

Mihai Tanca
Ion Vidrașcu

MANUALUL RADIOAMATORULUI

Ing. MIHAI TANCIU
YO3CV

Ing. ION VIDRAŞCU

MANUALUL RADIOAMATORULUI



EDITURA STADION

INTRODUCERE

Radioamatorismul — sportul îndrăgit de mulți — indiferent de vîrstă — reprezintă activitatea unde se cer îmbinate armonios efortul fizic și inteligența, aptitudinile personale cu cunoștințele teoretice solide, elanul tineresc cu avântul imaginației creațoare.

Sportul acesta, care numără mulți ani de când a luat ființă, s-a amplus început dar sigur, încit azi nu există continent unde să nu fie prezent, nu există țară care să nu aibă prefix propriu pentru radioamatorism, nu există oră din zi sau din noapte în care să nu găsești radioamatori de pe toate meridianele și latitudinile globului practicind acest frumos și pasionant sport.

În comparație cu celelalte sporturi — chiar și cu sportul „rege”, fotbalul — radioamatorismul este singurul în care „jucătorii” nu se transformă la o acumulată vîrstă în suporterî, ci rămân „pe teren” activi, „de la tinerețe pînă la bătrînețe”.

Intr-un evînt, radioamatorismul este sportul puternic prin modestia lui (nu este zgombatos, nu „ridică tribunele în picioare”), mare prin cauzele nobile ale umanității în slujba căroră pune prietenia între popoare, apreciat și admirat pentru serviciile aduse omenirii, indiferent de rasă, sex, naționalitate, vîrstă. Numeroasele cazuri de salvare a unei vieți aflate în pericol, cu ajutorul unui lanț întreg de radioamatori din diferite țări, reprezintă cea mai frumoasă pildă de solidaritate colectivă pusă în slujba omului. Iată de ce sportul acesta este îndrăgit îndeosebi de tineri entuziaști.

Activitatea de radioamatorism constă în stabilirea de legături cu radioamatori din țara noastră sau din alte țări, prin executarea traficului radio în telefonia sau în telegrafie. Executarea acestui trafic se face în conformitate cu Regulamentul de radiocomunicații al radioamatorilor din R.S.R. Pentru desfășurarea acestei activități se folosesc apărate de radio, receptoare și emiștoare speciale, de diferite puteri, co-

respunzătoare clasei de autorizare pe care o au radioamatorii. Frecvențele de lucru (benzile) sunt cele prevăzute de Regulamentul de radiocomunicații al radioamatorilor din R.S.R., și, în mare, ele se împart în două categorii: unde scurte și ultrascurte, fiecare având adeptii respectivi. Desigur, orice radioamator dorește să stabilească legături cît mai multe, cît mai frumoase și cît mai îndepărtate. Cei care reușesc acest lucru sunt însă numai cei perseverenți, care caută să „facă” legături la orice oră din zi sau din noapte, studiază condițiile de propagare în diferitele anotimpuri ale anului, au cunoștințe temeinice de radiotehnică și experimentează continuu montaje noi (emisătoare și receptoare), precum și diferite tipuri de antene.

În țara noastră radioamatorismul are mulți ani de activitate. De curând și-a sărbătorit patru decenii de existență. Din cauza condițiilor grele în care a apărut, dezvoltarea sa a fost destul de înceată. Lipseau atât condițiile materiale, cît și un organ care să dirijeze această activitate. În prezent în Republica Socialistă România radioamatorismul cunoaște o tot mai largă dezvoltare. An de an crește numărul radioamatorilor, mărindu-se numărul cluburilor și al radioamatorilor.

Dorința de a învăța tainele radioului și de a-și construi prin cunoștințe proprii un emisător sau un receptor cu care să realizeze legături cu radioamatorii din alte țări cuprinde în special tineretul, dar nu ocolește nici pe cei vîrstnici.

Numărul stațiilor individuale autorizate în țara noastră se apropie de 2 000, iar al celor de club, de 200.

Participarea radioamatorilor la concursurile internaționale, precum și la campionatele republicane este tot mai numeroasă și activă, iar rezultatele obținute îndreptățesc eforturile depuse.

Trebuie amintit că în țara noastră se organizează o serie de campionate republicane ca, de exemplu, *campionatul de unde scurte, de unde ultrascurte, campionatul de „vinătoare de vulpi” și cel de telegrafie*. Fiecare reunește la start atât radioamatori cu activitate și experiență mai îndelungată, cît și radioamatori cu „state de serviciu” mai noi, dar bine pregătiți teoretic. De aceea, uneori, începătorii, datorită entuziasmului și perseverenței, obțin chiar rezultate superioare radioamatorilor cu o practică mai îndelungată.

Pentru stimularea activității radioamatorilor au fost instituite 20 de diplome, care pot fi obținute în urma rezultatelor realizate la diferite concursuri sau campionate.

De asemenea, tot pe baza participării la diferite concursuri internaționale și a locului ocupat, precum și pe baza unui anumit număr de legături realizat cu radioamatorii din anumite țări, se pot obține diplome străine, conferite de diferite țări.

Pentru a se veni în mod concret în ajutorul radioamatorilor a fost creată o puternică bază materială, care constă din stații de radioemisie-recepție, aparate de măsură și în special din materiale și piese radio necesare oricărui radioamator. Aceste materiale și piese se vinđ radioamatorilor la prețuri convenabile prin radiocluburi. Stațiile de radioemisie-recepție sau numai receptoarele se dau în folosință acelor radioamatori care, deși sunt autorizați și doresc să aiă o activitate intensă, nu au posibilitatea să-și procure sau să-și construiască în acel moment stația sau receptorul necesar. Distribuirea acestor aparate se face în anumite condiții, prin radiocluburi.

Tot prin grija radiocluburilor sunt distribuite și o serie de imprimate specifice activității de radioamator ca : fișe de concurs, caiete de lucru LOG, cărți de confirmare (QLS) etc.

Activitatea radioamatorilor din țara noastră este condusă și îndrumată de Federația Română de Radioamatorism din cadrul Consiliului Național pentru Educație Fizică și Sport.

Sediul federației se află în București și are următoarele organe : Comitetul federal, Biroul federal.

Pentru desfășurarea activității pe teritoriul Republicii Socialiste România, Federația de Radioamatorism are organe subordonate (comisiile județene de radiocomunicații).

Activitatea federației este îndreptată spre dezvoltarea activității de radioamatorism, în vederea obținerii de rezultate pe măsura condițiilor create, precum și pentru asigurarea „schimbului de mîini“ al radioamatorilor noștri, care să preia ștafeta din mîinile înaintașilor lor și să o ducă mai departe.

