

A rádió

IV. Az audionlímpás felvevőkészülék.

A rádióhullámok energiaszállítása. A múlt alkalommal megismertük a hangátvitel alapelvét és a kristálydetektoros felvevőkészülék működését. Most először is megvizsgáljuk, hogy milyen tényezőktől függ a rádióval felvett jelek erőssége.

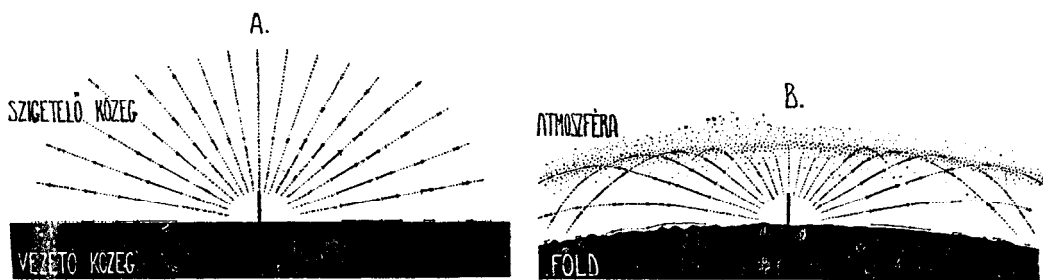
Az első tényező magának a leadóállomásnak a teljesítőképessége. Az adóállomásokon használt elektroncsövek igen nagy energiájú rezgések keltésére alkalmasak, pl. a lakihegyi állomás lámpájának maximális teljesítménye az utolsó fokozatban 60 kilowatt, (kb. 80 lóerő). A moduláció következtében ennek az energiának csak egy részét lehet kihasználni, úgy, hogy az antennában lüktető rezgés közepes teljesítménye 20 kilowatt (kb. 27 lóerő). Ennek a legnagyobb részét az antenna kisugározza rádióhullámok alakjában (a lakihegyi adóállomás antennája, 92%-ot sugároz ki). Tehát az adóállomás teljesítményét megadhatjuk vagy a maximális teljesítménnyel, (60 kilowatt), vagy a telefonadásnál szereplő közepes teljesítménnyel (20 kilowatt). Mivel az erős rádió vételnek első feltétele a nagy teljesítményű, erős kisugárzású adóállomás, ezért az utóbbi években mindig több és több nagyenergiájú adóállomás létesült, a meglévő állomások pedig fokozták teljesítményüket, hogy a rádió vételt könnyebbé tegyék.

Mint második tényező, a leadó- és felvevőállomásnak távolsága és a közöttük lévő közeg minősége szabja meg a rádió vétel erősségét. Egyszerű, idealizált esetben először is az olyan függőleges antenna sugárzását vizsgáljuk meg, amely tökéletesen jól vezető sík földfelületen áll és amelyet teljesen szigetelő (nulla vezetőképességű) légkör vesz körül (1. ábra, A). Ebben az esetben vízszintes irányban maximális az energiasugárzás, ferdén fölfelé mutató irányban mindig kevesebb a kisugárzott energia mennyisége, függőlegesen fölfelé pedig egyáltalán nincs is sugárzás. A sugárzás erőssége az irányon kívül a távolságtól is függ, mégpedig igen nagy mértékben. A sugárzás erőssége fordítva arányos a távolság négyzetével, tehát rohamosan csökken a távolsággal; ennek az az oka, hogy az antennából kilépő energiának mindig nagyobb és nagyobb gömbfelületen kell szétoszolnia. A lakihegyi adóállomás által keltett elektromos tér erősségére nézve néhány adatot tüntet fel a következő táblázat. Az első oszlop a térerőt adja meg din/coulomb-ban (a térerő a töltés egységére ható erő); a második oszlop megmutatja, hogy az említett helyen egy másodperc alatt egy négyzetméternyi területen mennyi energiát szállít keresztül a rádióhullám. Végül a harmadik oszlop azt tünteti fel, hogy egy 20 méter hosszú antennával felszerelt és 50 ohm ellenállású felvevőkészülék az átrohanó hullámból mennyi energiát vesz fel egy másodperc alatt.

	Térerő din/coulomb	Energiasugárzás watt/m ²	Felvett teljesítmény watt
Budapest	10000	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-2}$
Vác, Gödöllő	2500	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-3}$
Győr, Eger, Szeged, Kaposvár	100	$2,6 \cdot 10^{-9}$	$8 \cdot 10^{-6}$

Ebből a táblázatból látható, hogy nagyobb távolságban az adóállomás hatása nagyon erősen csökken. Kiolvasható belőle az is, hogy az eredeti, leadott energiából (20 000 watt) milyen kevés jut el egy felvevőhöz.

