a cső felmelegedését növeli és ezáltal is csökkenti az anód terhelhetőségét.

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





1. ábra.



2. ábra.

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

csökkenteni, így azonban a hasznos teljesítmény négyzetes arányban kisebbedik.

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

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

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

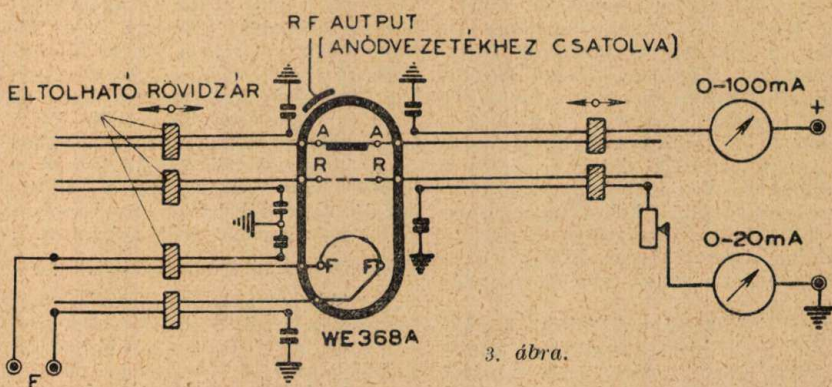
Negatív rácsú oszcillátorok céljaira ezért külön módon konstruált csöveket használnak. Használatosak az úgynevezett door-knob (ajtógomb) (2.) és acorn (3.) (makk) alakú csövek. Acorn csövek 40 cm hullámhosszig oszcillálnak, teljesítményük kicsi, ezért csak erősítőkként vagy kis oszcillátorokban használhatók.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

#### Pozitív rácsú trióda oszcillátorok

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

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

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



3. ábra.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

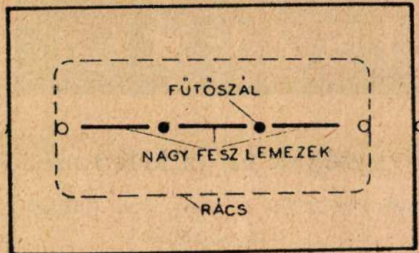
Ha az anód feszültsége alacsonyabb a katódnál, akkor az elektron nem éri el a katódot, hanem  $d'a$  távolságban fordul meg, ahol

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

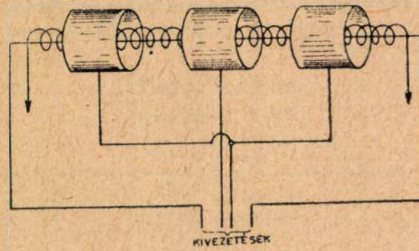
Az idő, amíg  $d'a$  távolságot megtesz:

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

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



ANÓD  
4. ábra.



5. ábra

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

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

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

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

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

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

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

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

Egy következő cikkünkben külön kívánunk foglalkozni a legrövidebb hullámok gerjesztésének a magnetronnal és klystronnal.

#### IRODALOM:

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



# FOLYÓIRATSZEMLE

## Elektromos egységek és az MKS mértékrendszer

(Electrical units and the MKS system. — Electrical Communication  
1946 március)

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

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

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

I. TÁBLÁZAT.  
MKS egységek.

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

II. TÁBLÁZAT.  
Az egységek összefüggése.

| A gyakorlati egység neve                              | MKS egységekben                | Értéke Elektromágneses egységekben | Elektrosztatikus egységekben |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Energia Joule                                         | 1                              | 10 <sup>7</sup> erg                | 10 <sup>7</sup> erg          |
| Teljesítmény Watt                                     | 1                              | 10 <sup>7</sup> erg/sec            | 10 <sup>7</sup> erg/sec      |
| Elektromos töltés Coulomb                             | 1                              | 10—1                               | 3x10 <sup>9</sup>            |
| Elektromos eltolódás sűrűsége Coulomb/cm <sup>2</sup> | 10 <sup>4</sup>                |                                    |                              |
| Elektromotoros erő Volt                               | 4π xCoulomb/méter <sup>2</sup> | 10—1                               | 3x10 <sup>9</sup>            |
| Elektromos feszültség Volt/cm                         | 1                              | 10 <sup>8</sup>                    | 1/300                        |
| Impedancia Ohm                                        | 10 <sup>2</sup> Volt/méter     | 10 <sup>8</sup>                    | 1/300                        |
| Induktivitás Henry                                    | 1                              | 10 <sup>9</sup>                    | 1/ (9x10 <sup>11</sup> )     |
| Kapacitás Farad                                       | 1                              | 10 <sup>9</sup>                    | 1/ (9x10 <sup>11</sup> )     |
| Áram Ampere                                           | 1                              | 10—9                               | 9x10 <sup>11</sup>           |
| Magnetomotorikus erő Gilbert                          | 10—1                           | 10—1                               | 3x10 <sup>9</sup>            |
| Mágneses feszültség Oersted                           | 4π Ampere                      | 1                                  | 3x10 <sup>10</sup>           |
| Mágneses fluxus Maxwell                               | 10 <sup>3</sup> xAmpere/méter  | 1                                  | 3x10 <sup>10</sup>           |
|                                                       | 4π Weber                       | 1                                  | 1/(3x10 <sup>10</sup> )      |