Prezentul manual se adresează tuturor celor care doresc să devină radioamatori. În același timp este destinat și organelor locale care organizează cursuri pentru formarea de radioamatori.

În cuprinsul lui sunt prevăzute două părți mari și anume : partea întâi, conținând elemente de electrotehnică și radiotehnică și partea a doua, care cuprinde metodica învățării transmiterii și recepționării semnalelor morse.

În afara de acestea, în manual au mai fost incluse : un capitol destinat atât radioamatorilor începători, care studiază singuri, cât și instrucțorilor din cadrul radiocluburilor. Capitolul cuprinde tabelul cu repartiția disciplinelor pe teme și ore, precum și bibliografia desfășurată pe lecții și ore a fiecărei discipline. Acest capitol trebuie respectat întocmai de instrucțorii radiocluburilor, iar pentru radioamatorii care învață singuri servește ca îndrumător asupra cunoștințelor ce vor fi cerute la examenul pentru obținerea certificatului de radioamator, și, în același timp, folosește drept ghid pentru planificarea în timp a studierii acestor discipline.

Bibliografia o constituie Regulamentul de radiocomunicații al radioamatorilor din R.S.R., care trebuie să fie citit, studiat și aprofundat de fiecare viitor radioamator.

Ceea ce este nou în literatura destinată radioamatorilor, este faptul că în manual apare pentru prima dată o metodică a învățării semnelor Morse, destinată celor ce nu pot să urmeze cursurile organizate în cadrul radiocluburilor și sunt nevoiți să le învețe acasă singuri sau în grupuri mici (3—4 persoane). Această metodică va fi respectată și aplicată și de instructorii radiocluburilor.

Materialul poate părea la prima vedere multor începători arid și plin de lucruri „neesențiale” și „neinteresante”. Amintim cu această ocazie că în general orice manual metodic produce la început această impresie. Sfătuim de aceea pe tinerii începători să citească cu curaj indicațiile date și în special să caute să le aplique întocmai.

Impresia de care aminteam mai sus se datorează faptului că, în mod nejustificat, se crede că receptia și transmisarea semnelor Morse se învăță greu și numai în cadrul unor cursuri speciale. Cei care au însă voînță și un minimum de aptitudini muzicale (cum au majoritatea oamenilor normali) pot învăța „tainele” alfabetului Morse „la domnicilu”, singuri.

În acest scop veți înveța să învățați singuri transmisarea la manipulator, după indicațiile date la capitolul introductiv al acestei discipline. După ce v-ați obișnuit cu aplicarea manipulatorului, cu transmisarea semnelor scurte (punctelor), a celor lungi (liniilor) și ati învățat combinarea lor, prevăzute la lecțiile 2—5, treceți la lecția 6 — transmisarea semnelor din grupa I — și apoi în continuare la celelalte lecții, învățând numai partea de transmisare.

De la începutul învățării transmiterii vă veți controla lucrul ascultându-vă în casă. Este deosebit de important să dați o foarte mare atenție primelor ședințe de învățare a transmiterii punctelor, liniilor și a combinațiilor lor. Acest lucru este necesar ca să va obișnuuiți chiar de la început cu transmisarea lor corectă. În acest scop trebuie să transmitați cu răbdare și de nemurărate ori același exercițiu, pînă cînd îl veți executa corect. La sfîrșitul învățării transmiterii, veți constata cu surprindere — spre satisfacția dumneavoastră — că ati învățat și receptia semnelor Morse.

Sistemul acesta de învățare se deosebește de cel clasic, dar în final duce la obținerea acelorași rezultate.

Învățarea transmiterii semnelor o veți face cu o viteză înîncă pentru a căpăta deprinderi corecte și numai după învățarea transmiterii tuturor semnelor veți putea încerca creșterea vitezei de transmisare.

Cînd veți trece la creșterea vitezelor de transmitere, vă recomandăm să cereți sfatul și ajutorul unui radioamator sau radiotelegrafist cu experiență.

Desigur, în cadrul unui curs organizat, timpul pentru învățare va fi mai scurt, dar cu o oarecare diferență de timp în plus pot fi obținute aceleași rezultate și de cei care nu pot urma aceste cursuri.

În cuprinsul manualului sunt date o serie de indicații metodice care se adresează instructorilor. Este bine ca ele să fie citite cu atenție și de radioamatori care învață radiotelegrafia singuri, deoarece sunt valabile și pentru dînsii, cunoștind principiul că fiecare om poate deveni propriul său instructor.

Vă recomandăm ca la 3—4 săptămâni să cereți ajutorul unui radioamator cu experiență, care va putea să vă dirijeze activitatea, înălăturînd anumite greșeli la transmitere.

Pentru învățarea în condiții cît mai bune a noțiunilor de electro-tehnica și radiotehnica, va trebui, de asemenea, ca, din cînd în cînd, să cereți ajutorul unui radioamator cu experiență, al unui profesor de fizică, tehnician radio etc. care să vă explice fenomenele care vi s-au părut mai greu accesibile.

Nu trebuie să vă speriați de formulele matematice. Cel mai important lucru este să înțelegeți bine fenomenele fizice ce au loc în funcționarea diseritelor piese sau montajelor. După ce veți slăpșni aceste elemente, formulele matematice vi se vor părea ușoare și vor completa înțelegerea lor deplină. De aceea vă sfătuim să nu le învățați mecanic, ci studiați întîi cu atenție fenomenul fizic și după aceea rețineți partea matematică. În acest mod succesul va fi asigurat.

Concretizarea eforturilor depuse de vizitorii radioamatori în cadrul cursurilor organizate, sau de către cei care au învățat singuri, se face prin susținerea unui examen în fața unei comisii organizate, conform prevederilor Regulamentului radioamatorilor.

Obținerea certificatului de radioamator, eliberat de organele M.P.T., este răsplata ce va constitui închinarea eforturilor depuse.

This page intentionally left blank

Partea întii

ELEMENTE DE ELECTROTEHNICĂ ȘI RADIOTEHNICĂ

Capitolul I

FENOMENELE FUNDAMENTALE ȘI LEGILE CURENTULUI ELECTRIC

1. Constituția materiei. Electronul

Noțiunile pe care le vom întâlni în paginile care urmează vă sănătă de săpt cunoștințe vechi, întâlnite odinioară — sau poate de curând! — pe filele manualelor de fizică. Reamintindu-ni-le, nu facem decât să ne împrospătăm bagajul de cunoștințe, fără de care nu vom deveni niciodată posesorii unui indicativ YO...

Pentru început, o mică incursiune în domeniul constituției materiei.