A valóságban az antenna sugárzása nem olyan egyszerű, mint az előbb tárgyalt esetben. A következő okok miatt van eltérés az idealizált esettől: a föld felszíne nem sík, hanem gömbfelület és nem is sima; a föld nem tökéletesen jó vezető, továbbá a levegő az ionizáció következtében nem tökéletes szigetelőanyag. Mindezek a körülmények különösen a rövid hullámhosszaknál éreztetik a hatásukat (50 méter alatt), ezért az ilyen hullámoknál tapasztalhatók igen erős eltérések. Ha a leadóantenna nem függőleges, vagy pedig nem alap-, hanem felsőrezgést végez, akkor szintén másképp terjednek a rádióhullámok. A föld felszínén lévő domborulatok ernyőszerű hatást gyakorolnak, a vízszintesen haladó hullám energiájának egy részét elnyelik, azért mély és szűk völgyekben sokkal rosszabb a rádióvétel, mint hegyek tetején. A föld gömbalakjának annyiban van szerepe, hogy a hullámokat nem engedi egyenes vonalban terjedni, hanem kissé a felszíne felé hajlítja le őket, mert a rádióhullámok a vezető testek felületét részben követik. Ahol a föld vezetőképessége nagyon jó, ott a felszín felett elhaladó hullámok energiája nem gyengül olyan nagyon, mint egyebütt, ezért van az, hogy a tengerek a hullámok terjedését elősegítik. A leglényegesebb eltéréseket a levegőnek az ionizáció következtében fellépő vezetőképessége okozza. A természetes állapotban lévő, teljesen tiszta levegő tökéletesen szigetelő anyag, azonban a napfény ultravioleta sugarai, továbbá az ú. n. magassági sugárzás, stb. a levegő és a benne lévő más gázok molekuláit elektromos töltésű részecskékké, ionokká változtatja; ezek az ionok mozgásuk által tovább tudják szállítani az elektromos töltést, tehát általuk a levegő bizonyos nagyságú vezetőképességre tesz szert. Minél nagyobb az ionizáció következtében előálló vezetőképesség, annál több kisugárzott energiát nyel el az atmoszféra és a rádióvétel annál inkább gyengül. Ezért van az, hogy világos nappal, amikor az ionizáció nagy, a távoli állomások csak gyengén hallhatók, téli éjszeleken azonban, mikor az ionizáció minimális, a rádióvétel a legjobb. Az ionizáció igen nagy a légkör felsőbb rétegében, amelynek a vezetőképessége éppen ezért elég nagy. A tudományos vizsgálatok szerint nagyon valószínűnek látszik az, hogy kb. 80-tól 150 km-ig terjedő magasságban egy ilyen elég jól vezető, már főképp csak nitrogénből és hidrogénből álló „levegőréteg” van, amelynek a neve *Heaviside-réteg*. Természetesen ennek a jólvezető atmoszféra-rétegnek nincsen változatlan, éles határa, hanem fokozatosan kezdődik és szűnik meg; azonkívül a napfény erősségétől függően süllyed és emelkedik. Ebbe a vezető légrétegbe a rádióhullámok alulról ütköznek bele (1. ábra, *B*) és legnagyobb részben *visszaverődnek*. Ez a rádióvétel szempontjából igen fontos jelenség, mert így a kisugárzott energiának legnagyobb része visszajut a föld felszínére és nem távozik el az űrbe.



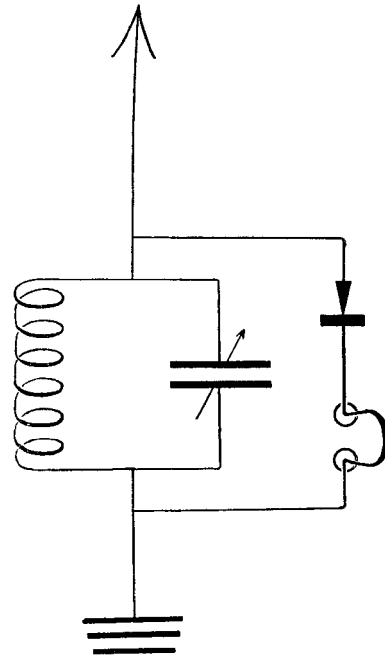
1. ábra. A rádióhullámok terjedése. *A* = Ideális eset; *B* = Heaviside-réteg szerepe.

