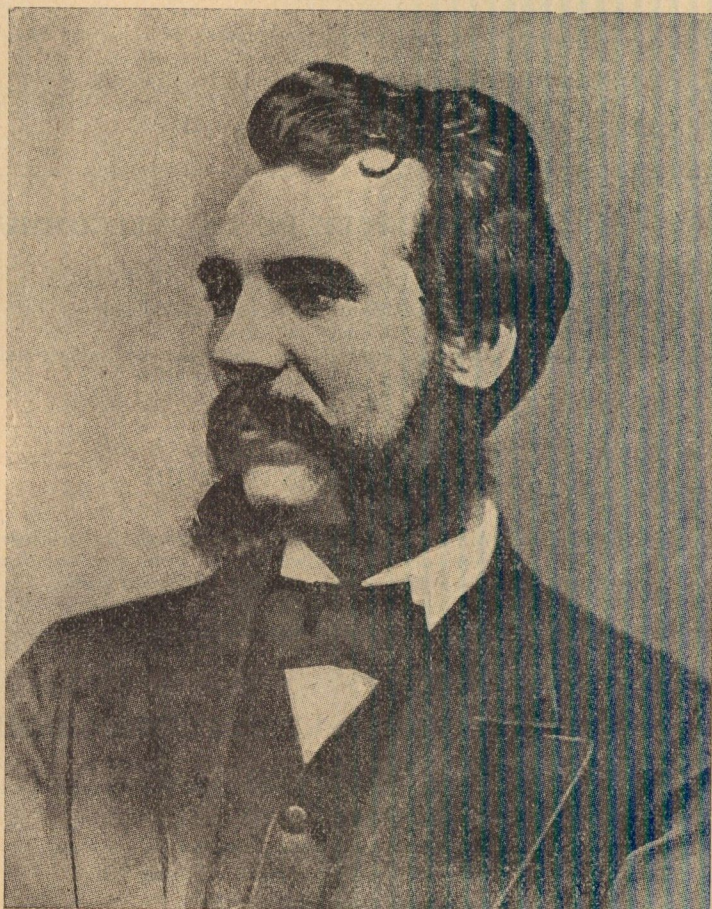
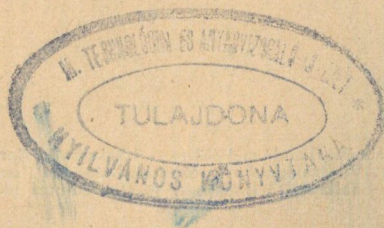


MAGYAR

HIRADÁSTECHNIKA



100 ÉVE SZÜLETETT A. GRAHAM BELL, A TELEFON FELTALÁLÓJA



II. ÉVFOLYAM **8** SZÁM. 1947. X.

MAGYAR HÍRADÁSTECHNIKA

- Kónya Sándor: Összefüggés a távbeszélő előfizetők száma és a fajlagos hívásszám között.
Zakariás Imre: A falurádió megoldási lehetősége.
Dr. Barta István: A mikrohullámú technika elemei. VII.
Mikrohullámok gerjesztése. III.

TELECOMMUNICATION ENGINEERING

- S. Kónya: The relation of the number of calls per telephone station and the total number of subscribers.
I. Zakariás: The Farmer's Radio und Its Problems.
I. Barta: Elements of Microwave Technique. VII.
Generation of Microwaves III.

TECHNIQUE DE LA TÉLÉCOMMUNICATION

- S. Kónya: Le rapport entre le nombre des abonnés et le nombre des appels échéant à un poste téléphonique.
I. Zakariás: Récepteurs pour le village.
I. Barta: Les éléments de la technique des micro-ondes VII.
Génération de micro-ondes. III.

NACHRICHTENTECHNIK

- S. Kónya: Abhängigkeit der Zahl der Anrufe je Fernsprechteilnehmer von der Gesamtzahl der Fernsprechteilnehmer.
I. Zakariás: Über die Probleme des Dorfempfängers.
I. Barta: Elemente der Technik der Mikrowellen. VII.
Erregung von Mikrowellen. III.

ТЕХНИКА ВЕНГЕРСКОЙ СВЯЗИ

- Коя Александр: Связность между количеством телефонных абонентов и количеством специфических вызовов.
Закариаш Имре: Возможность решения вопроса радио в деревнях
Др. Барта Иштван: Элементы микроволновой техники. VII.
Возбуждение микроволн. III.

HIRADÁSTECHNIKA

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

SZERKESZTŐK: GERŐ ISTVÁN, SALLÓ FERENC, VALKÓ IVÁN PÉTER

TÁVBESZÉLŐ * RÁDIO * TÁVÍRÓ

Összefüggés a távbeszélő előfizetők száma és a fajlagos hívásszám között

KÖNYA SÁNDOR

Egy távbeszélő központba bekapcsolt összes előfizetők bizonyos meghatározott időközökben egy bizonyos számú hívást bonyolítanak le, amely hívásszámot változatlan előfizetői szám és gazdasági körülmények mellett állandónak lehet tekinteni. Az előfizetők esetleges szaporodása esetén természetesen a hívások száma is szaporodni fog. A régebbi üzemtechnikai elmélet ezt a hívásszaporulatot olyan mértékűnek vette, hogy az egy előfizetőre eső hívásszám, az u. n. fajlagos hívásszám az előfizetők szaporodása esetén is állandó.

A központok bővítésének méretezése régebben a fajlagos hívásszám állandóságának feltételezésével történt, ami általában elégtelen számú áramkörök és gépek beépítésére vezetett. Magának a méretezésnek három tényezője a várható előfizetői szám, a központ által lebonyolítandó várható hívások száma és azok időtartama. Méretezés alatt általában a forgalom zavartalan lebonyolításához szükséges gépek, illetve áramkörök számának megállapítását értjük, mégpedig vagy teljesen új központi berendezés számára, vagy meglévő berendezés bővítése számára.

A várható előfizetői számot (előfizetői szaporulatot) fejlődési tanulmány alapján kell megállapítani. Kérdés, hogy egy bizonyos mértékű előfizetői szaporulat, vagy fogyás mi módon befolyásolja a kezdeményezett hívások számát.

Vezessük be a következő jelöléseket:

M = az előfizetők jelenlegi száma.

B = fenti számú előfizető (M) által jelenleg kezdeményezett hívások száma.

$H = \frac{B}{M}$ = egy előfizetőre eső jelenlegi fajlagos hívásszám.

A fentiek szerint tehát M számú előfizető egy bizonyos idő alatt B számú beszélgetést kezdeményez, (a következőkben nem teszünk különbséget arra nézve, hogy évi, havi, napi, illetve forgalmas órai kezdeményezett hívásszámokról van-e szó), tehát egy

előfizetőre $\frac{B}{M}$ számú kezdeményezett hívás esik. Ez

LE RAPPORT ENTRE LE NOMBRE DES ABONNÉS ET LE NOMBRE
DES APPELS REVENANT A UN POSTE TÉLÉPHONIQUE

L'article déduit la thèse que le nombre des appels revenant à un abonné d'un central téléphonique s'accroît par l'accroissement du nombre des abonnés. Selon la déduction, le nombre accru des appels revenant à un abonné est une quantité exponentielle qui peut être exprimée par la mesure de l'accroissement des abonnés. L'article expose en outre que seule la prise en considération du nombre des abonnés ne détermine pas le nombre des appels revenant à un poste téléphonique, mais il faut aussi tenir compte de l'état de saturation du central en question, c'est à dire du nombre des abonnés qu'on peut supposer constant, en faisant abstraction des fluctuations insignifiantes.

más szóval annyit jelent, hogy a szóbanlévő körülmények között az előfizetők mindenike általában $\frac{B}{M}$ számú hívást kezdeményez, illetve $\frac{B}{M}$ számú beszélgetést bonyolít le.

Tegyük fel, hogy az előfizetők száma 1-el megszorodik. Az új ($M+1$)-ik előfizető is általában annyi hívást fog kezdeményezni, mint a régi M számú előfizető mindegyike, vagyis $\frac{B}{M}$ számú hívást.

Azonban az ($M+1$)-ik előfizető belépése a kezdeményezett hívások számában nemcsak azt a többletet fogja okozni, amit az általa kezdeményezett hívások jelentenek, hanem azt is, amit a feléje irányuló hívások jelentenek és amelyek száma általában szintén $\frac{B}{M}$.

A fentiek szerint — ha B_1 -el jelöljük az ($M+1$)-ik előfizető belépése után megnövekedett forgalmat — az új kezdeményezett hívásszám értéke a következő lesz:

$$B_1 = B + 2 \frac{B}{M} = B \left(1 + \frac{2}{M} \right)$$

Feltételezve, hogy egy második előfizető is belép a közösségbe, az előfizetők száma $M+2$ lesz. Ez az ($M+2$)-ik előfizető az előbbiekben előadottak értelmében $\left(\frac{B_1}{M+2} \right)$ számú hívást kezdeményez, ugyanannyi lesz azonban a feléje irányuló hívások száma is, miáltal az ($M+2$)-ik előfizető belépése után a megnövekedett beszélgetési szám (B_2) értéke a következő lesz:

$$B_2 = B_1 + 2 \frac{B_1}{M+1} = B_1 \left(1 + \frac{2}{M+1} \right)$$

A B_1 -nek előbbi értékét behelyettesítve pedig e hívásszámra a következő formula adódik:

$$B_2 = B \left(1 + \frac{2}{M} \right) \left(1 + \frac{2}{M+1} \right)$$

Általában az M számú előfizetőn felüli n -ik előfizető belépése után (az előfizetők n -nel való

szaporodása után) a megnövekedett beszélgetési szám értéke a következő lesz:

$$B_n = B \left(1 + \frac{2}{M}\right) \left(1 + \frac{2}{M+1}\right) \left(1 + \frac{2}{M+2}\right) \dots \left(1 + \frac{2}{M+n-1}\right) \quad (1)$$

E számtani sor nem alkalmas számítások végrehajtására, ellenben megengedhető közeledéssel az alábbi Mac Laurin sorra alakítható át:

$$B_n = B \left[1 + \frac{1}{1!} \left(\frac{2}{\frac{M}{n} + 0.5} \right) + \frac{1}{2!} \left(\frac{2}{\frac{M}{n} + 0.5} \right)^2 + \frac{1}{3!} \left(\frac{2}{\frac{M}{n} + 0.5} \right)^3 + \dots \right]$$

A nagy zárójelben közölt sor az $e^{\left(\frac{2}{\frac{M}{n} + 0.5}\right)}$ kifejezésnek sorbafejtett alakja, ezt behelyettesítve a zárójel helyére az M számú előfizetőn felüli n -ik előfizető belépése után (az előfizetők n -nel való szaporodása után) a megnövekedett beszélgetési szám értékének kiszámítására az alábbi összefüggést nyerjük:

$$B_n = B \cdot e^{\left(\frac{2}{\frac{M}{n} + 0.5}\right)}$$

Ugyanezen megfontolások alapján lehet levezetni az előfizetők fogyása esetére a hívásszámok várható fogyásának mértékét. A szaporodás esetén nyert képletekhez hasonló átalakítás után azt nyerjük, hogy M számú előfizetőnek n -nel való fogyása után a megkisebbedett beszélgetési szám értékét a

$$B_n = B \cdot e^{\left(-\frac{2}{\frac{M}{n} - 0.5}\right)}$$

képlet adja.