G. Ö.





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

**TUDOR** rendszerű helyhez kötött és hordozható akkumulátor telepek.

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

**PERTRIX** szalmiák és savmentes szárazelemek és telepek zseblámpákhoz és rádiókhoz

**DEAC** alkalikus kém akkumulátorok hosszú élettartalommal

**CEAG** rendszerű sujtó légbiztos robbanásmentes bányalámpák

**SUGÁR** nagyfényhatású, hosszú élettartalmú törpe izzó zseblámpákhoz

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

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

## LAKOS ÉS SZÉKELY

speciális gépek gyára

elektromos autogén-hegesztő és festékszóró berendezésekre

\*

Budapest XIII, Béke tér 3

Telefonszám: 127-958

Sürgőnycim:

Lakosszék Budapest

**SOMMER és FEIN**  
mérnökök

szivattyu-  
és kompresszorgyára

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

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

„SIHI” szabadalm. automatikus vízellátó berendezések

**Korszerű telefon-berendezést**

Vonalváltó  
gépkapcsoló  
félautomata  
rendszerben  
bérbead  
elad  
karbantart

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

Á. K. I. R. T.

## TELEFUNKEN

RÁDIO- ERŐSÍTŐGYÁR  
ÉS SZERVIZ



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

## NIFE

AKKUMULÁTOR ÉS VILLAMOSSÁGI RT

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

Gyártja és szállja a világ híré „NIFE” akkumulátor-batteriat minden célra; valamint az elsőminőségű „REFLEKTOR” szárazelemet minden típusban.

## AEG

UNIO

MAGYAR VILLAMOSSÁGI  
RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

BUDAPEST

XIII, HUN UTCA 2

TELEFON: 126-780, 126-789





## MAGYAR OPTIKAI MŰVEK

BUDAPEST, XII., CSÖRSZ U. 35-43



**MOM** földmérnöki műszerek,  
**MOM** optikai lencsék és prizmák,  
**MOM** különleges szemüvegek,  
**MOM** orvosi műszerek,  
**MOM** finommechanikai csavarok és tömegcikkék  
**MOM** mérőeszközök,  
**MOM** díszórák,  
**MOM** vízmérő órák.

A felsorolt cikkek pontos, szakszerű javítása.



## SZALAY ISTVÁN RT.

VILLAMOS SZERELÉSI ANYAGOK ÉS KÉSZÜLÉKEK GYÁRA

BUDAPEST V, VÁCI ÚT 48 A-B

## „NAGYBÁTONY-UJLAKI“

EGYESÜLT IPARMŰVEK R. T.

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

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

## MAGYAR ACÉLÁRUGYÁR RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

\*

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

**IPARTELEPEK** Működik a volt  
**ÉS ELEKTROMOS** **SIEMENS**  
**KÖZPONTOK** alkalmazottak  
**FIGYELMÉBE!** **méréstechnikai osztálya**

Elvállal kazánházi, hőgazdasági, hőelektromos és klimatikus berendezések rendbehozását és azok műszereinek javítását és hitelesítését, valamint új berendezések tervezését és kivitelezését.

**VILLAMOS ÉS RÁDIÓIPARI VÁLLALAT**  
BUDAPEST IV. KERÜLET, SÜTŐ UTCA 2 SZÁM \* TELEFON: 385-551

## OETL ANTAL | vasöntőde és gépgyár rt.

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

## LÁNG L. GÉPGYÁR RT.

BUDAPEST XIII,  
VÁCI ÚT 152. SZ.  
ALAPÍTÁSI ÉV: 1868

KÜLÖNLEGESSÉGEI  
**teljes hőerőtelepek,  
vegyszeri iparok**  
GÉPBERENDEZÉSEI

DR. OEC.

## KÓS ÁRPÁD

**Műszaki cikkek**  
**Gépek**  
**Szerszámok**  
**Műszerek**  
**Mérőeszközök**

★

Budapest IV, Irányi utca 2  
Telefon: 187-660

## KILIÁN FRIGYES UTÓDA

Egyetemi könyvtár Alapítva 1832-ben

\*

Külföldi műszaki könyvek  
Külföldi műszaki folyóiratok

\*

BUDAPEST IV, HARIS KÖZ 2

## OSMAN ADOLF „PRECISIO“ FÉMCSAVAR ÉS VÁSÁRUGYÁR

Fényes esztergált  
csavarok  
csavarházak  
alátétek  
idomok stb.

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

## MAGYAR HIRADÁSTECHNIKA

a Magyar Technika állandó melléklete

Szerkesztők: Gerő István, Salló Ferenc, Valkó Iván Péter — Szerkesztőség: Budapest V, Szalay utca 4 — Szerkesztési óra: szombaton 12-2-ig  
Felelős szerkesztő: Zentai Béla — Dr. Móricz Miklós nyomda, Budapest VI. Jókai u. 38