Végül meg kell emlékeznünk a jó rádióvétel harmadik tényezőjéről, a felvevőállomásra. A felvevőállomáson az elektromos és mágneses térerők roppant kicsinyek és egy állomás az eredetileg kisugárzott energiának csak egy kis töredékét veszi fel. A felvevőantenna lehetőleg magas legyen és nyílt helyen legyen kifizítve, mert akkor az energiafelvétel nagyobb. A földelés jó legyen, hogy az elektromosság útjában ne találjon nagy ellenállásra, amikor a földből az antennába és vissza áramlik. A felvett energia mennyisége az

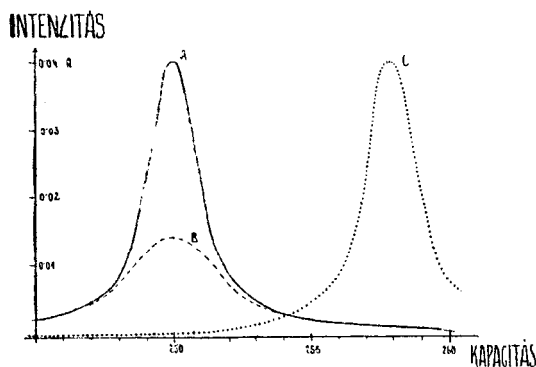
antennán kívül a vevőkészülék elektromos adataitól is függ, ezt az összefüggést a következő fejezetben a rezonanciával kapcsolatban részletesebben fogjuk megtárgyalni.

A rezonancia. Előző cikkünkben megismertük az egyszerű, kristálydetektoros vevőkészüléket, amelynek antennakörében csak egy önindukciós tekercs van. A valóságban használt készülékekben azonban kondenzátor is szerepel és ha egy detektoros készülékben nincs is külön forgó- vagy tömbkondenzátor, a vezetékeknek mégis megvan a kapacitása, amely ugyanolyan szerepet tölt be, mint az említett kondenzátorok kapacitása. A 2. ábra mutatja egy olyan kristálydetektoros készülék vázlatát, amelyben a tekercs mellett vele párhuzamosan kapcsolt forgókondenzátor foglal helyet. Rögtön felismerjük, hogy a tekercs a kondenzátorral együtt egy rezgőkört alkot, amely a már ismertetett módokon rezgésbe is volna hozható. Ha e rezgőkört egy leadókészülék alkatrésze gyanánt alkalmazzánk, akkor a benne létrejövő rezgés frekvenciáját THOMSON képlete adná meg; pl. 0,0003074 Henry-s önindukció és 250 cm kapacitású kondenzátor használata mellett a frekvencia 545400 volna. Ezt a számot a rezgőkör *sajátfrekvenciájának* nevezzük.

Az említett rezgőkört egy kristálydetektoros felvevőkészülékben használjuk. Ha hullám érkezik az antennához, akkor ebben az elektromosság fel és le hullámzik az érkező nagyfrekvenciájú rezgés tempójában. Ez a löktetés a rezgőkörben elektromos rezgést hoz létre, mert a kondenzátort hol feltölti, hol meg ismét kisüti. A felvevőkészülék rezgőkörében keletkező rezgés frekvenciája *pontosan ugyanaz, mint az érkező hullámé*, akármilyen legyen is a tekercs önindukciója és a forgókondenzátor kapacitása. A hullám tehát minden körülmények között rákényszeríti a maga rezgésszámát a készülékre, kérdés azonban, hogy ez a rákényszerítés mindig egyforma mértékben sikerül-e és nem lehelt-e esetleg ezt a



2. ábra. Kristálydetektoros készülék vázlatja. A rezgőkör nyíllal jelölt kondenzátora változtatható kapacitású forgókondenzátor.



3. ábra. Rezonanciagörbék. *A* = A készülék ellenállása kicsiny; *B* = A készülék ellenállása nagy; *C* = Egy másik állomás rezonanciagörbéje.

akkor az áramerősség maximális (0,04 A). Ha megváltoztatjuk a kapacitást, akkor a keletkező rezgés frekvenciája természetesen ugyanaz marad, de a rezgés gyengébb lesz, pl. 251 cm