Nevezzük a $\frac{B_n}{B}$ viszonyt «hívásváltozási arányszám»-nak, az $\left(\frac{M}{n}\right)$ viszonyt pedig «előfizetői változási arányszám»-nak, akkor az előadottak szerint az előfizetői változási arányszám és a hívásváltozási arányszám között az előfizetők szaporodása (1), ill. fogyása esetére (2) az alábbi összefüggések állanak fenn:

$$\frac{B_n}{B} = e^{\left(\frac{2}{\frac{M}{n} + 0.5}\right)} \quad (1)$$

$$\frac{B_n}{B} = e^{\left(-\frac{2}{\frac{M}{n} - 0.5}\right)} \quad (2)$$

A kezdeményezett hívások száma számérték, amely valamely központ forgalmi viszonyaira nézve egymagában nem ad jellemző képet. Bármely központ forgalmi viszonyait jellemzi azonban az az érték, amely megmutatja, hogy a szóbanlévő központban egy előfizetőre mennyi hívás esik. Ezt az értéket «fajlagos hívásszám»-nak nevezzük és H betűvel jelöljük.

A mondottak értelmében

$$H = \frac{B}{M}$$

ha pedig az előfizetők száma n -nel megszorodik,

úgy a megnövekedett előfizetői számnak megfelelő fajlagos hívásszám

$$H_n = \frac{B_n}{M_n} = \frac{B_n}{M+n}$$

Behelyettesítve B_n -nek (1) alatti értékét, lesz:

$$H_n = \frac{B}{M+n} \cdot e^{\left(\frac{2}{\frac{M}{n} + 0.5}\right)}$$

A $B=H M$ és $n=Mn - M$ további helyettesítéseket végezve nyerjük:

$$H_n = H \cdot \frac{M}{M_n} \cdot e^{\left(\frac{2}{\frac{M}{M_n - M} + 0.5}\right)} \quad (3)$$

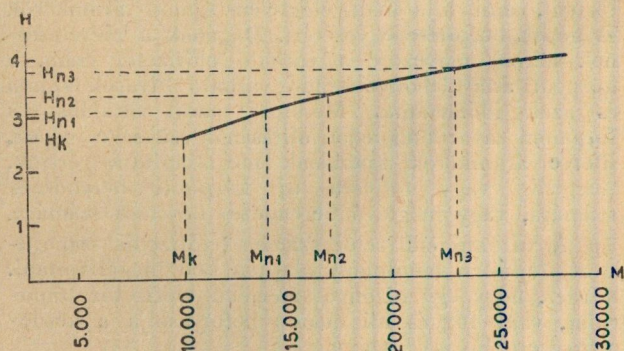
Ezt a képletet az előfizetők fogyása esetére levezetve (ha M számú előfizető n -nel lecsökken) az alábbi értékű lesz:

$$H_n = H \cdot \frac{M}{M_n} \cdot e^{\left(\frac{-2}{\frac{M}{M - M_n} - 0.5}\right)} \quad (4)$$

Az előadottakból mint legfőbb eredmény az a következtetés vonható le, hogy az előfizetők számának változásával a fajlagos hívásszám is változik. A változás mértéke bizonyos törvényszerűséghez igazodik, amelyeket a levezetett képletek jellemeznek.

Ezeknek a törvényszerűségeknek a segítségével valamely előfizetői hálózat (város, központ) adott forgalmából és előfizetői számából meg lehet határozni az elmúlt és a jövőben várható forgalmi viszonyokat, mert a bevezetett képletek útján bármely előfizetői számhoz meg lehet állapítani a hozzátartozó fajlagos hívásszámot.

Szerkesztünk egy függvényábrát, amelynek abszcisszáján az egyes időkeresztmetszetekhez tartozó előfizetői számot, ordinátáján pedig a hozzátartozó fajlagos hívásszámot tüntetjük fel.



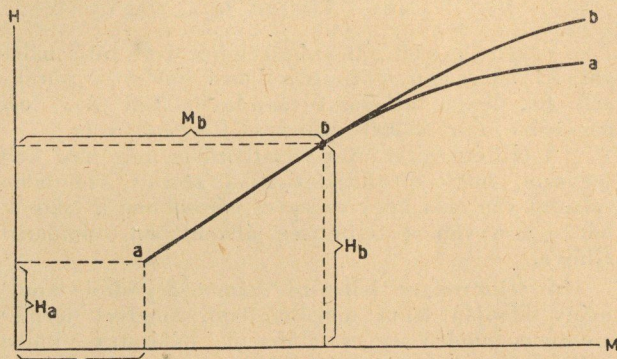
Válasszunk a grafikon elkészítéséhez alapul egy bizonyos kezdeti állapotnak megfelelő előfizetői számot M_k -t és e szám idején fennálló fajlagos hívásszámot H_k -t. A forgalmi grafikon elkészítéséhez a (3) alatti képletet használjuk fel akként, hogy felvesszünk tetszőleges M_n értékeket, amelyekhez kiszámítjuk a hozzájuk tartozó H_n értékeket. A függvényábra pontjait az így kiszámított H_n ordinátán és M_n abszcisszáján leolvasható értékek adják.

Hangsúlyozzuk, hogy a forgalmi függvény-ábrát egyetlen egy, bizonyos kezdeti állapotnak megfelelő forgalmi adatról M_k és H_k alapján szerkesztjük.

A forgalmi adatról, amely alapján függvény-ábrát megoldjuk, kiindulási adatról nevezzük.

Kérdés, mi legyen ez a kiindulási forgalmi adatpár (H_k és M_k).

Ennek az eldöntése céljából a 2. ábrában az M_a és H_a forgalmi adatpár alapulvételével elkészítettük az a -val jelölt forgalmi függvény-ábrát és ezen választottunk egy b -vel jelölt pontot, amely az M_b és H_b forgalmi adatpárral van jellemezve. Készítettünk egy új ábrát, mégpedig az M_b H_b kiindulási forgalmi adatpár alapulvételével. Most két görbénk van. Az a görbe, amelyet az ábrában b -vel jelölünk, a közös ponttól kezdve lassan és fokozatosan eltér az a -val jelölt görbétől oly módon, hogy az általa meghatározott pontok ugyanazon előfizetői szám (M) mellett nagyobb fajlagos hívásszám (H) értékeket adnak, mint az a -val jelölt görbe megfelelő pontjai.



Más szóval ez annyit jelent, hogy a kiindulási adatpár értékének megválasztása nem történhetik tetszőlegesen, amikor a jövőben várható fajlagos hívásszámot, illetve a kezdeményezett beszélgetések számát meg akarjuk állapítani.

Az a jelenség, amely a 2. ábrában két egymástól eltérő görbe keletkezésére vezetett, megegyezik azzal a tapasztalati ténnyel, hogy valamely központ, vagy hálózat fajlagos hívásszámának növekedése az ú. n. telítettségi állapot közelében mindinkább csökken.

A telítettség alatt valamely központ, vagy hálózat területén azt az állapotot értjük, amikor az előfizetők száma huzamos időn át kisebb ingadozásoktól eltekintve, közel állandó. Ennélfogva a telítettségi állapot egy előfizetői számmal határozható meg, amely jellemzi a szóbanlévő központ, illetve hálózat területét és független a központ, illetve hálózat központjainak kapacitásától.

A 2. ábra két görbéje közül az a -val jelölt úgy fogható fel, mint valamely M_a és H_a forgalmi adatokkal jellemzett kezdőállapot forgalmi görbéje, a b -vel jelölt pedig mint az M_b és H_b adatokkal jellemzett kezdő állapoté. Mivel az M_a és H_a értékek a kisebbek, az ezek alapján készített forgalmi görbe kisebb előfizetői számmal fogja a telítettségi állapotot jellemző vízszintes irányt elérni, mint a nagyobb értékű M_b és H_b adatokkal jellemzett görbe.

Ebből viszont az következik, hogy az előfizetői szaporulat esetén várható fajlagos hívásszám, illetve kezdeményezett hívásszám értékének megállapításánál nem a szóbanforgó központ, illetve hálózatnak a vizsgálati idejére vonatkozó adatait kell tekintetbe venni, mert lehetséges, hogy ez az állapot már a telítettséghez közel áll, hanem az azoknak a létesülési kezdeti idejére vonatkozó alkalmas adatokat és ezek tekintetbe vételével kell a forgalmi görbét elkészíteni.

Kétségtelen, hogy ezt az adatpárt, (amelynek egyike az előfizetők kezdeti száma az ú. n. kiindulási

előfizetői szám, másika pedig a fajlagos hívásszám kezdeti értéke) viszonyba kell hozni a telítettségi állapottal, mert csak ezen a módon lehet különbséget tenni a különböző rendű és kapacitású hálózatok között.

Jelöljük a kezdeti előfizetői számot M_k , a kezdeti fajlagos hívásszámot H_k betűvel és helyettesítsük be ezeket az értékeket a (3) egyenletbe:

$$\left(\frac{2}{\frac{M_k}{M_n - M_k} + 0.5} \right) \quad (5)$$

$$H_n = H_k \frac{M_k}{M_n} \cdot e$$

Ez a képlet az előfizetői szám (M_n) függvényében egyértelműleg adja meg a fajlagos hívásszám (H_n) értékét. Az előfizetői szám növekedésével a fajlagos hívásszám is növekszik, de csak egy bizonyos határértékig, ahol a fajlagos hívásszámnak maximuma van. Ez a maximum annál az előfizetői számnál következik be, amely szintén legnagyobb értéként fogható fel, vagyis az ú. n. telítettségi előfizetői számmal.

A képletből, ha azt mint az $x = \frac{M_k}{M_n - M_k}$ függvényét fogjuk fel, kiszámíthatjuk x -nek azon értékét, amelynél a fajlagos hívásszámnak (H_n) maximuma van.

A számítással kapcsolatos differenciál-egyenlet a következő:

$$\frac{d}{dx} H_n = \frac{d}{dx} H_k \frac{x}{1+x} \cdot e^{\left(\frac{2}{x+0.5} \right)} = 0$$

Megoldás után x számára az alábbi érték adódik:

$$x = \frac{M_k}{M_n - M_k} = \frac{-1 + \sqrt{2}}{2} \approx 0.2 \quad (6)$$

Az előfizetői fajlagos hívásszám maximuma tehát annál az előfizetői számértéknél következik be, amelynél a (6) alatti egyenlőség bekövetkezik.

Azt az előfizetői számot, amelynél x ezt az értéket felveszi, amelynél tehát a fajlagos hívásszámnak maximuma van, telítettségi előfizetői számnak nevezzük, amelyet M_{sz} betűvel jelöltünk.

A telítettségi előfizetői számnak jellegzetessége, hogy (ha valamely hálózat fejlődése során e számot elérte, úgy azonos gazdasági, politikai és tarifális viszonyok között belátható időn belül, kisebb ingadozásoktól eltekintve), állandó.