Știți, desigur, că în natură se întâlnesc nenumărate corpuri, dintre care peste 100 sunt *simple* sau *elemente*, iar celelalte *compuse*. Corpurile simple sunt alcătuite numai dintr-un singur element de același fel, cum ar fi, de exemplu, hidrogenul. Corpurile compuse sunt formate, după cum le arată și numele, din două sau mai multe elemente diferite.

Orice corp — simplu sau compus — este alcătuit din atomi. Dar și atomii pot fi împărțiți la rîndul lor în particule mai mici numite *elementare*.

Pentru simplificare, să presupunem acum că am avea la indemînă un atom de hidrogen, cel mai simplu din cei peste 100 de atomi diferenți existenți în lume. Să mai zicem, de asemenea, că printr-un procedeu oarecare am izbuti să-l aducem la dimensiunile unui balon ce ar avea diametrul de 50 de metri, adică să-l mărim de vreo 1 000 miliarde de ori!

Să despicăm apoi balonul în două. În fața ochilor ni se va întărișa un mic sistem planetar. Ca și la uriașii săi frați din macrocosmos, vom găsi și aici un „soare” central, mic cît o gămălie de ac și numit *proton*.

În jurul său, pe o orbită aproape circulară, cu raza de 25 de metri, aleargă o planetă nu mai mare decât protonul amintit: *electronul*. Ea gonește pe orbită sa cu viteză de 2 200 km pe secundă, adică de peste 3 000 de ori mai mare decât viteză glonțului!

Dar ne putem întreba: de ce oare planetele sistemului nostru se rotesc cuminte în jurul Soarelui, în loc să ia razna prin Universul nemărginit? De ce electronii nu fug din atomi, preferind să se rotească la nesfîrșit împrejurul protonului? La prima întrebare, răspunsul e acesta: din cauza atracției pe care o exercită Soarele asupra planetelor sale. O atracție asemănătoare există și între proton și electron, iar cauza este... electricitatea.

Intr-adevăr, protonul, această fărimeă de materie, nu este altceva decât un minuscule rezervor de electricitate, de un anumit fel, denumită *pozitivă* și notată cu semnul (+). Tot astfel și electronul. El poartă o încărcătură — să-i spunem corect *sarcină* — de electricitate, egală ca mărime cu aceea a protonului, dar diferită ca natură, numită *negativă* care se înseamnă cu semnul minus (-), iar masa sa este de 1 847 (± 2) ori mai mică decât masa atomului de hidrogen.

Cum cele două feluri de electricitate prezintă ciudata însușire de a se atrage una pe alta, înseamnă că apare o nouă forță capabilă să se opună forței centrifuge, care ia naștere prin mișcarea de rotație a electronului în jurul protonului.

În natură se găsesc, după cum am mai spus, peste 100 de atomi diferenți, adică de corpușuri simple. Alcătuirea interioară a acestora este asemănătoare, dar nu identică. Dacă vom examina, de exemplu, atomul heliului, gaz mai ușor decât aerul, vom observa și aici tot un minuscul sistem planetar, numai că numărul planetelor, adică al electronilor, nu va fi unu, ci doi, și, lucru interesant, „soarele” central conține și el tot doi protoni.

Descoperirea aceasta nu are însă nimic extraordinar. Un raționament simplu ne spune că numărul electronilor trebuie să fie întotdeauna egal cu al protonilor, spre a se menține echilibrul de forțe. Deci, rețineți: *în oricare atom numărul electronilor este egal cu numărul protonilor. Toți electronii și protonii, indiferent de natura atomilor sunt identici ca mărime și însușiri.*

În figurele alăturate sunt redate „portretele” unor atomi de hidrogen (fig. 1), heliu (fig. 2) și aluminiu (fig. 3).

Și mai interesantă este însă o altă constatăre: cei doi protoni din centrul atomului de heliu nu sunt singuri! În imediata lor vecinătate se află doi corpusculi denumiți *neutroni*. Ei nu conțin nici un fel de electricitate, de aceea se și numesc așa. Protonii și neutronii atomului formează ceea ce se numește *nucleul* său.

Atomii moleculelor din care sunt alcătuite corpurile simple sau compuse nu au aceleasi însușiri, deși toți atomii sunt formați din electroni și protoni. Într-o seamă de coruri electronii sunt foarte statornici și numai cu greu se lasă scoși din îmbrățișarea microcosmosului lor. Din

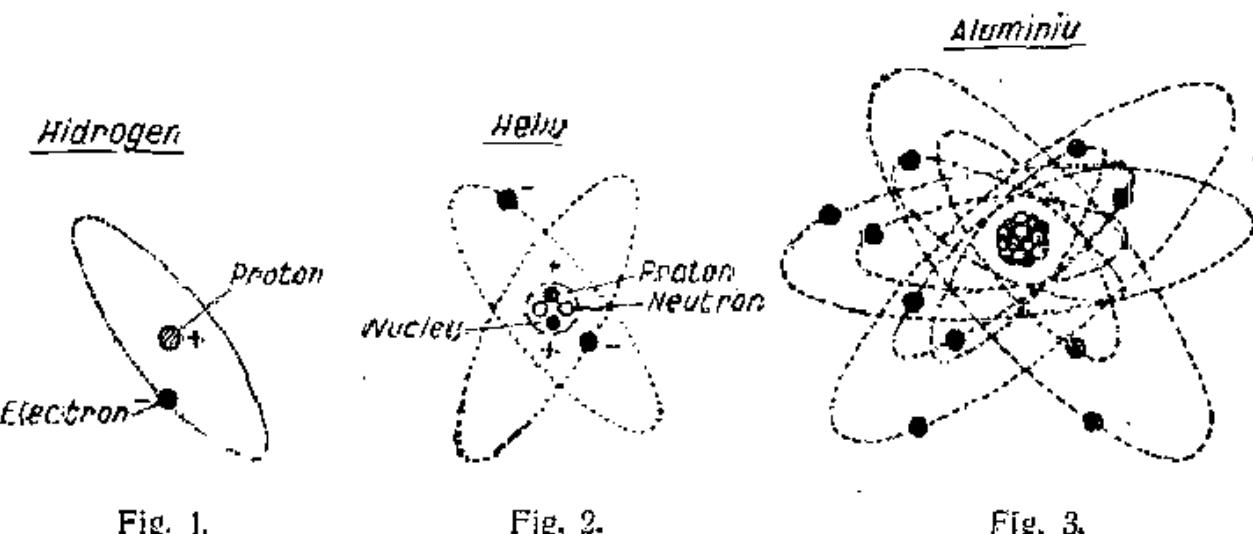


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

familia acestora fac parte: sticla, porțelanul, cauciucul, mica, hârtia, parafina, bachelita, masele plastice etc. Ele se numesc *izolanți* sau *dielectriți*.