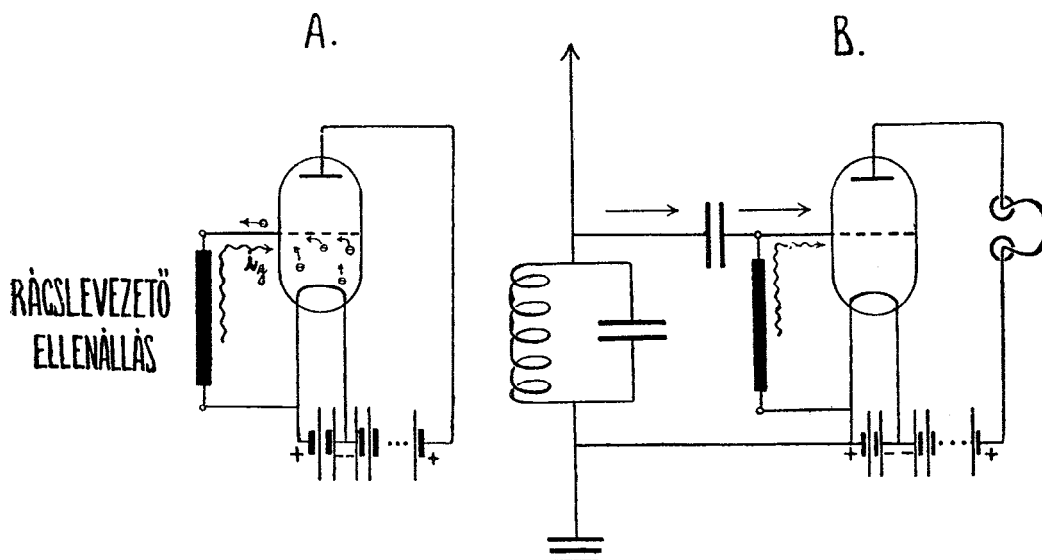
kondenzátor megfelelő kapacitása mellett különösen sikeressé tenni? Ez valóban lehetséges. Ha a felvevőkészülék rezgőkörének önindukciója és kapacitása akkora, hogy *a sajátfrekvencia éppen megegyezik az érkező hullám frekvenciájával*, akkor a keletkező rezgés erőssége és ezzel a tekercs váltóáramának az intenzitása maximális lesz. A 3. ábra *A*-görbéje egy olyan rádiókészülékre vonatkozik, melynek antennája 20 méter hosszú, 25 ohm ellenállású, tekercsének önindukciója 0,0003074 Henry. A vízszintes vonalon van feltüntetve a forgókondenzátor kapacitása, a görbe, magassága pedig az áramerősséget mutatja. Ha a kapacitás 250 cm,

kapacitásnál az áramerősség már csak 0,022 A. A 3. ábra *A*-görbéje mutatja a keletkező rezgés erősségének a változását, ha a forgókapacitátor kapacitását változtatjuk, vagyis a készüléket „hangoljuk”. Maximális lesz az intenzitás, ha a felvevőt „ráhangoljuk” az érkező hullámra; a kapacitás változtatásával az intenzitás csökken és nagyobb elhangolásnál olyan kicsiny lesz, hogy a telefon már nem is jön működésbe. Különböző állomások hallgatásakor a rezgőkört mindig rá kell hangolni az illető állomás hullámának a frekvenciájára, hogy a vétel maximális legyen; ugyanakkor a többi állomás hulláma nem kelt észrevehető hatást, mert ezekre nézve készülékünk elhangolt. (A *C*-görbe mutatja valamely más állomás által keltett váltóáram intenzitását.) Az *A*-görbe neve *rezonanciagörbe*.

Ha a készülékünk alkatrészei gondosan készülnek, a vezetékek ohmos ellenállása kicsiny, azután a dielektrikumban és a tekercsben létrejövő energiaveszteségek is kicsinyek, akkor a rezonanciagörbe maximuma magas és éles (*A*-görbe); ha készülékeinknél az említett energiaveszteségek nagyok, akkor a rezonanciagörbe alacsony és lapos (75 ohmnyi ellenállás esetében a rezonanciagörbe alakját a *B*-görbe mutatja). Mivel ma már nagyon sok adó működik, melyeknek frekvenciája nem sokban (kb. 10000-rel) különbözik egymástól, azért éles rezonanciagörbékre kell törekednünk, hogy egyszerre csak egy állomást halljunk, vagyis készülékünk *szelektív* legyen. Az éles rezonanciagörbének egyszersmind nagyobb maximuma is, tehát ezért is előnyös.

A rádióvételek erősségének harmadik tényezője a felvevőállomás volt. Az antennán és a földelés minőségén kívül a készülék hangolásától is függ a felvett jelek erőssége, ráhangolás (rezonancia) esetében a legtöbb a felvett energia.

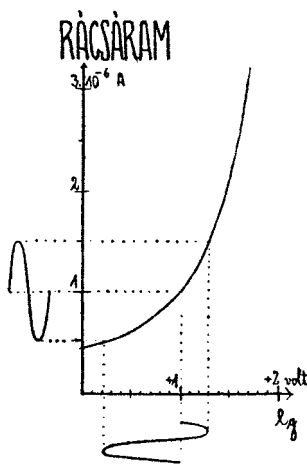
Az audionegyenirányítás. Az elektromágneses hullám az antennában nagyfrekvenciájú modulált váltóáramot indukál, s így az antenna felveszi a hullám által tovább szállított energia egy részét. Ezt a rezgést egyenirányítani kell, hogy a telefonkagylót működésbe tudja hozni. Mi is az egyenirányítás? Az eredeti rezgés olyan megváltoztatása, hogy az amplitudó középértéke a moduláció szerint változzék. A rádiólámpás-készülékekben ezt a megváltoztatást egy speciálisan kapcsolt elektroncső végzi el; ennél a kapcsolásnál az elektroncsőnek *audionlámpa* a neve, az egyenirányításnak ezt a fajtáját pedig audionegyenirányításnak hívják.