A (6) alatti egyenlet alapján írhatjuk:

$$\frac{M_k}{M_{sz} - M_k} = 0.2 \text{ tehát } M_k = \frac{M_{sz}}{6}$$

A telítettségi előfizetői szám értékének megállapítása fejlődési tanulmány alapján történik (pl. a budapesti előfizetői hálózat telítettségi előfizetői számát a háború előtt 120.000-ban állapították meg). A kezdeti állapot előfizetői száma az ú. n. kezdeti (kiindulási) előfizetői szám (M_k) az előzők értelmében a telítettségi előfizetői szám hatodrészevel egyenlő.

Ezek után a kezdeti (kiindulási) állapot fajlagos hívásszáma (H_k) a (4) alatti egyenlet alapján a következőképpen fejezhető ki:

$$H_k = H \cdot \frac{M}{M_k} = e^{\left(\frac{-2}{\frac{M}{M - M_k} - 0.5} \right)}$$

Behelyettesítve ezt a képletet az (5) alatti egyenletbe, a megfelelő rendezés után az M_n számú elő-

fizető esetén várható fajlagos hívásszámi értékének kiszámítására az alábbi kifejezést nyerjük:

$$H_n = H \cdot \frac{M}{M_k} \cdot l \left(\frac{\frac{2}{M}}{M_n - M_k} + 0.5 - \frac{\frac{2}{M}}{M - M_k} - 0.5 \right)$$

A fajlagos hívásváltozási arányszám $\left(\frac{H_n}{H}\right)$ pedig a következő tisztán előfizetői számokat tartalmazó kifejezésként írható fel:

$$\frac{H_n}{H} = \frac{M}{M_n} \cdot e \left(\frac{\frac{2}{M_k}}{M_n - M_k} + 0.5 - \frac{\frac{2}{M}}{M - M_k} - 0.5 \right) \quad (7)$$

Ez a képlet log. nat. táblázat alkalmazásával igen könnyű módszert ad a fajlagos hívásváltozási arányszám kiszámítására. (Célszerűségi okokból a fajlagos hívásváltozási arányszám 100-szorosával kell számolni, mert a log. táblázatokban az egyszeres értékek környezetében nem áll elegendő számadat rendelkezésre. Viszont az M és M_n értékek 100-ad részét vesszük tekintetbe, mert az egyszeres értékeknek megfelelő logaritmus értékek nincsenek benne a táblázatban.)

A logaritmikus képlet a következő lesz:

$$L_n \left(100 \frac{H_n}{H} \right) = L_n 100 + L_n \left(\frac{M}{100} \right) - L_n \left(\frac{M_n}{100} \right) + \frac{2}{\frac{M_k}{M_n - M_k} + 0.5} - \frac{2}{\frac{M}{M - M_k} - 0.5} \quad (8)$$

Példa:

1. Egy távbeszélő hálózat előfizetőinek száma $M=68200$. Megállapítandó a fajlagos hívásváltozási arányszám arra az esetre, ha az előfizetők száma $M_n=78200$ -ra fog növekedni. Az előfizetői hálózat telítettségi száma $M_{sz}=120.000$

$$\left(M_k = \frac{120.000}{6} = 20.000 \right)$$

A logaritmikus egyenlet a (8) alatti értelmében a következő:

$$\begin{aligned} L_n \left(100 \frac{H_n}{H} \right) &= L_n 100 + L_n 682 - \\ &L_n 782 + \frac{2}{\frac{20000}{78200 - 20000} + 0.5} - \\ &\frac{2}{\frac{68200}{682000 - 200000} - 0.5} = \\ &= 4.60517 + 6.52503 - 6.66185 + 2.37068 - 2.18593 = \\ &= 4.65310 \end{aligned}$$

Visszakeresve fenti (4.65310) logaritmust nyerjük:

$$100 \frac{H_n}{H} = 105, \quad \frac{H_n}{H} = 1.05, \quad H_n = H \cdot 1.05$$

Vagyis ha a 68.200 számú előfizetővel bíró hálózat 78.200 számú előfizetővel bíró hálózattá növekszik fel, úgy a fajlagos hívásszám 0,05-al (5%) lesz nagyobb, mint 68.200 számú előfizetőnél volt.

A telítettségi számra vonatkozólag még meg kell jegyezni, hogy a világstatisztika szerint számtalan változat van arra, hogy az egyes városokban a lakosok hány %-a van a telítettség állapotában telefonnal ellátva.

A telítettségre jellemző számot fejlődési tanulmány alapján lehet megállapítani, amelyet természetesen minden egyes előfizetői hálózatra külön kell elvégezni és tekintetbe kell venni a hatóságok, vállalatok, szállodák, orvosok, ipari és kereskedelmi irodák, szellemi dolgozók, stb. lakás, ill. helyiség számát.

Igen nagy szerepet játszik az állomások szerzésében a távbeszélő hírverés (képes nyomtatványok, plakátok, újság- és hetilapreklámok, oktató előadások stb.), amelynek hatására pl. Genfben — (amely várost a telített városok közé sorolták, mert előfizetőinek száma évek során át lényegesen nem változott) — az előfizetők száma 1 év alatt 15%-kal növekedett.

Nagy hatással van még az állomásszám növekedésére a házikapcsolású központok gépesítése amiatt is, mert ezáltal lehetővé válik ikerállomások alkalmazása és bevezetése.

Száz éve született Bell, a telefon feltalálója

A kezdetben «tudományos játékszer»-nek tartott telefon nélkül a mai ember élete el sem képzelhető. A földkerekség távbeszélő előfizetőinek száma már meghaladja az 50 milliót. Ez a nagy siker indokolja, hogy a telefon feltalálójáról, a 100 éve született Alexander Graham Bell-ről megemlékezzünk.

A. G. Bell 1847 március 3-án a skóciai Edinburgban született. Atyja és nagyatyja a helyes beszéd és kiejtés tanítói voltak, akik a beszédpszichológia-, valamint a süketnémák oktatása terén irodalmi munkásságot is fejttettek ki.

Amikor Bell 18 éves volt, családja Londonba költözött és itt Elginben már mint diák süketnémák oktatásával, azonkívül zene tanításával és beszédhibák javításával foglalkozott. A tanítás vezette arra a gondolatra, hogy a hangot valamilyen szerkezetekkel továbbítani kellene. Ilyen irányú kutatásait Elginben kezdte el. Különösen a szájüreg rezonanciáját tanulmányozta. Bátyjával, *Meville*-el egy száj- és garatüreget utánzó beszélő szerkezetet készített. Ennek a szerkezetnek hajlékony részei beállíthatók voltak, s a készülék a beállításnak megfelelően befűjt levegő hatására különböző szótagekat hallatott. Természetesen a szerkezet beszéde csak a kisgyermek első gőgicséléséhez hasonlított.

Később Bell a bostoni beszédjavító iskola tanára lett. Kísérleteit itt is folytatta.

A tanítás mellett ezidőtől kezdve állandóan kísérletezett. A különböző távirórendszereket is tanulmányozta és ekkor támadt az az ötlete, hogy «harmonikus táviró»-t, vagyis többszörös távirót szerkeszt. Abban az időben a duplex táviró már ismert volt, de ő hét-nyolcszoros egyidejű átvitelt akart elérni. Harmonikus távirójának adó- és vevőállomásán egy-egy hangvillaszorozatot alkalmazott. Az adóállomás hangvillái érintkezőkkel voltak ellátva és minden hangvillához egy billentyű tartozott. A billentyű lenyomása a megfelelő hangvillát működtette és ez a hangvilla az érintkezők útján az állomásokat összekötő vezetékre villamos lökéseket adott, amelyek a vevőállomásra megfelelő hangvilláját működtették. Így egyidejűleg a közös vezetéken többszörös jelzést küldhetett. Később a hangvillák helyett rezgőrugókat alkalmazott.

Táviró kísérleteivel kapcsolatban állandóan foglalkozott a hangtovábbítással is. A hangvillák rezonanciájából látta, hogy a beszéd több egyidejű rezgés eredménye. A fül szerkezetének tanulmányozásával kapcsolatban támadt az a gondolata, hogyha a dobhártya a belső fül aránylag merev csontrendszerét mozgathatja, akkor egy megfelelő membránnal nagyobb acéldarabot is mozgathat a beszéd átvitelére.

Bell kísérleteivel logikus megfontolások alapján, megfontoltan, lépésről-lépésre haladt előre. Kísérleteinél ügyes segítőtársa volt egy *Watson* nevű mechanikus. Bell a kísérleteihez szükséges készülékeket egy bostoni villamos készülékeket gyártó üzemműszerészével ismerkedett meg. Később *Watson* teljesen Bell szolgálatába állt és kísérletezéseinek hű segítőtársa lett.

Kísérleteinek sorozatában nevezetes állomás volt a teljesen ki nem fejlesztett u. n. hárfa készülék. Egy közös elektromágnesre acélrugó sorozatot szerelt. Egy, a rugósorozatra rábeszél hang a rezonáló rugót működtette. A rugó mozgására keletkező villamos

lökések az adóállomással összekötött hasonló szerkezetű vevőállomáson a megfelelő rezonáló rugót működtették. Ez volt az első elgondolás, amelyik a kétirányú beszédet ugyanazon a vezetéken tette volna lehetővé.

Közben nehéz anyagi viszonyok között élt. Hogy tanítványait felkeresse, mindennap hosszú gyalogutat kellett tennie. Kísérleteire azonban ismerősei is felfigyeltek. Elsősorban néma tanítványainak szülei támogatták anyagilag. Támogatói azonban csupán a kísérleti készülékeket és *Watson* bérét fizették; Bell telefonkísérleteit lebecsülték és a gyorsabb gyakorlati felhasználhatóságot ígérő táviró tökéletesítését sürgették. Kísérletei annyira elfoglalták, hogy emiatt sikeresen működő süketnéma iskoláját elhanyagolta. Olyan kevés jövedelme volt, hogy 1875-ben, amikor szabadalmának érdekében Washingtonba kellett utaznia, vasúti jegyének megváltásához kölcsönt vett fel.

Washingtonban nagy hatással volt *Bellre Henry*-vel, a villamosság akkori legkiválóbb tudósával való találkozására. *Bell* bemutatta *Henry*nek legújabb mintáját, beszámolt előző kísérleteiről és elgondolásairól. *Henry* az előadottakban meglátta a későbbi nagy felfedezés csíráját és további munkára buzdította *Bellt*. Amikor *Bell* elektrotechnikai ismereteinek hiányára panaszkodott, *Henry* lakonikusan válaszolt: «Get it» (szerezze meg). Ezek a szavak nagy hatással voltak *Bellre*. Vasszorgalommal tanulmányozta a villamosság törvényeit s tovább folytatta kísérleteit.

A telefon felfedezésére néhány hónappal ezután 1875 nyarán egy szerencsés véletlen vezette rá. Egy alkalommal rezonáló rugóival kísérletezett, amikor gyakorlott füle az egyik rugón teljes hangátvitelt tapasztalt. Egy megolvadt érintkező okozta, hogy a rugó nem a szaggató áram impulzusait, hanem a mágneses mező változását követte. Észrevette, hogy a rugók rezgése az adó és vevőállomásokat összekötő-vezetékben a rugók rezgésének megfelelő hullámzó áramot létesít, ami a vevőállomáson egy hasonló szerkezetet rezgetve, a hangokat átvitte.