Alte coruri, împotrivă, sunt compuse din atomi ai căror electroni izbutesc la un moment dat să scape de sub atracția nucleului. Ei pătrund în spațiul dintre atomii moleculelor, unde rătăcesc la întâmplare. Din familia acestor coruri fac parte, îndeosebi, metalele și aliajele lor. Ele se numesc *conducătoare* sau *coruri bune conducătoare de electricitate*, spre deosebire de celelalte care sunt *cele conducătoare de electricitate*. Cel mai bun conducer este argintul; urmează apoi cuprul, aluminiul și altele.

Dielectrici perfecti nu există și aceasta pentru că, oricără măsuri să ar luă, tot mai izbutesc să fugă căte un electron. Singurul izolant ideal ar fi vidul absolut, adică acel loc în care, nemaexistând materie, adică atomi, nu mai pot fi nici electroni. Dar, pînă astăzi, vidul absolut n-a fost realizat.

Atomul, în mod normal, este neutră, întrucît, după cum am mai spus, sarcina negativă a electronilor anulează sarcina pozitivă a protonilor. Primind sau pierzînd electroni, el poate deveni însă încărcat negativ — respectiv, pozitiv. Atomii încărați negativ sau pozitiv se numesc *ioni*.

Circulația electronilor prin conductoare poate fi dirijată, în anumite situații, în sens unic. Ea poartă atunci denumirea de *curent electric*.

Pentru a produce curent electric se leagă, de exemplu, un conductor între două puncte electrizate diferit, electronii scurgându-se astfel de la un punct la celălalt.

Electrizarea punctelor considerate se face fie prin frecare, fie, de preferință, cu o sursă de curent — o pilă electrică, bunăoară — care menține diferența de electrizare „pompind” într-ună electronii din conductor și obligându-i astfel să circule.

Când electronii se deplasează tot timpul în același sens, curentul pe care-l determină se numește *continuu*.

Un lucru trebuie însă reținut: în conductoarele solide, curentul circulă întotdeauna *de la negativ la pozitiv*.

Cu toate că viteza electronilor pe orbitele lor se situează, după cum am arătat, în jurul a 2 200 km pe secundă, iar viteza lor de translație (de trecere de la un atom la altul) este și mai mică, viteza curentului electric este de aproape 300 000 de km pe secundă.

Aceasta se explică însă prin faptul că mișcarea la translație începe aproape instantaneu pe tot circuitul parcurs de electroni.

2. Unitățile de măsură. Semnificația și întrebuiințarea lor

Ca oricare fenomen fizic, curentul electric se caracterizează printr-o serie de mărimi, pentru a căror precizare avem nevoie de un sistem de unități de măsură. Dintre acestea, cele mai importante sunt următoarele:

I. COULOMB-ul=unitatea de cantitate de electricitate.

Când numărul de electroni în plus sau în minus pe care-i posedă un corp este de $6,28 \times 10^{18}$, cantitatea de electricitate cu care este încărcat acesta este egală cu 1 COULOMB.

Dar cum diferența de mai sus nu are, evident, un caracter practic, unitatea de cantitate de electricitate se măsoară înșinăt mai ușor, prin cantitatea dintr-o substanță anumită ce se depune într-o baie electrolitică prin trecerea curentului, fără a se preciza însă durata operației.

În acest fel s-a stabilit că 1 COULOMB este egal cu cantitatea de electricitate care, trecind printr-o soluție apoasă de nitrat de argint, depune 1,118 miligrame de argint.

II. AMPER-ul=unitatea de intensitate de curent.

După cum intensitatea unui curent de apă se măsoară prin debit (care se exprimă prin numărul de litri ce trece în fiecare secundă printr-o

secțiune a conductoarei), tot astfel se măsoară și curentul electric, care este egal cu cantitatea de electroni ce se scurge în unitatea de timp printr-o secțiune de conductor.

Intensitatea curentului se notează cu litera I , iar mărimea sa se exprimă în amperi. $1 \text{ AMPER} = 1 \text{ coulomb pe secundă}$.

În afară de amper — notat prescurtat cu litera A — în practică se mai folosesc submultiplii săi, **MILLIAMPERUL** (mA) = $\frac{1}{1000} \text{ A}$ și **MICROAMPERUL** (μA) = $\frac{1}{1000000} \text{ A}$.

III. VOLT-UL = unitatea de forță electromotoare sau de diferență de potențial.

Dacă legăm printr-un conductor un corp încărcat pozitiv cu un altul încărcat negativ, constituind ceea ce se cheamă „un circuit închis”, în conductor apare un curent electric, care începează în momentul stabilitării echilibrului sarcinilor electrice. Pentru a persista curentul, ambele corpurile trebuie menținute în starea de electrizare inițială, adică de „circuit deschis”, fapt care nu poate fi realizat decât prin intermediul unei surse separate de curent, care produce *forță electromotoare* (fig. 4).

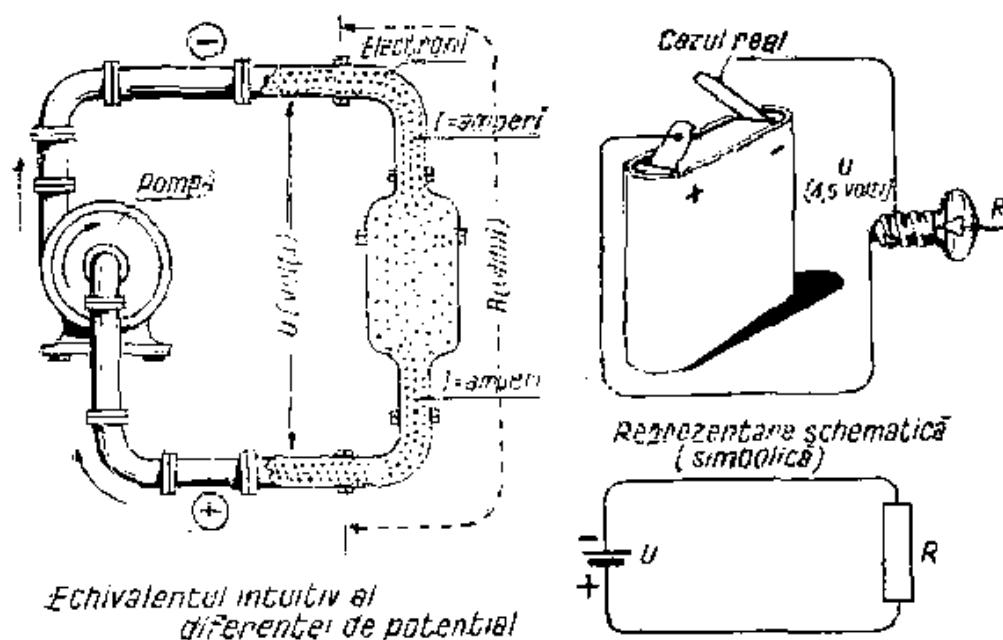


Fig. 4.