4. ábra. Az audionegyenirányítás. *A* = A rácsáram keletkezése. *B* = Az audionos vevő vázlata.

Az audionegyenirányítás alkalmával fontos szerepe van a rácsáramnak. A rácsáram az anódáramhoz hasonlóan keletkezik (4. ábra *A*). A rácsra ráepülő negatív elektronok a rácslevezetőellenálláson keresztül visszafolynak a fűtőszálhoz; mivel itt negatív töltésű

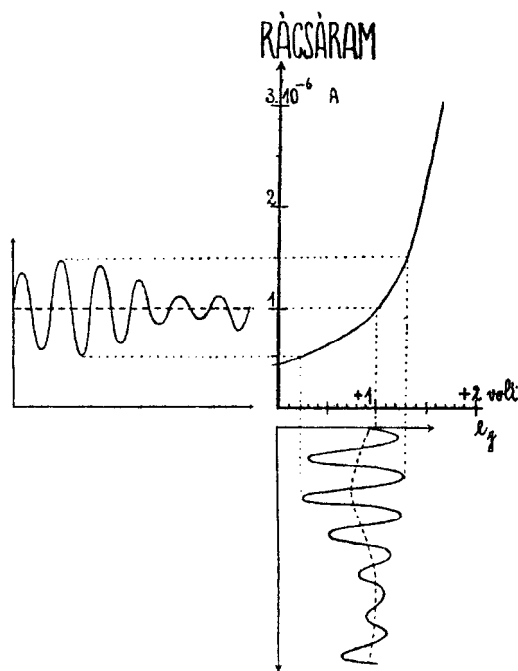
részecskék vándorlásáról van szó, ezért a pozitív rácáram a fűtőszáltól a levezető ellenálláson keresztül a rács felé irányul (hullámos nyíl). A rácáram sokkal gyengébb, mint az anódáram, erőssége egy század vagy milliomod amper körül van és nagyon függ a rácson levő feszültségtől. Pozitív rácsfeszültség esetében hirtelen növekszik, mert ilyenkor sok elektron repül rá a rácra, negatív rácsfeszültség esetében viszont nagyon csökken a rácáram, mert ekkor mindig kevesebb lesz az olyan, igen nagysebességű elektronok száma, melyek a taszítóerő ellenére is rá tudnak repülni a rácra. A rácáramnak a rácsfeszültségtől való függését az 5. ábra görbéje mutatja, pl. +1 volt rácsfeszültségnél a rácáram $0,000001 \text{ A} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ A}$. Ha ismerjük a rácsfeszültséget, akkor a görbe segítségével megállapíthatjuk a rácáram intenzitását, viszont a rácáramot ismerve, a rácsfeszültséget tudhatjuk meg a görbéből. A rácáram görbéjének igen erős görbültsége van, ami az audionevenyírányításban igen nagy szerepet játszik. A rácslevezetőellenállásnak az a szerepe, hogy a rács feszültségét olyan mértékre állítsa be, amelynél a rácáram görbültsége a legnagyobb; ez a következő módon megy végbe. A rácslevezetőellenállás végét a fűtőszál pozitív, végéhez kapcsoljuk,



5. ábra. A görbe mutatja a rácáramnak a rácsfeszültségtől való függését.

amelynek az izzószál közepéhez képest +2 volt pozitív feszültsége van. Rácslevezetőellenállásul igen nagy, pl. 1000000Ω , (1 Megaohm) ellenállású testet (ú. n. szilitet) használunk. A pozitív rácáram az izzószál +2 volt feszültségű pozitív végétől folyik a rács felé (hullámos nyíl), ha ennek az áramnak az erőssége $0,000001 \text{ A}$, akkor a feszültesítés az 1000000Ω -nyi ellenálláson éppen 1 volt, tehát magának a rácsnak a feszültsége +1 volt. Ez teljesen megegyezik azzal, hogy +1 volt rácsfeszültségnél a rácáram $0,000001 \text{ A}$ (5. ábra). Az említett 1000000Ω -os elvezetőellenállás tehát valóban biztosítja a rács feszültségének az állandóságát, mert ekkor a rácra rárepülő összes negatív elektronok éppen olyan erős áramot adnak, mint a sziliten lefolyó áram; a +1 volt rácsfeszültség mellett a rádiólámpa rácsköre *stacionárius állapotban* van. Az 5. ábrából azt is láthatjuk, hogy +1 voltnál a görbültség igen nagy, ami célunknak megfelel.