A távbeszélőre vonatkozó alapszabadalalmát 1876 március 7-én jelentette be. Szabadalma a távbeszélő készülékeknél jelenleg is alkalmazott hallgatónak az elve. Szabadalmának bejelentése után *Bellt* pénzügyi támogatói ismét le akarták beszélni ostoba telefonkísérleteiről. *Bell* így válaszolt: «Ha egy süketnémát meg tudok szólaltatni, akkor a vasat is megszólaltatom.» És a vas megszólalt. Kezdetben hangja gyenge volt, de most már az egész földkerekségen hangzik.

A távbeszélőtechnika *Bell* felfedezése óta nagyot fejlődött. Az ő reverzibilis hatású telefonjának hatástávolsága csak néhány km volt. Az *Edison* által felfedezett szénmikrofon a készüléket annyira megjavította, hogy hatástávolsága több száz kilométerre növekedett. A készülékeket összekötő vezetékek előbb a városokban, később a városok között is a föld alá kerülnek. A készülékeket egymással összekapcsoló központokat automatizálják, s a fejlődés folyamán nemcsak a városi, hanem a városok közötti, sőt rövidesen az országok közötti forgalom is gépesítve lesz. Ma már a vezetékeken vivőáramú berendezések segítségével egyidejűleg több beszélgetést lehet lebonyolítani, s a legújabb koaxiális kábeleken egy vezetékpáron 600 beszélgetés folytatható. A világrészek közötti telefonbeszélgetéseket rádióhullámok közvetítik. Ezt az óriási fejlődést *Bell* találmánya indította meg.

S. D.

A falurádió megoldási lehetősége

ZAKARIAS IMRE

A Falurádió megteremtésének két különböző problémája van: 1. a megfelelő készülék, 2. az áramforrás.

A Falurádióknak, mivel olyan vidéken használják, mely elektromos hálózattal még nem rendelkezik, kisfogyasztású telepes csövekkel kell működni. 25 évvel ezelőtt, mint jól ismeretes, kizárólag telepes csövekkel indult meg a rádiózás. A rádió rohamos elterjedésével később a közvetett fűtésű hálózati csövek kerültek előtérbe. Így igen nagyteljesítményű csövek keletkeztek, úgy feszültségerősítést, mint kimenő teljesítményt illetően. A nagyteljesítményű csövek kidolgozása után a telepes csövek továbbfejlesztésére került a sor, melynek eredményeképpen piacra kerültek a D-csövek. A D-csövek fűtőáramát annyira csökkentették, hogy az egyenirányított hálózati áramból venni gazdaságosnak bizonyult.

Ugyanakkor állandóan javították a hangszórók hatásfokát és minőségét is. Kifejlesztették többek között szerényebb igények kielégítésére a lengőnyelves hangszórót is.

Kétségtelen, hogy a fejlődés folyamata még távolról sem jutott ideiglenesen sem nyugvópontba. Bizonyos azonban, hogy ez a folyamat sok mindent kiértélt. Így most már vannak lehetőségek a falunak minőségi rádióval való ellátására olyan áron, mely a falusiak teherbíró képességét nem haladja túl. Szerényebb igényeknek teljesen megfelel egy 2 lámpás — DF 21, DLL 21 — visszacsatolt audióval ellátott készülék lengőnyelves hangszóróval. Ezen készülék érzékenysége némi gyakorlat után 1 mV-ig fokozható. A DLL 21-es két rendszerének a parallel kapcsolása által az illesztés igen megjavul, úgyhogy a megengedett 1 watt anódvesztés mellett A-erősítésben a hangerő több mint kielégítő.

Amennyiben a 2-lámpás készülék érzékenysége nem elegendő, számításba jöhet egy 4-lámpás szuper — DK 21, DF 21, DAC 21, DLL 21. A fokozott érzékenység ugyan gyakran csak rövid hullámon használható ki a többnyire magas zavaró miatt, de mindenesetre segédantennával sokkal jobban használható és kezelése sokkal egyszerűbb, mint a 2-lámpásé. Az árkérdés miatt ajánlatos a lengőnyelves hangszórót megtartani és a DLL 21-t A-kapcsolásban parallel kötve használni.

Mielőtt a készülékproblémával tovább foglalkoznánk, nézzük meg pontosan az áramforrás kérdését. Mint áramforrás tekintetbe jönnek száraz vagy nedves elemek, továbbá akkumulátorok úgy a fűtőáram, mint az anódáram szolgáltatására. Vegyük a legegyszerűbb megoldást: szárazelemeket. A mai árak mellett 1 üzemóra költsége 3 és fél fillér a fűtést illetően és 31 fillérbe kerül az anódáramot illetően, azaz közel a 10-szeresébe a fűtésnek! Napi 4 órai használatot feltételezve, az áramköltség naponta 1.40 Ft, vagyis kerekén évi 500.— Ft. Összehasonlítva magának a készüléknek az árával, ami 10.000-nél nagyobb széria legyártása esetén kb. 220.— Ft-ra

A Magyar Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezete Híradástechnikai Szakosztálya 1947 június 16-án vitát rendezett a falurádió és néprádió problémájáról. A felvetett kérdés érdekes ségére való tekintettel az előadást és az azt követő vitát lapunkban kivonatossan közöljük.

Szerkesztőség

becsülhető a 2-lámpásnál és 480-ra a 4-lámpásnál, látjuk, hogy más megoldás után kell néznünk.

Amint láttuk, az áramköltségnek az oroszánrészét az anódáram okozza. Lényeges megtakarítást így csak az anódtelepnek más áramforrás által való helyettesítése által érhetjük el. Ez a lehetőség adva van, ha kisfeszültségű áramforrásból vibrátor segítségével állítjuk elő az anódáramot. Ha erre a célra 4 db. Aerodyn 2306-t alkalmazunk, úgy az áramköltséget a felére csökkentjük.

Még nagyobb a megtakarítás, ha akkumulátort használunk az anódáram előállítására. 6 mA anódáramot véve alapul 100 voltnál, egy 4 voltos akkumulátor terhelése kb. 300 mA (50% hatásfok mellett). A 2-literes cella kapacitása 48 Aó, így napi 4órás üzemot véve alapul 40 naponként kell az akkumulátort feltölteni, azaz évente 9-szer. Ha az egyszeri töltést Ft. 10.—re becsüljük, ez évi 90.— Ft. üzemköltséget jelent. A vibrátoros áramátalakító árát Ft. 110.—re becsülhetjük, míg a 4 V 48 Aó akku ára kerek 120.— Ft. Így már az első évben kb. 150.— Ft. a megtakarítás, ha Ft. 30.—t számítunk a fűtőáramra, míg a következő években kb. Ft. 150.—re csökkentettük az üzemköltséget, amikor is Ft. 30.—t vettünk fel javításokra vagy alkatrész cserére.

Le Carbone elemek használata esetén az üzemköltség kb. ugyanennyi. Azonban úgy az akkumulátor, mint a Carbone elem alkalmazása feltételezi, hogy a pósta «mozgó service»-t tart fenn a vidék részére. Amennyiben egy faluban a rádiókészülékek száma nem éri el a 10—20-at, úgy a Carbone elem előnyben részesítendő. A Carbone elemek rendbehozására ugyanis nem szükséges, hogy a «mozgó service» (pl. egy akkutöltő-berendezéssel ellátott oldalkocsis motorkerékpár) egy egész napot töltsön el egy faluban, ami az akkutöltésnél elenegezhettelen feltétel. Falunként 20 akkumulátort feltételezve, egy «mozgó service» állomás napi nyers bevétele Ft. 200.—, azaz évi Ft. 60.000.—, ami biztosítja a beszerzési és fenntartási költségeket.

A vibrátoros üzemnek azon felül, hogy az üzemköltséget a felére, sőt harmadára csökkenti, még a következő előnyei vannak:

1. Különösen akkumulátoros üzem esetén az anód-feszültség majdnem állandó, szemben az anódteleppel, melyet a magas költség miatt kénytelenek vagyunk «kipréselni»: az új telep feszültségének 60%-áig üzemben hagyni, ami a rádióvételt minőségileg lerontja.

2. Az olcsóbb üzem lehetővé teszi magasabb anód-feszültség és nagyobb anódáram beállítását, ami a minőséget emeli.

3. A vibrátoros készüléket kiképezhetjük úgy, hogy az váltóáramú hálózatra is alkalmas legyen. Ez azért igen fontos, mivel a falu áramellátása állandóan tért hódít, s így kívánatos, hogy a telepes

készüléket az áram bevezetése után a hálózatról lehessen működtetni minden átalakítás nélkül.

4. A telepes-hálózati készüléket a városi gazda télen a hálózatról táplálhatja, míg nyáron a tanyán telepről. Ugyanígy a városi ember elviheti a rádióját hétvégi kirándulásra a szabadba, vagy a szabadságideje alatt vidékre is.

Visszatérve a készülékproblémára, az előbbieken láttuk, hogy a minden tekintetben megfelelő telepes készüléknek vibrátorral kell működnie. Ebben az esetben magától adódik, hogy a készüléket úgy képezzük ki, hogy az hálózatra is (legalábbis váltóáramra) alkalmas legyen. Így ugyanazt a készüléket úgy telepre, mint hálózatra el lehet adni. Mivel a telepes készülék-szükséglet aránylag kicsi, a telepes készülék árát csak úgy lehet mérsékelni, ha annak előnyei vannak váltóáramú használat esetén is, a tisztán csak váltóáramon használható készülékekkel szemben. Ilyen szembeszökő előnye úgy a 2-, mint a 4-lámpás készüléknek, hogy a fogyasztása 2 és fél wattal csökkenthető fél watt kimenő teljesítménynél. Nem lebecsülendő, hogy ennél fogva a készülék egyáltalán nem melegszik, állandó üzemben sem, ami az üzembiztonságot növeli. Kellemes meglepetés továbbá, hogy a készülék *bekapcsolás után azonnal megszólal*, nincs bemelegedési ideje. Végül szükségüzem az áram kimaradása esetén olcsón megvalósítható. Ezzel szemben egy normális váltóáramú rádió fogyasztása kb. 35 watt, ami a vidéki Ft. 3.—/kWó mellett napi 4 órai használatot feltételezve évi Ft. 150.— üzembiztonságot eredményez. A telepes-hálózati készülék súlya igen mérsékelt, így jól hordozható.

Az erősen vitatott kérdést 2— vagy 4— lámpás legyen-e a népevő, úgy lehetne megoldani, hogy mindakettő ugyanabba a dobozba legyen beszerelhető. Ha a vezetőrészt külön alvázra szereljük, és az összes költségcsökkentéseket (elektrolytblokkokat, transzformátort stb.) egy külön hálózati részbe építjük, úgy abban az esetben, ha a 2-lámpás alvázat egy 4-lámpásra akarjuk kicserélni, a 2-lámpás készüléket kb. 85%-ig ismét felhasználjuk, mivel a 2-csővet a 4-lámpásban is felhasználjuk. (A szupert viszont felhasználhatnánk egy később beszerzendő zeneszekrény alkotórészéül, amikor is a zeneszekrény egy 4—8 wattos végerősítő-fokozatot és egy ennek megfelelő dinamikus hangszórót is tartalmazna a grammofonon kívül.)