Așadar, forța electromotoare este cauza sau acțiunea capabilă să mențină o diferență de tensiune electrică între două puncte ale unui circuit deschis sau de a menține un curent electric într-un circuit închis.

Forța electromotoare se poate obține, după cum ne amintim din manualele de fizică, în mai multe feluri:

- prin *reacții chimice* (în pile și acumulatori);
- prin *termocouple* (încălzind punctul de contact dintre două conductoare de natură diferite);
- pe cale *electromagnetică* (prin intersecția unui conductor cu liniile de forță ale unui cimp magnetic);
- pe cale *electrostatică* (prin mașini de fricare și inducție electrostatică Wimshurst, de exemplu);
- pe cale *fotoelectrică* (celule fotoelectricice);
- prin *piezoelectricitate* (deformarea mecanică a cristalelor).

Scurgându-se între cele două puncte ale circuitului, curentul electric provoacă o diferență de electrizare denumită și *diferență de potențial*.

În rezumat, am putea spune că forța electromotoare este cauza curentului, iar diferența de potențial este efectul acestuia.

Stim că prin cădere unei anumite cantități de apă de la un nivel la altul se produce un anumit lucru mecanic. Tot așa, prin trecerea unei cantități de electroni de la un potențial ridicat la altul mai scăzut, se produce un anumit lucru mecanic.

Diferența de potențial se notează cu U și se exprimă în volți (prescurtat V).

VOLT-ul reprezintă diferența de potențial electric (tensiune) care face ca fiecare coulomb să producă un lucru mecanic de 1 joul, prin trecerea de la o tensiune la alta.

După cum ne amintim, $1 \text{ joul} = \frac{1}{9,81} = 0,102 \text{ kilogram} \cdot \text{forță} \cdot \text{metri}$.

Multiplul voltului este KILOVOLTUL (kV), egal cu 1 000 V, iar submultiplii săi sunt MILIVOLTUL (mV) $= \frac{1}{1000} \text{ V}$ și MICROVOLTUL (μV) $= \frac{1}{1 000 000} \text{ V}$.

IV. OHM-ul=unitatea de rezistență electrică.

După cum conductele opun o rezistență la trecerea apel, producând pierderi prin fricare, care se transformă în căldură, tot astfel și conductoarele opun o rezistență curentului electric, încălzindu-se datorită ciocnirilor dintre electroni și atomi.

Rezistența electrică se măsoară în ohmi și se notează cu litera Ω (omega) din alfabetul grec.

OHM-ul este rezistența care lasă să treacă un curent de 1 amper, la o diferență de potențial de 1 volt.

Împre deosebire de unitățile de măsură, oarecum abstracte, precedente (coulomb, amper, volt), ohmul este o unitate care poate fi definită și într-un mod mai concret, astfel: ohmul reprezintă rezistența unei coloane de mercur cu secțiunea de 1 mm² și lungimea de 1 063 m, la temperatură de 0°C.

În practică se utilizează frecvent multiplii ohmușui: KILOOHMUL ($k\Omega$)=1 000 000 Ω și MEGOOHMUL ($M\Omega$)=1 000 MΩ.

Legea lui Ohm. Între cele trei unități sus-amintite — amper, volt și ohm — există o relație foarte simplă, cunoscută sub denumirea de *Legea lui Ohm*, a cărei expresie matematică este:

$$I = \frac{U \text{ (volti)}}{(amperi) R \text{ (ohmi)}} \text{ sau } U = IR.$$

Ea arată că intensitatea curentului într-un circuit dat este cu atât mai mare cu cât tensiunea (diferența de potențial) aplicată este mai mare și cu cât rezistența ohmică este mai mică sau că, dacă dispunem de o anumită tensiune U, produsul „intensitate×rezistență” (IR) rămâne constant, deoarece pe măsură ce crește rezistența se micșorează curentul și viceversa.

Exemplu numeric:

Ce curent trece printr-o rezistență de 4Ω care se alimentează de la o sursă de curent continuu (C.C.) de 8 V?

$$I = \frac{U}{R} \therefore \frac{8}{4} = 2 \text{ A.}$$

Invers, dacă o rezistență de 4Ω, aflată undeva într-un circuit, este parcursă de un curent de 2 A, vom constata că între extremitățile sale apare o diferență de potențial de 8 V.

Rezistența mai poate fi însă exprimată și prin dimensiunile fizice și natura conductorului din care e constituită.

Natura materialului rezistenței se exprimă printr-un coeficient notat cu litera grecească ρ (ρ) și denumit *rezistență specifică sau rezistivitate*.

Rezistența unui conductor se exprimă prin relația:

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

în care:

R = rezistență, în ohmi (Ω);

ρ = rezistență specifică, exprimată, de exemplu, pe unitatea de lungime în km și unitatea de secțiune, în mm^2 ;

l = lungimea, exprimată, pentru coeficientul de mai sus, în km;

s = suprafața secțiunii, exprimată, pentru același coeficient, în mm^2 .

Această relație ne arată că rezistență este cu atât mai mare, cu cît conductorul este mai lung și cu cît secțiunea sa este mai mică.

Iată valorile coeficientului ρ pentru cîteva conductoare (l — în km; s — în mm^2):

	$\frac{\rho}{\text{mm}^2 \cdot \text{km}}$
Argint	16
Cupru industrial	17
Aluminiu	30
Fier	103
Plumb	207
Nichelină	420
Constantan	510
Mercur	950
Crom-nichel	1 000

Exemplu numeric:

Care este rezistență unui conductor de cupru de 2 mm diametru, lung de 500 m? Ce curent trece prin această rezistență dacă i se aplică la capete o tensiune de 8 V?

$$\rho = 17; l = 500 \text{ m} = 0,5 \text{ km}; s = \pi r^2 = 3,14 \text{ mm}^2;$$

$$\text{I)} R = 17 \frac{0,500}{3,14} = 2,388 \Omega;$$

$$\text{II)} I = \frac{8}{2,388} = 3,340 \text{ A}.$$

Legile lui Kirchoff. Figurează la loc de cîste în manualele de fizică din ultima clasă de liceu. Vi le mai amintiți? Ele glăsunesc astfel:

Legea I. În orice punct în care se întâlnesc mai multe conductoare, suma intensităților curentilor care vin spre acel punct este egală cu suma intensităților curentilor care pleacă din acel punct.