Természetesen más elektroncsöveknél esetleg nem 1 Megaohm, hanem 0,5-től 5 Megaohmig terjedő más rácslevezetőellenállás fog célszerűnek bizonyulni. A felvevőkészülékünkben levő rezgőkör két végén mutatkozik a nagyfrekvenciájú modulált váltakozó feszültségkülönbség, ezért ezt a két pontot kell a rádiólámpa rácskörével összekapcsolni (4. ábra, B). Először is a rezgőkör alsó végétől az izzószálhoz vezetünk egy drótot, másodszor pedig a rezgőkör felső végét egy kb. 250 cm-es kondenzátorral kapcsoljuk rá a rácra. Ez az ú. n. rácskondenzátor az antenna felől jövő váltóáramot átengedi, de az állandó erősségű rácáramot nem engedi keresztül; a rácáram továbbra is a sziliten át folyik le és létrehozza az előbb említett stacionárius állapotot. Amikor a rezgés első felénél egy áramlökések szalad a rácskondenzátoron keresztül a rács felé, akkor ez a rácáram irányával megegyező irányú áramot jelent, amely éppen ezért a rácáramot erősíti, pl. 1 milliomod amperről 1,5 milliomod amperre (5. ábra). A rezgés második felénél az áramlökések a rácstól visszafelé halad és iránya ellentétes a rácáram irányával, ekkor a rácáram gyengül ugyancsak 0,5 milliomod amperrel, 1-ről 0,5 milliomod amperre. Tehát az antenna felől jövő váltakozó áramok a rácáramnak hullámszerű változását okozzák. A rácáramgörbe segítségével azonban pillanatról-pillanatra kikereshetjük a mindenkori rácáramhoz tartozó rácsfeszültség értékeit; pl. a szélső helyzeteknél 1,5 milliomod amperhez +1,3 volt és 0,5 milliomod amperhez +0,2 volt rácsfeszültség tartozik. Az alsó hullám a rácsfeszültség ingadozását mutatja; látható, hogy itt a hullám első fele sokkal nagyobb, mint a második,



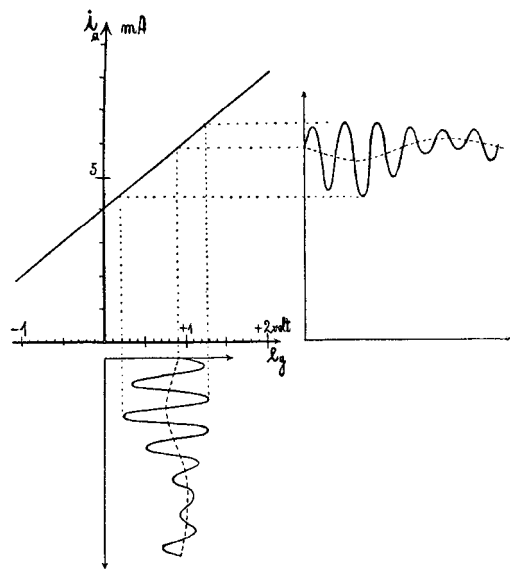
6. ábra. Ha a rácsáram modulált nagyfrekvenciájú váltóáram, akkor a hozzá tartozó rácsfeszültség egyenirányított rezgést végez.

Az audionkapcsolás segítségével elérhető az, hogy a rács feszültsége „egyenirányított” rezgést végez. Az „egyenirányítás” szó itt is azt jelenti, hogy a középerérték a modulációnak megfelelően emelkedik és süllyed, de nem vonatkozik az áramok irányára. Ettől lényegesen különböző jelenség megy végbe pl. az akkumulátorok töltésekor, amikor állandóan egyforma irányú áram előállítás a cél, ezért az előbbtől való megkülönböztetésül ezt a másik folyamatot helyesen „egyirányítás”-nak kellene nevezni. A rádióban az egyenirányítás mindig a rezgés olyan megváltoztatását jelenti, amely által az elveszti szimmetriáját és a középerérték a modulációnak megfelelően változik.

Az erősítés. A modulált rezgés egyenirányítására vagy kristálydetektor, vagy egy audionkapcsolásban működő rádiólámpa használható. A rádiólámpa alkalmazásának van azonban egy külön előnye. Az antenna által felvett teljesítmény Budapesttől 100 km-nyire kb. 10^{-5} watra tehető; ez az energia hozza létre a rács feszültségének a rezgését. Az anódáram középerértékének a változásai a mi példánkban (7. ábra) átlag 0,5 milliamperre becsülhetők, ami egy 4000 ohmos telefonkagylónál 10^{-3} watt teljesítményt jelent ($0,0005^2 \times 4000$). Tehát az anódkörben létrejövő energiaváltozások sokkal nagyobbak, mint amekkora a rácskör rezgésének az energiája volt, *a rádiólámpa a rezgést*