Hozzászólások:

TABORI RÓBERT (Orion R. T.)

Zakariás kartársunk a lengőnyelven hangszóró használatát ajánlja. Ezt mi nagy lépésnek tartjuk visszafelé. Jól ismerjük ennek a hangszórónak a hangminőségét a német konstrukciójú népevőből: Ez a hangminőség zene visszaadására teljesen alkalmatlan.

Ugyancsak kevésnek találjuk a $\frac{1}{2}$ Watt kimenő teljesítményt. Ha valamennyire is használnánk hangminőséget akarunk, 1 Watt a legalsó határa az eltagadható maximális kimenő teljesítménynek.

Nem tartjuk használható készülék típusnak a DF 21 és DLL 21 csövekből felépített kétesöves egyenesvonalú készüléket sem. A telepes csövekkel készített kétlámpás készülék kihasználható érzékenységet, tekintetbe véve azt, hogy falun nem számíthatunk a visszacsatolás legökölteesebb kezelésére, legfeljebb 4 millivoltra vehetjük. Azonkívül elvi okokból is ellene vagyunk visszacsatolású készülékek használatának, mert általában túlsokat zavarják a szomszédokat.

Ami a szuperkészüléket illeti, egy telepes szuperkészülék semmiesetre sem olcsóbb, mint a hálózati,

de a hangteljesítménye és érzékenysége feltétlenül kevesebb.

Nem érthetünk mindenben egyet Zakariás kartársunknak a vibrátorra vonatkozó számításával sem. Ő a vibrátor hatásfokát 50%-ra veszi fel. Ez szerintünk túlságosan optimista álláspont. Egy telepes készülék anód teljesítménye kb 1 Wattral tehető; ezt az 1 Watt teljesítményt a vibrátor transzformátora jó, ha 50% hatásfokkal átviszi. Ilyen kis teljesítményeknél már a transzformátor vasvesztése százalékosan igen számottevő. Ha most még hozzászámítjuk ehhez a vibrátor mozgatásához szükséges mágnes teljesítményét, a legoptimistább számítással sem becsülhetjük többre a vibrátor hatásfokát 25%-nál. Ebben az esetben pedig az aerodinamikai elemekkel való üzem ugyanannyiba kerül, mint az anódtelepes üzem.

Lássuk most az akkumulátoros és vibrátoros üzemet. Legelőször ellentmondunk annak, hogy az akkumulátort elég 40 naponként tölteni. Eltekintve attól, hogy az akkumulátor önkisülése miatt is ajánlatos már a legalább 30 naponkénti töltés, a vibrátor feleakkora hatásfoka 20 naponkénti töltést kíván. Kevésnek találom továbbá a vibrátor 110 forintos beszerzési árát. A rezgőrendszer, transzformátor és szűrőlánc együttes beszerzési ára legalább 200 Ft-ot gondolkodik. Az első évi áramellátás költsége akkor 530 Ft, tehát 30 Ft-tal több, mint az anódtelepes üzem. Ugyancsak másképp kell kalkulálnunk a további évek üzemköltségeit is. Nem szabad elfelejteni, hogy a vibrátor is és az akkumulátor is elhasználódó alkatrész. A vibrátornál a rezgőrendszer ára 80 Ft-ot számítunk, feltételezzük, hogy a rezgőrendszer két évig üzemképes. Az akkumulátornál gondos karbantartás esetén felvehetek 3 évi üzemképességet. Egyéb javításokra 30 Ft helyett csak 10 Ft-ot fogok számítani. Ebben az esetben az évi áramszükséglet 300 Ft, tehát a megtakarítás az anódtelepes üzemmel szemben csak 200 Ft, ha — és ez egy nagyon erős ha — egy akkumulátortöltés tényleg kifutja 10 Ft-ból. Azonban nem hiszem, hogy lehetne napi átlagos 20 akkumulátor töltésével számolni. Még ha van is átlag minden faluban 20 feltöltendő akkumulátor, teljesen lehetetlenség arra számítani, hogy azok tényleg egyszerre fognak kimerülni. Ha pedig az akkumulátor nincsen teljesen kimerülve, a takarékos magyar paraszt azt nem fogja feltölteni. Az sem helyes elgondolás, hogy a töltőállomást Zakariás kartársunk oldalkocsis motorkerékpárba akarja beszerelni. Ennek a töltőállomásnak télen-nyáron minden időben úton kell lenni. A jó dunántúli földutakon nem hogy egy motorbicikli, hanem még egy jeep is épen csak hogy el tud vergődni esős időben. Ez a töltőállomások beszerzési költségét lényegesen megnöveli.

Térjünk rá most a kombinált telepes hálózati készülék kérdésre. Azt már láttuk, hogy a telepes készülék ára az áramellátás nélkül valamivel drágább, mint a hálózati készüléké. Egy hálózati készülék anód-pótló részének árát kb. 100 Ft-ra becsülhetjük. Ezzel szemben egy telepes készülékhez való hálózati aggregátum ára tekintve, hogy a fűtőáram ellátáshoz is külön egyenirányító egységre van szükség, legalább 150 Ft. Tehát a beszerzési ár 50—60 Ft-al drágább. A készülék üzeme tényleg olcsóbb, mint a hálózati készüléké, de nem annyival, mint amennyire Zakariás kartársunk becsüli. A primer áramfogyasztás kb. 12.5 Wattral becsülhető, szemben a hálózati készülék 35 Watt fogyasztásával. Kérdés, hogy ez a különbség a drágább beszerzési ár mellett indokoltá teszi-e egy kisebb teljesítményű készülék megvételét.

Tudatában vagyunk annak, hogy a most elmondott kritika teljesen negatív, mert az ajánlott megoldásnak csak a hibáira mutat rá és helyette jobbat

nem ajánl. Sajnos, jobbat nem is tudunk ajánlani. Azon az állásponton vagyunk, hogy a falurádió a hálózati készülékekhez hasonló teljesítménnyel, a hálózati készülékéhez hasonló áron nem oldható meg. A kérdés megoldására az egyetlen eredményes útnak a falu villamosítását látjuk.

KADAR GÉZA (Posta)

Nem került említésre, hogy a csöveket nemcsak A, hanem B munkapontban is lehet működtetni. Így a nyugalmi anódáram 1 mA alatt marad. Ez azt jelenti, hogy ha a műsor igen nagy része piano, az összes fogyasztás 2—3 mA között van. Még csak azt jegyzem meg, hogy újabban ismeretesebbek olyan fázisfordító kapcsolások, amelyek bemenő transzformátor használatát fölöslegessé teszik.

GARAI LÁSZLÓ (Rádió műszaki igazgatóság.)

A «Falurádió» szó nem kellő pontossággal jelöli meg a javasolt készülék típusát.

Teleppel és hálózattal is működtethető visszacsatolt készülékről van szó.

Véleményem szerint a telespes készülék tömeges használatban csak száraz telepekkel oldható meg. A rádióhallgatók legnagyobb része nem alkalmas nedvesteleses, akkumulátoros és töltős üzemi kezelésre. Az áramforrások, akkumulátorok kezelését senki sem vállalhatja olyan kevés ellenszolgáltatásért, mint amennyit a hallgatók elbírnak. A megfelelő tömegben gyártott szárazelemek használata a kérdés legolcsóbb és legjobb megoldását jelenti. A hálózat nélküli helyeken tehát a rádiózás kisfogyasztású vevőkészülékkel és szárazelemekkel oldható meg megfelelően.

A visszacsatolással működő vevőkészülék mint készüléktípus teljesen elavult. Kezelése nehézkes, érzékenysége csekély, szelektivitása kicsi és hangminősége sem megfelelő. Külföldön ezt a készüléktípust sehol sem gyártják. Helyette leegyszerűsített szuper készülékeket hoznak forgalomba, melyeknek ára 20%-kal nagyobb ugyan, de a felsorolt hibákat kiküszöbölik.

A hálózati és telespes készülékek összekombinálását tömeges gyártás esetén nem látom helyesnek, mert a kombinált készülék drágább lesz, mint a kizárólag hálózati csatlakozású. A telespes készülék kiterjedt használatára nem lehet hazánkban számítani az áramforrások költségei miatt és mert a hálózattal nem rendelkező területeken annyira szegény a tömeg, hogy a rádiózás elérhetetlen számára. Az első sorozat néprádió készüléknek hálózati kivitelben kellene készülnie egyszerű szuper kapcsolással, a lehető legolcsóbb áron és hosszú részletfizetésre eladva. Ennek a sorozatnak ma is volna vásárló közönsége.

A telespes néprádióknak az üzemeltetési költségek miatt a mai gazdasági helyzetben nem lenne kelendőssége. Az a néhány száz telespeskészülék, mely a hálózat nélküli területek tehetősebbjeinek igényeit kielégíti, kisipari úton könnyen ellátható.

MOLNAR JÁNOS (Postakísérleti Állomás.)

Magyarországnak az utolsó békeévekben 40.000 telespeskészüléke volt, a tulajdonosok azonban folyton változtak, és mikor a második telepgarnitúra kerül a sor, akkor a készülék vagy a kamrába kerül, vagy ha a gazdája ügyes, túlrad rajta. A telespeskészülék gazdasági kérdése. A telepeltetés nem egyszerű. A Wattórák alapköltsége rendkívül nagy. A telepek árát kellene a végsőkig leszorítani, de azt hiszem, hogy ezek az árak inkább emelkedtek.

Nem helyeslem, hogy Zakariás kartárs a lengőnyelves megoldásnál kötött ki. Dinamikus hangszórót kell alkalmazni. Az új mágnesek mellett a hangszórók hatásfokát meg lehet háromszorozni, vagyis a beadott teljesítményt ennyivel le lehet csökkenteni.

A kis vibrátoroknál könnyen el lehet érni 50% hatásfokot, hosszú üzemre azonban nincsen gyakorlatunk.

Legsúlyosabb aggodalmam az akkumulátorkérdés, mert a töltés gyakorlatilag nem megy. A posta az 1935. évben foglalkozott vándorservice-szolgálat szervezésével és az akkori tapasztalatok alapján peszsimista vagyok. A legjobban bevált a Le Carbone elem. Ez elég olcsónak mutatkozott.

Az asztalon levő készülék hybrid kivitelű, tehát lehet telespesnek, vagy vegyesen, vagy hálózati kivitelben is elkészíteni. Az emberek tömegeiben van egy vágy, olyan legkisebb fogyasztású készülék után, amely formájában kicsi legyen, s mindenütt, pl. a konyhában is használható. Egy ilyen kis készülék megtervezését várja a piac.

Végül azt szeretném előadni, hogy a közös kutatómunkát meg kellene szervezni.

A gyárak rendelkeznek megfelelő kutató szervekkel, a kisiparosok azonban nem. A mai szociális termelés felé haladó társadalomban szükség volna olyan szervezetre, amely egy közösen fenntartott kutató intézményt hívna életre.