Această lege, ilustrată în figura 5, este foarte ușor de înțeles, mai ales dacă ne referim la o analogie hidraulică. Închipuindu-ne astfel că în locul conductoarelor ar fi conducte prin care ar circula apă, apare evident că din punctul de intersecție O nu poate să plece mai multă apă decât vine, dar nici mai puțină.

Relația matematică prin care se reprezintă situația din figură este :

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5.$$

Legea a II-a. În oricare circuit (izolat sau făcând parte dintr-o rețea complexă) suma forțelor electromotoare este egală cu suma căderilor de tensiune.

Căderile de tensiune fiind egale cu produsul dintre curent și rezistență, în cazul unui circuit ca în figura a 6-a, în care apar trei surse de curent (U_1 , U_2 și U_3) se ajunge la relația :

$$(U_1 + U_3 - U_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4)$$

în care, după cum observăm, se ține seama de sensul curentului la însumarea forțelor electromotorice (sens notat prin săgeată, pe figură).

Legarea rezistențelor în serie și în paralel. În practică, legile lui Kirchoff își găsesc numeroase aplicări. Exemplele pe care le vom analiza împreună reprezintă două cazuri tipice.

Astfel, dacă circuitul din figura 6 este considerat izolat (fără ramificațiile care-l leagă de o rețea complexă) ca în figura 7, atunci intensitatea curentului I are aceeași valoare în fiecare porțiune a circuitului, iar dacă se consideră numai o sursă de curent (în loc de trei) rezultă :

$$U = I (R_1 + R_2 + R_3 + R_4), \text{ care pentru } R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = R_r,$$

devine $U = IR_r$.

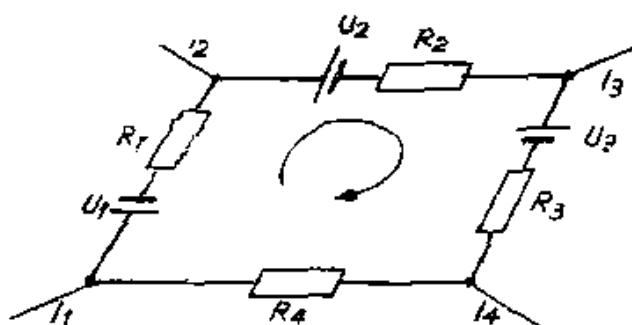


Fig. 6.

Așadar, rezistențele legate în serie dă o rezistență rezultantă R_r , egală cu suma rezistențelor inseriate în circuit.

La aceeași concluzie se poate ajunge și pe altă cale.

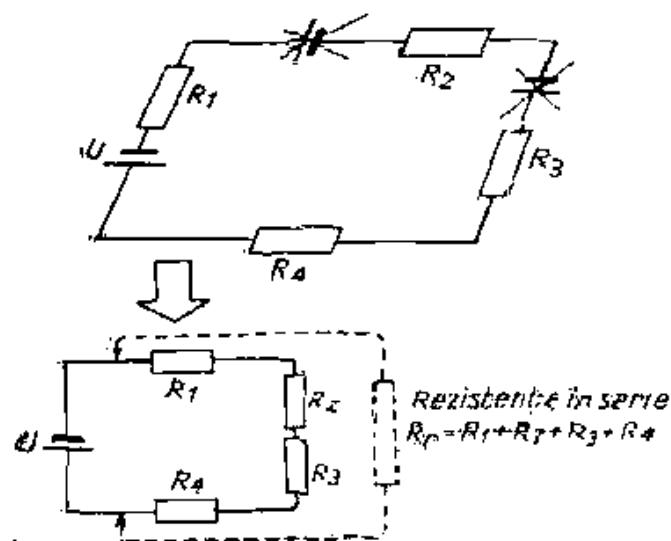


Fig. 7.

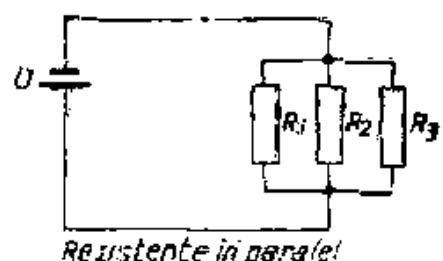


Fig. 8.

Astfel, inserând două rezistențe identice, executate din același tip de conductor, se dublează lungimea l din relația $R = \rho \frac{l}{s}$, în timp ce ρ și s rămân constante, ceea ce are drept consecință dublarea valorii R .

Să considerăm acum un alt caz și anume legarea în paralel a unor rezistențe, ca în figura 8.

Referindu-ne tot la relația amintită mai înainte și presupunând, pentru simplificarea înțelegерii, că sunt numai două rezistențe electrice legate în paralel, este clar că se dublează secțiunea s , reducindu-se, implicit, la jumătate valoarea R .

Matematic, aceasta se exprimă prin formula:

$$\frac{1}{R_r} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Inversul rezistenței unui circuit electric se mai numește și *conductanță* și se exprimă în MHO (inversul cuvântului OHM), iar inversul rezistenței specifice (rezistivitate) se numește *conductibilitate* sau *conductivitate*.

Exemple de calcul :

A. Care este intensitatea curentului ce trece printr-o rezistență de 4Ω , legată la o pilă ce produce o forță electromotrice de 10 V și are o rezistență interioară de 1Ω ?

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10}{4+1} = 2 \text{ A.}$$

B. Care este intensitatea curentului debitat de aceeași baterie dacă la bornele sale se leagă două rezistențe conectate în paralel, având, respectiv 45 și 90Ω ?

$$\frac{1}{R_r} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{45} + \frac{1}{90} = \frac{3}{90};$$

$$R_r = 30 \Omega;$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10}{30+1} = 0,322 \text{ A} = 322 \text{ mA.}$$

În practică, în majoritatea cazurilor, nu se ține seama de rezistență sursei de curent, aceasta fiind, de obicei, neglijabilă în raport cu rezistența pe care debitează.

V. JOUL-ul unitatea de lucru mecanic.

Joul reprezintă, după cum am amintit anterior, cantitatea de lucru mecanic produs de 1 coulomb cind căboară de la o diferență de potențial egală cu 1 volt.

Exprimat astfel, 1 joul = 0,102 kilogram-forță-metri.

VI. WAT-ul unitatea de putere electrică.

$$1 \text{ Wat} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ secundă}}.$$

Se notează presecurtat cu W , iar puterea cu P .

Legea lui Joule arată că „la trecerea unui curent electric printr-un conductor se consumă (este „disipată”), transformîndu-se în căldură, o cantitate de putere egală cu produsul dintre pătratul intensității curentului și rezistența conductorului”.