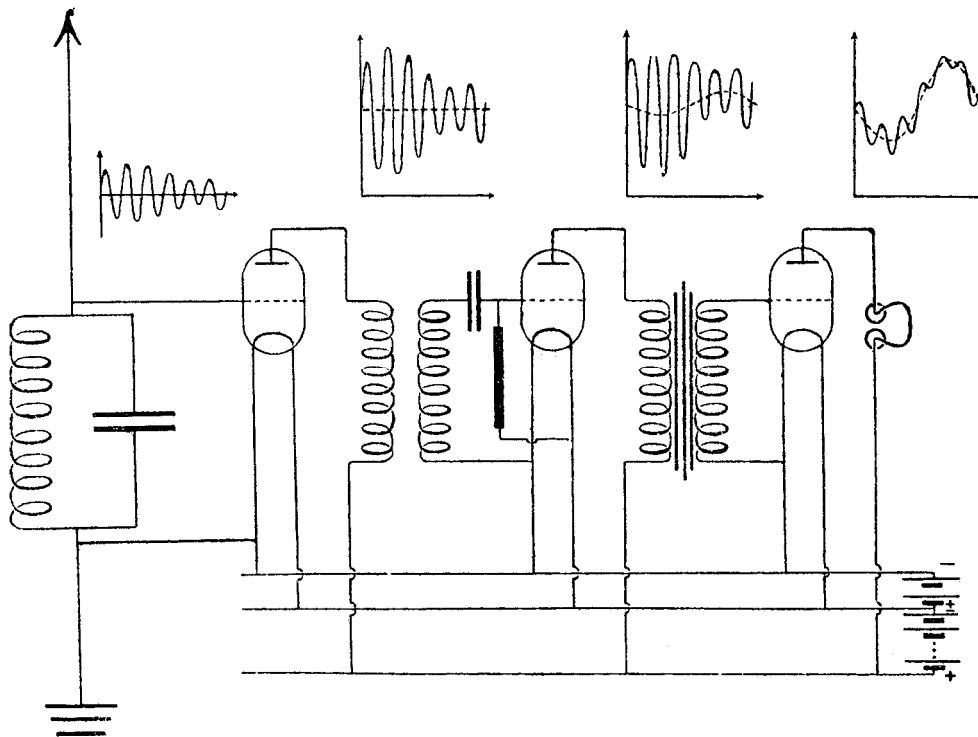
aminek a rácsáramgörbe görbültsége az oka. Ha ezt a szerkesztést egy modulált nagyfrekvenciájú rezgésnél hatjuk végre (6. ábra), akkor észrevevesszük, hogy a hullám már nem szimmetrikus, és *a nagyfrekvenciájú rezgés középerértéke a modulációnak megfelelő ingadozást mutatja*, tehát létrejött az egyenirányítás.

A rádiólámpa sajátosságainak az ismertetésénél láttuk, hogy az anódáram függ a rácsfeszültségtől; minél pozitívabb a rács feszültsége, annál erősebb az anódáram. A karakterisztika középső egyenes részénél a rácsfeszültség változásaival egyenesen arányosak az anódáram változásai, tehát az anódáram a rácsfeszültség minden ingadozását pontosan követi. Ez azt jelenti, hogy az anódáram szintén egyenirányított nagyfrekvenciájú rezgést végez állandó értéke körül (7. ábra). Ha az anódáramot egy telefonkagylón vezetjük keresztül, akkor ennek a membránja minden pillanatban a középerértéknek megfelelően helyezkedik el és hallhatóvá válik az eredeti hang.



7. ábra. Az anódáram pontosan követi a rácsfeszültség változásait. (A ferde vonal a karakterisztika.)

megerősítette. A rezgés erősítése a mi példánkban százszoros; az eredeti rezgés a telefonkagylót csak gyengén tudta volna működésbe hozni, a százszor megerősített rezgés azonban a telefont már erősen meg tudja szólaltatni. Audionlímpás készülékkel éppen ezért sokkal nagyobb távolságból lehet hallgatni a műsort, mint kristálydetektoros készülékkel. A rádiólímpa a teljesítményt, tehát az energiát erősíti, ez azonban nincs ellentmondásban az energia megmaradásának a tételével, mert az anódkörben jelentkező nagyobb energia az anódtelep energiakészletének a rovására megy, a rácskör kicsiny energiája csak kormányozza, vezérli az anódkör energiáját. A transzformátorok erősítéséhez nem lehet hasonlítani a rádiólímpa működését, mert a transzformátorok az energiát nem tudják erősíteni. Ezzel ellentétben a rádiólímpa úgy működik, mint egy relais, amellyel szintén kis energiával nagy energiamennyiségek forgalmát lehet megindítani. Az elektroncső igen tökéletes relais, mert nincs tehetetlensége és az igen gyors rezgéseket is hűen tudja követni. Abban az energiában, amely egy audionlímpás készülék telefonját szólaltatja meg, csak igen kis törtrész (1%) az energia, amely a rádióhullám, vagyis a leadóállomás energiájából származik, míg a kristálydetektoros rádiónál csakis a hullámból felvett energia áll rendelkezésünkre a telefon megszólaltatása céljából.