KOSA FERENC — (Standard V. R. T.)

A pénzkérdés döntő szempont, mert a piac ilyen irányú felvevőképesége nagyon kicsi. Szükséges lenne komoly statisztikai adatok alapján tudnunk, hogy Magyarországon ilyen és ilyen beszerzési ár mellett, ilyen fogyasztású készülékből milyen számottevő mennyiséget lehet elhelyezni.

A service-kérdésnél még nem emeltük ki, hogy nemcsak akkumulátor-, hanem készülékkarbantartó service-re is szükség van. Gondos és jól megszervezett service nélkül a vidék rádióval való ellátása nem képzelhető el. A service-kérdés igen nehéz, mert ez a szolgálat még Budapesten sincs jól megszervezve.

Az áramellátással kapcsolatban hallottunk szárazelem, vibrátor és akkumulátoros megoldásról, de senki sem említette bimetallok alkalmazását, mint lehetőséget. 1932-ben vidéken láttam egy készüléket, amelynél bimetal elemek voltak sorbakötve. Ezeket petróleumlámpával melegítették. Háború alatt Angliában igen nagy technikája volt ennek; katonák is használták és nem tudom, hogy nem lenne-e ennek az alkalmazása a legolcsóbb és legmegfelelőbb megoldás!

MOLNAR JÁNOS (Postakísérleti áll.)

Petróleumlámpával melegített bimetallos megoldás csak télen vált be, mert igen nagy meleggel jár.

A vidéki teleptöltéssel kapcsolatban meg kell említeni a kézitöltés lehetőségét is. 2 óráig tartó dinamizálással (darálással) a készülék egy heti működését lehetett biztosítani.

ZAKARIÁS IMRE

(Válasz a hozzászólásokra.)

A 2-lámpás készülék hálózati teljesítmény felvétele tényleg 2 és 1/2 watt, amit legelőször a posta kísérleti állomáson állapítottak meg. Ennek magyarázata, hogy a transzformátor vasvesztése igen kicsi, s a végerősítőcső váltóárammal van fűtve. A hatásfok ezek szerint 65%. A 4-csöves szuper áramfelvétele 3 wattal emelkedik.

Ami az áramkérdést illeti, egy 1 watt teljesítményű vibrátor kb. annyiba kell hogy kerüljön, mint egy kisebb cső, azaz kb. 40.— Ft-ba.

A csövek áránál viszont figyelembe kell venni, hogy a néprádió céljára, mint ezt a multiban is csinálták, alacsony áron kell megfelelő típusokat kihozni. Ez az akció a luxuskészülékek részére szolgáló váltóáramú csövek árát nem érintené.

A néprádió állami akció, állami finanszírozással és állami szubvencionálással. Így minél több embernek kell használható rádiót nyújtani addig is, míg a gazdasági helyzet javulásával a magasabb igényeknek megfelelő rádiókat a gyárak saját erejükből piacra tudják hozni nagy mennyiségben. A néprádióknak mint «tipuscikk»-nek nem lehet célja, hogy versenyt támasszon a luxuskészülékeknek. Örölnünk kell, ha az ország területének 60—80%-át el tudjuk látni Budapestet kifogástalanul vevő készülékkel, ami azonkívül legalább rövid és középhullámon jó vételi viszonyok mellett sok külföldi állomást is behoz.

Amennyiben a vibrátoros üzem magas tőkebefektetést igényel, úgy első időben használják a készüléket anódteleppel, de mindenképpen legyen a készülék úgy megszerkesztve, hogy a hálózati rész a

vibrátorral minden átalakítás nélkül a készülékbe beszerelhető legyen. A tipizálás, vagyis az, hogy ugyanaz a készülék telepre, hálózatra és hordozható kivitelre alkalmas, igen lecsökkenti mindhárom típus árát.

Az áramforrás-service-t össze lehetne kötni a készülék-service-szel.

A B-erősítés hibája, hogy éppen kis hangerőnél nagy a torzítás. Ha jó hangminőséget akarunk elérni, úgy csak A—B erősítést használhatunk, amikor is az anódmegtakarítás lényegtelen, az előnye inkább abban mutatkozik meg, hogy nagyobb hangerőt lehet elérni ugyanannak a csőnek az alkalmazásával.

Kutatószövetkezet létesítése igen időszerű volna, azon formában, hogy ez összekötő tag legyen a különböző állami intézmények, mint posta, rádió, vasút stb. és a gyárak, sőt a kisipar felé is. Egy ilyen kutatóintézmény — egyelőre a híradótechnika terén — a magyar ipar teljesítőképességét megnövelné. Ha a Rockefeller vagy a Kaiser Wilhelm intézetek méreteit távolról sem közelítenénk meg, de legalább egy kezdetet teremtenénk az együttműködés, a kooperáció felé, aminek ma igen nagy híjával vagyunk.

F O L Y Ó I R A T S Z E M L E

Távbeszélő telepek ellenőrzése billenő-, feszültségérzékeny jelfogóval.

(P. T. T. Suisses, Bulletin Technique, 1947. évi 4. száma)

A lebegőtöltéssel évek folyamán szerzett tapasztalatok beigazolták, hogy ez a töltésrendszer a felügyelet nélküli távbeszélőberendezések akkumulátor telepeinek tartósságát igen kedvezően befolyásolja. Különösen a billenő fojtótekerces berendezések váltak be, amelyeknél a töltőáram a szükséglethez önműködően és széles határok között igazodik. Az ilyen módon töltött telepek mindig töltött állapotban vannak, a lemezek elhasználódása igen csekély, lemezgörbülések és ólomiszapképződés alig fordul elő.

A billenő fojtótekerces töltőberendezéseknél azonban előfordul az a veszély, hogy a billenő feszültséghatárok eltolódnak, ha a hálózati feszültség a névlegestől jelentősen eltér. Ez az eset vidéki hálózatoknál elég gyakran tapasztalható, ahol túlterhelések miatt nagyobb feszültségesések léphetnek fel,

vagy transzformátorállomások közelében időnként túlfeszültségek fordulhatnak elő. A billenési pontok eltolódása a töltőáram változását okozza, minek eredményeképp a telepek túltöltődnek, vagy töltésük elégtelen lesz. Elvileg meg lehetne oldani a kérdést feszültség-stabilizáló berendezéssel, azonban ezek aránylag drágák és rossz hatásfokúak.

A svájci posta kb. két éve olyan automatikus töltőberendezéseket szerel, melyeknél a töltést a hálózati feszültség nem befolyásolja, mivel a töltés vezérlése kizárólag a telepfeszültségtől függ.

A töltést ellenőrző készülék egy feszültségérzékeny prociziós reléből áll, mely az egyenáramú mágneses motor-számláló és a forgatótekerces elv szerint dolgozik. A forgótekerces, mely egy visszatérítő rugó forgató nyomatékát győzi le, mindaddig nyugalomban marad, amíg a telepfeszültség eléri a beál-

lított felső határértéket, s ekkor ugrás-szerűen a másik határhelyzetbe fordul, ahol egy segédjelfogót kapcsol át, mely a töltést vezérli.

A készülék fogyasztása kb. 1 watt; kapcsolási pontossága a beállított feszültséghatárokhöz mérten $\pm 0.5\%$.

S. F.

A svájci telefon fejlődése 20 év alatt.

(P. T. T. Suisses, Bulletin Technique, 1947. évi 4. száma.)

A cikk ismerteti a svájci telefon 20 év alatti fejlődését, 1927—1946-ig. Az eltelt 20 év alatt a svájci távbeszélő előfizetők száma 158.532-ről 446.543-ra növekedett, vagyis kereken megháromszorozódott; míg az állomások száma 206.826-ról 697.589-re, kereken 3.4-szeresre emelkedett. A beszélgetések száma ugyanezen idő alatt 177 millióról 583 millióra nőtt. Az évi állomásszámporulat 1946. évben már 31.145-öt tett ki. Az eredményben nagy része volt a «Pro Telephone» mozgalomnak. A svájci telefonkönyv legközelebbi kiadása 5 kötetben és 1,240.000 példányszámban fog megjelenni.

S. F.

Mikro hullámok gerjesztése III.

Sebességmodulációs eljárások

DR BARTA ISTVÁN

Előző két közleményünkben a mikro-hullámok keltésének lassan klasszikussá váló módszereivel foglalkoztunk. Láttuk, hogy a kiindulást a háromelektrodos cső felhasználásának további kiterjesztése képezte, ezeknél a hullámhossz csökkentésének határát az elektronok repülési ideje szabja meg és viszont éppen a repülési idő által okozott tulajdonságok hasznosítása tette lehetővé a még rövidebb hullámok gerjesztését. A pozitív rácsú cső és a «repülési idő» magnetron világosan mutatták, hogy ez adja a követendő fejlődési irányt. További fejlődésre annál is inkább szükség volt, mert az említett berendezések csak hullámok gerjesztésére voltak használhatók, erősíteni vagy modulálni velük nem lehetett. Ezért alakultak ki az u. n. sebességmodulációs eljárások.

Az első irodalmi ismertetés a *Heil* házaspár 1935-ben megjelent közleménye volt (21). Kísérleti berendezésüknél már fellelhető a később kivitelezett csőveknél, a klystronoknál felhasznált egymáshoz közel fekvő kettős ráccsal való vezérlés. A klystron elsőnek a két *Darian* fivér ismertette 1939-ben (22).

A klystron lényege az, hogy vele, — nem mint egyszerű triódánál — nem a munkafolyamatban felhasznált elektron-áramnak az erősségét, hanem az elektronáram sebességét változtatjuk. További különbség még az is, hogy nem kis sebességgel, igen nagy számú elektronokkal dolgozik, amelyek a katódból való kilépésük után a negatív feszültségű rács hatására sűrű tértöltésszerű képznek, hanem egy a katód sugárcső elektronágyújához hasonló berendezéssel felgyorsított és némileg fókuszált sugár elektronjainak sebességét változtatja periodikusan. E sebesség — modulált elektron-sugár az elektronok véges sebességének és repülési idejének következtében bizonyos távolságban intenzitás-modulált sugárköteggé alakul, mely megfelelő felfogó szerkezettel kivezethető, hasznos teljesítményt képes nyújtani. A moduláláshoz és a felfogáshoz jellemző alakú, igen nagy elektromos jóságú rezonátorokat, az u. n. üreg (cavity) rezonátorokat használnak, melyekhez hasonlókkal már a magnetronoknál találkoztunk.