Ea se exprimă matematic prin bipecunoșteala formulă :

$$P \text{ (wati)} = I^2 \text{ (amperi)} \times R \text{ (ohmi).}$$

Căldura produsă prin trecerea curentului se risipește în spațiul în conjurător și, în general, cu cît rezistența este mai mică (din punct de vedere geometric), cu atât scurgerea căldurii se face mai ușoară, căile de scurgere fiind corespunzător mai mici. În asemenea cazuri rezistențele slab dimensionate înealăzindu-se peste măsură se pot deteriora.

Rezultă, deci, că rezistențele electrice sunt caracterizate nu numai prin valoarea lor, exprimată în ohmi, ci și prin curentul maxim pe care-l poate suporta fără a se distruge. Acest curent maximum (sau *sarcină maximală*) se exprimă de obicei în wați.

Limitele acestor parametri variază de la eaz la eaz, depinzând de materialul rezistenței, natura și forma suportului acesteia etc.

Exemplu de calcul :

Ce curent poate suporta o rezistență de $100\ \Omega$ și de $4\ W$?

$$P = I^2 \cdot R \text{ sau } I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{4}{100}} = \sqrt{0,04} = 0,2\ A = 200\ mA.$$

VII. FARAD-UL=unitatea de capacitate electrică.

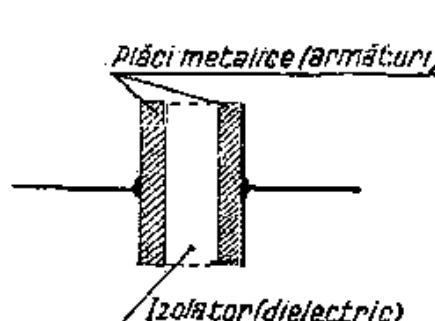
Pentru a nu începe cu sfîrșitul, înainte de a lămurî noțiunea de capacitate electrică, vom spune cîteva cuvinte despre condensator, dispozitiv al cărui strămoș ilustru este faimoasa *butele de Leyda*, întîlnită în toate manualele de fizică, la capitolul electricitate.

În principiu, un condensator constă din două plăci bune conducătoare de electricitate, așezate față în față și separate printr-un corp izolator (dielectric), ca în figura 9.

Condensatorul poate fi considerat ca un rezervor de electroni, a cărui mărime este precizată prin capacitatea sa, exprimată în *farazi*.

Pentru a defini această unitate de măsură, vom recurge iarăși la o analogie mecanică.

Drept element de comparație ne va servi un rezervor de gaz, a cărui capacitate se indică prin raportul dintre cantitatea de gaz pe care o înmagazinează și presiunea la care se află acest gaz. În acest fel, un rezervor de $1\ m^3$ poate să conțină :



1 kg de aer la presiunea de 1 atmosferă ;
2 kg de aer la presiunea de 2 atmosfere ;
3 kg de aer la presiunea de 3 atmosfere.

iar un rezervor de $2\ m^3$ poate să cuprindă :

1 kg de aer la presiunea de 0,5 atmosfere ;
2 kg de aer la presiunea de 1 atmosferă ;
3 kg de aer la presiunea de 1,5 atmosfere.

De unde rezultă :

$$\text{Capacitatea} = \frac{\text{cantitatea de aer}}{\text{presiune}}.$$

În primul exemplu de mai sus găsim întotdeauna raportul 1 între cantitatea de aer și presiune, iar în cel de al doilea exemplu, raportul 2.

Tot astfel se exprimă și capacitatea electrică :

$$\text{Capacitatea} = \frac{\text{cantitatea de electricitate}}{\text{diferența de potențial (tensiunea) sub care se află}} \\ \text{sau } 1 \text{ FARAD} = \frac{1 \text{ COULOMB}}{1 \text{ VOLT}}.$$

FARAD-ul este capacitatea care înmagazinează o cantitate de electricitate egală cu 1 coulomb, la o diferență de potențial (tensiune) de 1 volt.

Întrucât faradul, care se notează cu litera F, are o valoare foarte mare în practică se utilizează mai mult submultiplii săi :

$$\text{MICROFARAD-UL } (\mu\text{F}) = \frac{1}{1\ 000\ 000} \text{ F};$$

$$\text{NANOFARAD-UL} = \frac{1}{1\ 000} \mu\text{F} = 1 \text{ MILIMICROFARAD (m}\mu\text{F});$$

$$\text{PICOFARAD-UL } (\text{pF}) = \frac{1}{1\ 000\ 000} \mu\text{F} = 1 \text{ MICROMICROFARAD};$$

(μF) care, echivalat în centimetri, reprezintă: 1 pF = 0,9 cm.

Schimbând dielectricul unui condensator, capacitatea acestuia se schimbă și ea. Astfel, dacă în condensator cu dielectric solid are o capacitate de trei ori mai mare decit unul identic — geometric — însă izolat cu aer, spunem că dielectricul respectiv are o constantă dielectrică egală cu 3.

Dacă folosim alți dielectriți, capacitatea ar crește de 4 ori, 5 ori etc., constantele dielectrice ar fi — respectiv — 4,5 etc.

În realitate, constanta dielectrică exactă a aerului este 1,0006, constanta 1 fiind proprie numai vidului.

Capacitatea unui condensator este cu atît mai mare, cu cît cele două plăci (denumite *armături*) care-l alcătuiesc au o suprafață mai mare și cu cît acestea sunt mai apropiate.

În tabelul I se dau constantele dielectrice ale materialelor izolante utilizate mai des în radiotehnica :

Tabelul 1

Denumirea materialului	Constanta dielectrică (ϵ)
Hartie bachelizată	5,5
Bachelită presată	5,5
Cuarț topit	4,2
Micalex	6...8
Marmură albă	7...9
Mică pură	7...7,3
Steatit	6,1
Sticlă pirex	4,5
Sticlă obișnuită de geam	6,2
Polistiren (vrlitul)	2,4...2,9
Celuloid	4...7
Plexiglas	2,8
Fibră	2,5...4
Ebonită	2...3
Porțelan	6,2...7,5

Capacitatea unui condensator ca acela din figura 11 se calculează cu formula :

$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

în care :

C =capacitatea, în F;

S =suprafață, în m^2 ;

d =distanța între armături, în m;

ϵ =constantă dielectrică a izolantului (litera grecească „epsilon“).

Legarea condensatoarelor. În montajele pe care le vom descrie mai departe, vom întâlni frecvent grupuri de condensatoare legate, din nevoie și de ordin tehnic, în serie, în paralel sau derivativ și mixt.