8. ábra. Az erősítő. Az első lámpa a nagyfrekvencia, a harmadik a kisfrekvencia erősítésére szolgál. A középső lámpa az audionlímpa. A rezgések alakját a négy diagramm mutatja.

Az audionlímpa az egyenirányításon kívül erősít is. Sokszor azonban ez az egyszeri erősítés nem elegendő, hanem külön elektroncsövekre van szükség, amelyek szintén erősítik a rezgést. Ezeknek az *erősítőlímpáknak* csak az erősítés a feladatuk, egyenirányítaniok nem kell, éppen ezért kapcsolásuk más, mint az audionlímpáé. Az erősítendő rezgést a rácskörtől vagy az antennától kapja (8. ábra első lámpája), vagy pedig egy előző elektroncső anódköréből transzformátor közvetítésével (8. ábra harmadik lámpája). Az erősítőlímpa anódját nem kapcsolják rögtön az anódtelep pozitív sarkához, hanem az anódáramot vagy a telefonhoz, vagy annak a transzformátornak a primer tekercsén vezetik át, melynek szekunder tekercse egy következő lámpa rácsköréhez vezet. Az erősítés nagysága (egyéb tényezők mellett) attól függ, hogy milyen nagy az anódkörben levő telefon- vagy transzformátortekercs ellenállása; az energia erősítése akkor a legnagyobb, ha az anódkörben levő ellenállás

ugyanakkora, mint a lámpa belső ellenállása. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy váltóáram esetében az ellenállás nem ugyanaz, mint állandó erősségű egyenáramnál. A vezetők ellenállása igen nagy mértékben függ a váltóáram frekvenciájától; minél nagyobb a frekvencia, annál nagyobb ellenállást gördít áthaladása elé egy önindukciós tekercs és annál könnyebben engedi át egy kondenzátor. A maximális erősítés elérése céljából az anódkörnek az erősítendő váltóárammal szemben kell olyan nagy ellenállást mutatnia, mint amekkora a lámpa belső ellenállása, ezért más és más frekvenciájú váltóáramnál más és más az erősítőkészülék kivitele. A gyakorlatban a következő két fajta szokott előfordulni.

A *nagyfrekvencia erősítésére* szolgáló készülékben vasmag nélküli, kevés menetből álló transzformátort kell használni, mert a többszázerezres vagy milliós frekvenciájú rezgésnek már ez is nagy ellenállást jelent. Azt a lámpát, amelynek az anódkörében ilyen transzformátor van, nagyfrekvenciát erősítő lámpának nevezzük. Ha ilyen lámpát kapcsolunk az audionlámpa elé, akkor ennek a rácsára az eredeti nagyfrekvenciájú modulált rezgés megerősítve érkezik meg (8. ábra rezgésdiagramja). Természetesen ez a készülék a kisfrekvencia erősítésére nem alkalmas.

A *kisfrekvencia erősítésére* szolgáló készülékben vasmagos, igen sok menetes transzformátort kell használni. Ez a transzformátor a nagyfrekvencia erősítésére nem alkalmas. Ha az audionlámpa után kapcsolunk egy ilyen transzformátort, akkor ennek a primer tekercsében már egyenirányított váltóáram folyik. Ilyen váltóáram középértékének az ingadozása kicsiny, ú. n. hangfrekvenciával megy végbe. A középértéknek az ingadozását a készülék nagyon megerősíti, de az egyes nagyfrekvenciájú rezgéseket nemcsak hogy nem erősíti, hanem inkább gyengíti. De az audionlámpa után már úgyszólván csak a középérték ingadozására van szükségünk.

Az audion egyenirányításon kívül van másfajta egyenirányítás is, valamint az erősítésnél is lehet transzformátor helyett más módon továbbítani a rezgést a következő lámpához. A rádióleadás és felvétel alkalmával az elektromos rezgések erőssége igen érdekes módon változik. A mikrofon körében keletkező hangáramok teljesítménye 10^{-7} – 10^{-8} watt körül van; ezeket a leadóállomáson oly nagy mértékben erősítik, hogy a kisugárzott effektus közepes értéke 20000 watt. Ennek csak egy törtrésze jut el a felvevőhöz, kb. 10^{-2} – 10^{-7} watt, a telefonkagylóban vagy hangszóróban azután a hangáram teljesítménye $0,1$ – 10^{-3} watt. Talán ezek a számok világítják meg legjobban, hogy a rádió a technikának milyen bravúros alkotása.

(Folytatása következik.)

Dr. Vermes Miklós

Megjelent a Természettudományi Közlöny 62. kötetében, 1930-ban.