Az üregrezonátorokat félhullámhossz hosszúságú, lezárt hullámcsőveknek foghatjuk fel, amelyekben állóhullámok keletkeznek, hasonlóan mint a negyed vagy félhullámhosszúságú *Lecher* vezetékeken. Az ilyen üregrezonátoroknak vagy rezonátor kamráknak a jósági foka igen nagy — mint már említettük — elérheti a 20.000—50.000-es értéket is. Elfeltétele, hogy az üreg falait képező fémanyag kiváló vezetőképeségű legyen azon célból, hogy a falakon folyó áramok ne okozzanak olmos veszteségeket. Ezzel azonos az a tulajdonság, hogy

ilyen fémeknél az elektromágneses tér behatolási mélysége kicsi, ezen mélységet δ -val jelöljük. Ez általában anyag és frekvencia függő. Mivel ahogy tekercsből és kondenzátorból álló rezonanciaköröknél az induktivitás L , a kapacitás C és az ellenállás R értéke meghatározza a rezgőkörök rezonanciafrekvenciáját, rezonanciaellenállását és rezonancia jóságát, már ügrezonátoroknál külön nem lehet meghatározni L , C , R értékét, de a három levezetett fogalom értéke meghatározható. Így a méreteiből folyik a rezonanciafrekvencia értéke, a méretéből és a behatolási mélységből pedig a rezonancia jóság és a rezonanciaellenállás értéke. A későbbiekben még külön fogunk foglalkozni ügrezonátorok tulajdonságaival, most csak annyit, hogy klystronoknál egészen különleges alakú rezonátorokat használnak, az u. n. rumbátorokat. Ennek oka, hogy egy helyen, az elektronok áthaladásának a helyén a rezonátor két szemben lévő falának egymástól való távolsága csupán egy-két milliméter lehet, ezért henger, vagy kockaalakú rezonátor (ezen a helyen igen előnytelen méretű és kis jóságfokú lenne.

Egy klystron vázlatos rajzát a 14. ábra tünteti fel. Kapcsolása olyan, hogy a közvetett fűtésű katódból kilépő elektronokat egy alacsony pozitív feszültségen lévő rács felgyorsítja és fókuszálja. Az így kiképzett elektronsugár a néhány ezer volt feszültségen lévő első rezonátor felé repül és nagy sebességgel áthalad a rácsokon, amelyek itt a rezonátor falát alkotják. Ezt az első rezonátort köteglőnek (Buncher) nevezik. A rezonátoron belül a rezonátor váltófeszültségű terének hatására az elektronok sebessége periodikusan modulálva lesz. Az elektronok ezután átfutják a két rezonátor között lévő villamos tértől mentes távolságot (a két rezonátor azonos egyenfeszültségen van), eközben különböző se-

bességük következtében kötegekre sűrűsödnek és ritkulnak, ily módon intenzitásukban a modulációnak megfelelően váltakoznak. A második rezonátoron, a felfogón (Catcher) áthaladó elektronfelhők egyező frekvencia esetén felgerjesztik e rezonátort és eközben mozgási energiájukat leadják. Ez a rezgő energia egy megfelelő csatoló hurokkal elvezethető. Az erősen lelassított elektronokat egy kisebb pozitív feszültségen lévő felfogó lemez fogja fel és így aránylag kevés hővesztést okoznak.

Hogyan jön létre a kötegelés mechanikája?

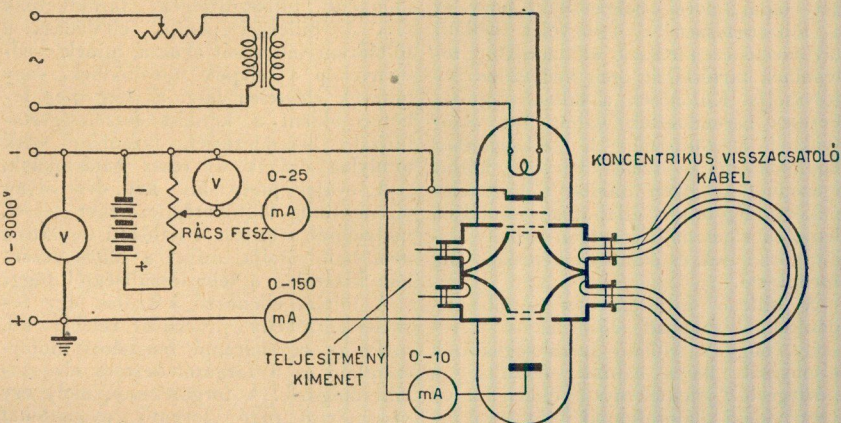
Képzeliük el, hogy valamilyen feszültségforrásból az első rezonátort, a kötegelőt, rezonanciafrekvenciáján gerjesztjük, m. p. olyan polarizálással, hogy a rezonátorok terének hatására a rácstól képező két oldallal egymással ellenkező váltakozó feszültségen van. A két rác között tehát $U_1 = U_1 \sin \omega_1 t$ feszültség van, míg az első rác és a katód között U_0 feszültség uralkodik. Az elektronok ez utóbbi feszültség hatására

$$v_0 = \sqrt{\frac{2e}{m} U_0} = 6,0 \cdot 10^5 \sqrt{U_0}$$

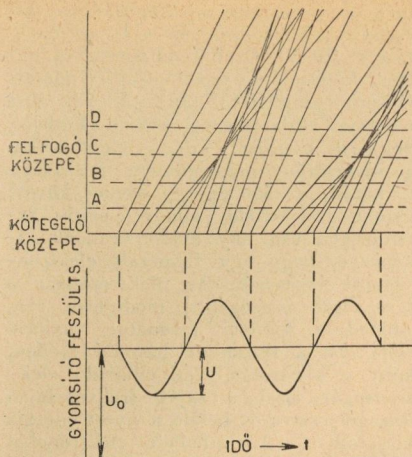
m/mp sebességgel érik el az első rácsot vagy mint némi közelítéssel felvehetjük, a kötegelőnek a középvonalát. A két rács közötti feszültség hatására viszont a kötegelőt elhagyó elektronok sebessége

$$v_1 = \sqrt{\frac{2}{m} e (U_0 + U_1 \sin \omega t_1)} = 6,0 \cdot 10^5 \sqrt{U_0 + U_1 \sin \omega t_1}.$$

Ebből azonnal látható, hogy a kötegelt elhagyó elektronoknak nem a sebessége, hanem a sebességi energiája fog szinusz függvény szerint változni. Amennyiben a moduláció foka kicsiny ($U_0 \ll \bar{U}_1$), akkor közelítéssel a sebesség is szinusz törvény szerint változik. Nagyobb modulációs fok esetén azonban a sebesség igen sok magasabb harmo-



14. ÂBRA

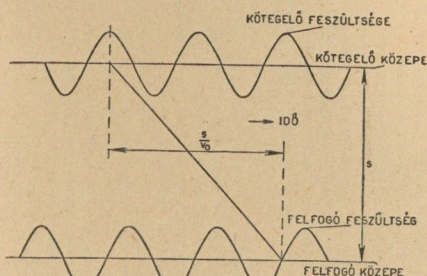


15. ÁBRA

nikus összetevőt tartalmaz. A kötegélő második rácsa után az elektronok pályája olyan lesz, hogy a gyorsabb elektronok utólerik és esetleg elhagyják az őket megelőző lassabb elektronokat és az alkalmazzott egyenfeszültségnek és frekvenciának megfelelő helyen igen nagy elektronsűrűségeket, majd ritkulásokat képeznek. Ezt a folyamatot jól szemlélteti az «Applegate» diagramm (15. ábra). A diagramm abszcisszájára az időt visszük fel, az alsó ábra a kötegélő váltakozó feszültségét mutatja, míg a felső ábra ordinátájára a kötegélő közepétől mért távolságokat vesszük fel. Egy elektron mozgását ebben az ábrában egy ferde egyenes ábrázolja, amelynek a hajlásszögét megadja $tg \alpha \approx v$ összefüggés. Miután a sebesség változik, a hajlásszög is változik és az ábrán valóban láthatjuk az előállított sűrűsödéseket és ritkulásokat, azaz áramnövekedéseket és csökkenéseket. Ha képezzük az A—D helyeken az egyes időben átfolyó áramot, láthatjuk, hogy az áramingadozások nagysága az észlelési helytől függ. Ha a C helyen képezzük az áramot (ide helyezzük a felfogó rezonátort), a legnagyobb alaphullámú ingadozást kapjuk. A D helyen viszont igen erős második harmonikust tartalmaz az áram. Látható tehát, hogy nem csak a moduláló feszültség növelésével lehet a felhangtartalmat növelni, hanem a felfogó megfelelő helyen történt elhelyezésével is.

A második kérdés, hogy generátor esetében hová kell a felfogót elhelyezni és hogyan kell a visszacsatoló áramkört kivitelezni, hogy tartós oszcilláció keletkezzen. Feltételezés természetesen, hogy a két rezonátor pontosan azonos frekvenciára van hangolva (23).

16. ÁBRA



A 16. ábra ábrázolja az egymástól s távolságra eső kötegélő és felfogó elektromos rezgéseinek egymáshoz való fázisát. Ez az s távolság az előbbiek alapján úgy lett megválasztva, hogy azt az elektront, amely akkor halad át a kötegélőn, amikor annak a váltófeszültsége nulla, éppen utólerje az az elektron, amely akkor haladt át, amikor a feszültség legnagyobb értékű volt. Ebben az esetben jön a legmegfelelőbb sűrűsödés a felfogónál létre. Másrészt a megérkező elektronok akkor végeznek hasznos munkát és adják le energiájukat, ha oly pillanatban érik el a felfogót, amikor a rajta lévő váltakozó feszültség értéke éppen a sűrűsödés pillanatában a legnegatívabb, mert így a legnagyobb elektronsűrűségnek (a legerősebb áramnak) a legerősebb tér ellen kell dolgozni és ezáltal képes hasznos munkát végezni. Ez vonatkozik tehát arra az elektrorra is, amely a kötegélőn annak éppen a zérus-feszültségű pillanatában haladt át. Ennek az elektronnak a sebessége v_0 és ez $T_0 = \frac{s}{v_0}$ idő múlva éri el a felfogót. A felfogón a feszültség még 90° -al kell, hogy készen az elmondottak alapján a kötegélő feszültségéhez képest, ezért tehát a fáziskülönbség

$$\varphi = - \left[\omega T_0 + 2\pi \left(\frac{1}{4} - n \right) \right] = 2n\pi - \left(2\pi \frac{s \cdot c}{\lambda \cdot v_0} + \frac{\pi}{2} \right)$$

ahol n minden tetszőleges egészszámot jelenthet (c a fénysebesség).

Ahhoz, hogy a kötegélőt rezgésben tartsuk, a két rezonátort megfelelően csatolni kell. Optimális rezgési állapotot pedig akkor tarthatunk fenn, ha a két rezonátor közti visszacsatoló kör fázissszege φ_v éppen akkora, mint az előbb kiszámított $-\varphi$. Ebből látható, hogy ebben az esetben

$$\frac{s \cdot c}{\lambda \cdot v_0} = n - \frac{\varphi_v}{2\pi} - \frac{1}{4}$$

$$\text{vagy } \frac{500 \cdot s}{\lambda \sqrt{U_0}} = n - \frac{\varphi_v}{2\pi} - \frac{1}{4}$$

Ezen összefüggésből látható, hogy n értékétől függően több különböző feszültségnél lehetséges kedvező fázisú és maximális amplitudójú rezgést keltetni.

Egy működésben lévő klystronnal a kötegélőnek és a felfogónak ugyanazon frekvenciára kell hangolva lenni. A visszacsatolást közvetítő vezeték (a legtöbb esetben egy-egy csatoló hurkot összekötő koncentrikus kábel) e két rezonátort egymással igen szorosan csatolja. Ennek következtében a rendszer a csatolt körök tulajdonságai alapján nem egy, hanem két, a behangolási frekvenciától jobbra-balra kis távolságra fekvő frekvencián tud rezgést végezni. Ha tehát a fentebbi képlet alapján változó U_0 feszültséget kapcsolunk a klystronra, minden egyes n értéknek megfelelő optimális rezgési hely közelében két rezgési frekvenciát észlelhetünk. A rezgések amplitudója növekvő feszültséggel lassan növekszik.

A fentebbi képlet szerint, amelyben φ_v -t állandónak tételezzük fel, bizonyos U_0 értékeknél kapjuk a legna-

gyobb kitéréseket. A képletből viszont következnék, hogy a feszültség csekély megváltoztatása esetén a rezgések amplitudója erősen csökkenne. A valóságban azonban nem ez következik be, hanem majdnem változatlan amplitudó mellett a rezgések frekvenciája változik meg. Ezt azzal magyarázhatjuk, hogy a rezonátorok és a visszacsatoló vezeték által okozott fázissszög változó frekvencia hatására igen erősen változik és ily módon a kedvező fázisviszonyokra vonatkozó feltétel érvényben marad. Viszont látható, hogy ily módon lehetséges a frekvenciát az anód-feszültséggel megfelelő határok között változtatni. Ezen összefüggés az előbbiek alapján szintén kiszámítható.

Szorosan csatolt rezonátoroknál két csúcsos rezonancia görbe esetében az egyik csúcs frekvenciájának közelében a φ_v változását a következő összefüggés adja:

$$\frac{d\varphi_v}{df} = \frac{Q}{f}$$

Másrészt a kedvező fázist meghatározó képletből

$$\frac{d\varphi_v}{dU_0} = \frac{500 \cdot \pi \cdot s}{\lambda \cdot U_0^{3/2}}$$

továbbá

$$\frac{d\varphi_v}{dU_0} = \frac{d\varphi_v}{df} \cdot \frac{df}{dU_0}$$

ebből

$$\frac{df}{dU_0} = \frac{d\varphi_v}{dU_0} \cdot \frac{df}{d\varphi_v} = \frac{500 \cdot \pi \cdot s \cdot f}{\lambda \cdot Q \cdot U_0^{3/2}}$$

végül tehát

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{500 \cdot \pi \cdot s}{\lambda \cdot Q \cdot U_0^{3/2}} \Delta U_0$$

Ténylegesen megépített 10 cm-en dolgozó klystronnal voltonként körülbelül 10 000 Hz változás észlelhető. Kritikusnál kisebb csatolás esetén a változás kb. feleakkora.

Ebből látható, hogy a klystron igen előnyösen felhasználható frekvenciamodulációra. Ebben az esetben a moduláló feszültséget egyszerűen sorbakötik az anód-feszültséggel.

Viszont feltétlenül szükséges a rezgés frekvenciájának állandósítására az anód-feszültséget állandóvá tenni.

Klystront működésbe helyezni és rezgésre bírni igen nehéz és hosszadalmas feladat. Először a két rezonátort kell azonos frekvenciára hangolni. Ez a rezonátorok mechanikus változtatásával történik, általában a kettős rácsok közötti távolság változtatása segítségével. Ezután a pontos anód-feszültséget kell beállítani, esetleg a két rezonátort csatoló kábel hosszát kell változtatni. Ez az eljárás nagymértékben leegyszerűsíthető, ha az anód-feszültséggel egy akkora váltófeszültséget kapcsolunk sorba, hogy az eredő pulzáló feszültség feltétlenül áthaladjon egy lehetséges rezgési állapoton. Ilyenkor változtatva a rezonátorok hangolását, hamar megtalálhatjuk a legkedvezőbb beállítást, amelyhez aztán meghatározhatjuk a helyes anód-feszültséget.

Ha a klystront mint erősítőt használjuk, akkor a kötegélőre az erősítendő jeleket vezetik és a felfogótól az erősített teljesítmény elvezethető. Centiméteres hullámok esetében csakis sebességmodulációs csövekkel lehet erősítést elérni. Nagy hibája az ilyen

erősítőknél, hogy az elektronáramlás szabálytalanságai miatt igen nagy az erősítő zajszintje, sokkal nagyobb, mint triódarendszerű csöveknél; ezért csakis viszonylag már nagyobb amplitudójú jelek erősíthetők. További hátránya, amely azonban általában nem okoz kellemetlenségeket, hogy a gyenge és az erősített jelek között néhány rezgésnyi fáziskülönbség van. Ez mikroszekundumnál rövidebb időt jelent, tehát általában nem számít lényegesen.

Alkalmaztak már oszcillátor célokra oly klystront is, amelynél a második rezonátor hiányzik és helyette a kötegelő egyúttal mint felfogó is működik. Ez az elrendezés a *reflex klystron*. Ez oly módon működik, hogy a rezonátoron első ízben áthaladó elektronokat egy megfelelő távolságban elhelyezett negatív feszültségen lévő lemez visszatartja. Az elektronok ezután helyes fázisban, fenntartva és erősítve a rezonátor rezgését, ezen újból áthaladnak. Kétségtelen ennek az elrendezésnek a pozitívra való triódához való hasonlósága.

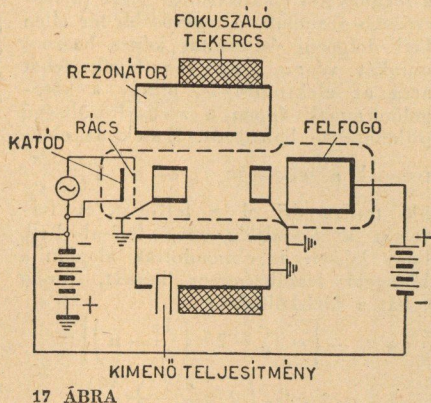
Mint már említettük, részben az elektronok sebességeloszlása (nagyobb kivezés esetén), részben a felfogó helyének megválasztása által elérhetjük, hogy a felfogón áthaladó áram nagy százálekban tartalmazzon harmonikusokat. Ilyen módon a klystronnal igen könnyen lehet frekvenciát sokszorozni. Ilyenkor a felfogó rezonancia frekvenciája a kötegelőnek valamely egészszámu sokszorosa és a felfogót a kötegelőtől nagyobb távolságra helyezik el, mint erősítőnél vagy generátor esetében.

A klystron hatásfoka igen jó. Rezgő klystronnal elvileg maximálisan 58% is elérhető, viszont a kötegelés hibái következtében a valódi hatásfok 20–30% szokott lenni. Ha erősítőnek használják, néhány cm-es hullámhosszaknál elérhető 15–20-szoros erősítés, 15% hatásfok mellett.

A kötegelés hibáit több jelenség okozhatja. Elsősorban az, hogy az elektronok egymásra taszító erőt gyakorolnak, különösen akkor, ha nagyobb sűrűségben vannak már. Ez egy ellenkötegelő hatást fejt ki. A másik ok, hogy az elektronok az első rezonátorhoz érve nem teljesen egyenlő sebességűek, ha-

nem részben már a katódból való kilépéskor különböző sebességűek, részben véletlen jelenségek következtében (egymáshoz való ütközés, stb.) nyernek el különböző sebességeket. Ilyen sebesség spektrummal fellépő elektronokat a kötegelő nem tudja tökéletesen rendezni. Ez az oka az erősítő klystronnai kapcsolatban említett nagy zavar-feszültségnek is (24).

Az amerikai radar készülékekben a klystront a superheterodin rendszerű vevőgép helyi rezgésként fokozataként használják. Nagy előnye, hogy anód-feszültségének szabályozása segítségével a helyi frekvenciát minig az adó-frekvenciájának megfelelően önműködően utánaállíthatják.



Gyorsító feszültség . . .	3000 Volt
Merekség	6 mV/A
Frekvencia	500 MHz
Rezonátor egyenértékű kimenő kapacitásra . . .	2 pF
Hatásfok	25 %

Sebességmoduláció eljárásán alapszik még két, ugyancsak Amerikában kidolgozott erősítőcső. Az első az A. V. Haeff (RCA) által kidolgozott indukciós kicsatolású erősítőcső. (Inductiv Output Amplifier) (25). A 17. ábra mutatja vázlatosan a csövet. Látható, hogy a katódból kilépő elektronokat a vezérlőrács erősségükben modulálja. A katód, a rács és egy ezeket követő gyorsító elektróda, amely pozitív feszültségen van, oly módon vannak ki-kepezve, hogy egy fókuszált elektronsugarat képeznek. Az elektronsugár a rács által erősségében modulálva van, elhalad a kimenő rezonátor nyílása előtt. Ez a rezonátor hasonló módon, mint a klystronnál, az elhaladó elektronsugár által a saját frekvenciáján lesz gerjesztve és belőle a nyert energia kicsatolható. Az áthaladt elektronokat végül egy felfogó elektróda gyűjti össze. Nagy különbség a klystronnal szemben, hogy a berendezésnek csak egy rezonátora van és ez sem része magának a csőnek, hanem az üvegburán kívül van elhelyezve és így teljes egészében a vákuumtérrel kívül fekszik, ennek következtében cserélhető és átállítható más frekvenciára is. Kiegészíti még a csövet egy, a fókuszálást javító mágneses mező is, amelyet a rezonátor doboz köré tekercselve állítanak elő.

Ilyenfajta cső pl. az RCA 825. jelzésű is, amelyről a következő adatok ismeretesek:

Elektronsugár intenzitás . . .	40 mA
Bemenő kapacitás	6 pF
Tényleges sáv szélesség . . .	10 MHz
Rács teljesítmény	1 W
Kimenő teljesítmény	10 W

Igen nagy jelentősége van mint televíziós erősítőknél e csöveknél a feltűnően alacsony szórt kimenő kapacitás értéknek, mert ez teszi lehetővé nagy frekvenciákon a szükséges szélessávú erősítést.

A másik hasonló elven felépült cső a *Hahn-Metcalf* (General Electric) (26) féle sebességmodulációs cső. Ennél rácsszerű elektródákat használnak és gyorsító és visszatartó mezők segítségével

alakítják át az első rács által létrehozott sebességmodulációt intenzitás modulációvá. Használhatók mint oszcillátorok, erősítők és modulátorok 60–6000 MHz frekvenciák között. Nagy kimenőteljesítményük, nagy hatásfokuk és kitűnő stabilitásuk van.

Az ábrák szép kivitelezéséért *Patak* János kollégámnak mondok szívélyes köszönetet.

IRODALOM:

- O. Heil és A. Heil: Zeitschr. f. Physik 1935. 95. 752.
- R. H. és S. F. Varian: Journ. Appl. Physics, 1939. 10. 140. és 321.
- D. L. Webster: Journ. Ap. Physics 1939. 10. 864.
- W. C. Hahn: Gen. El. Rev. 1939. 42. 256. és 497.
- A. V. Haeff: Electronics 1939. 12. március 30. old.
- W. C. Hahn és G. F. Metcalf: Proc. IRE. 1939. 27. 106.