Evaluarea capacitațiilor totale rezultante ale acestora este o problemă care se pună foarte des oricărui radioamatator constructor. Calculul exact al valorilor se face utilizând relațiile următoare :

Pentru condensatoarele legate în serie (fig. 10) formula generală este :

$$\frac{1}{C_{rez}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

care, pentru cazul a două condensatoare grupate în serie, devine :

$$C_{rez} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}.$$

Exemplu de calcul : care este capacitatea rezultantă a două condensatoare, $C_1 = 50 \text{ pF}$ și $C_2 = 200 \text{ pF}$, legate în serie ?

$$C_{rez} = \frac{50 \times 200}{50 + 200} = \frac{10\,000}{250} = 40 \text{ pF.}$$

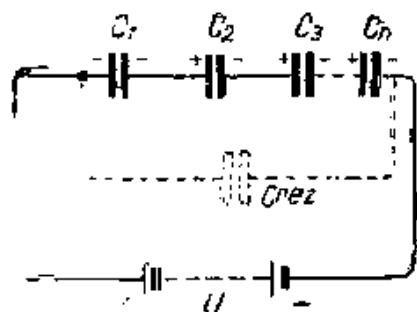


Fig. 10.

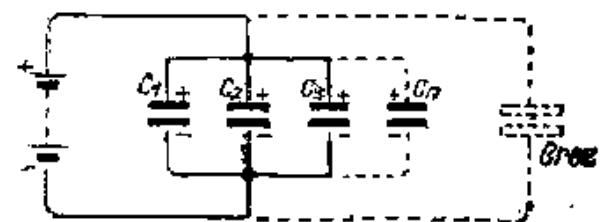


Fig. 11.

Să observă că la legarea condensatoarelor în serie, capacitatea rezultantă va fi întotdeauna mai mică decât cea mai mică dintre capacitațile separate.

Care sunt condensatoarele legate în paralel (fig. 11) :

$$C_{rez} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Exemplu de calcul : Care este capacitatea rezultantă a două condensatoare, $C_1 = 50 \text{ pF}$ și $C_2 = 200 \text{ pF}$, legate în paralel ?

$$C_{rez} = 50 + 200 = 250 \text{ pF.}$$

rezultă de aici că valoarea capacitații rezultante a condensatoarelor legate în paralel este egală cu suma capacitaților acestora.

II. Rezistențele

În practică, rezistențele se realizează din punct de vedere constructiv, în două forme : fixe și variabile.

Rezistențele fixe, după cum arată și denumirea, sunt acelea care au valoare fixă, precis determinată și invariabilă în timp. Ele pot fi de două feluri : chimice și bobinate (din sârmă de înaltă rezistivitate).

Rezistențele chimice se prezintă sub forma unor mici cilindri confecționați dintr-un amestec de grafit sau cărbune și un liant ceramic oarecare și prevăzuți la capete cu sîrniuliște sau lamele de contact, cu ajutorul cărora se leagă cu alte piese din montaj.

Alte modele de rezistențe chimice constau din niște tubușoare de material ceramic, peste care s-a depus — pe toată suprafața sau după o spirală — un strat subțire de grafit. În prezent aceste piese se fabrică după o metodă mai nouă, care constă în metalizarea suportului ceramic cu un strat de grosimea căruia depinde valoarea rezistenței. Rezistențele produse după acest procedeu sunt de calitate superioară, fiind mult mai constante în raport cu temperatura de lucru și mediul ambient.

Cîteva modele de rezistențe chimice uzuale sunt arătate în figura 12. *Rezistențele bobinate* sunt confectionate din sirmă cu rezistență electrică mare (nickelină, constantan etc.), însăsurată pe un suport cilindric izolant (ceramică, sticlă etc.) și fixată la capete prin cîte un colier sau căpăcel (fig. 13). Uneori, rezistențele bobinate sunt acoperite cu un strat de sticlă sau un lac termorezistent.

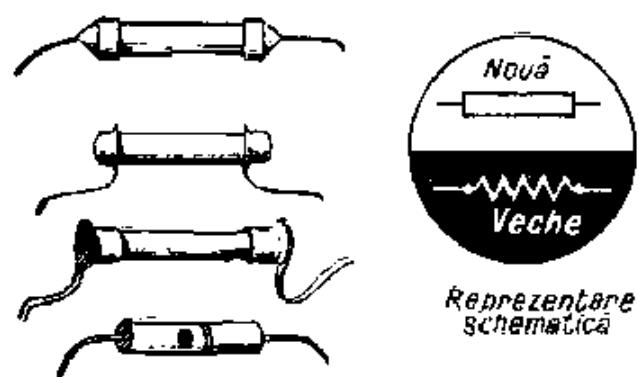


Fig. 12.

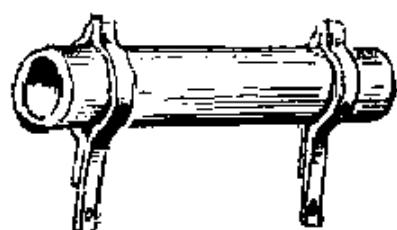


Fig. 13.

La unele rezistențe bobinate, care sunt utilizate ca divizoare de tensiune, se montează, după nevoie, unul sau mai multe cursoare, care sunt niște brățări (coliere) a căror poziție poate fi reglată după necesitate (fig. 14).

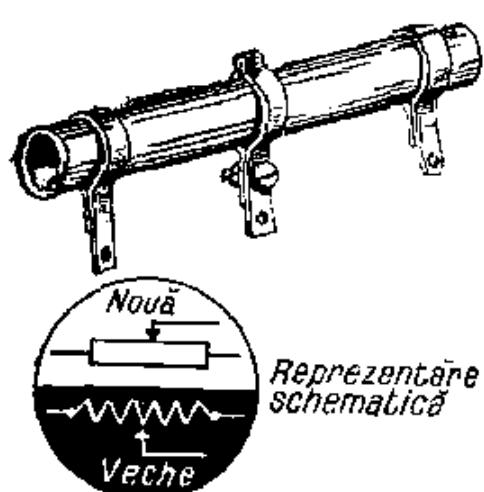


Fig. 14.

Rezistențele variabile, care se utilizează acolo unde valoarea tensiunilor trebuie schimbată de la un moment la altul, se întâlnesc în practică sub formă de *reostate* și *potențiometre*.

Un reostat este o rezistență variabilă constituită dintr-un fir de nichelină sau alt material cu rezisitivitate ridicată, bobinat pe o bareta din material izolant termorezistent, îndoită în formă de tor (cerc) întrerupt. Pe această bareta se plimbă un cursor, comandat de un ax cu buton (fig. 15 a). Întregul dispozitiv este montat pe un suport izolant.

Valoarea rezistenței unui reostat depinde de grosimea și natura firului metalic bobinat.

Valorile cele mai obișnuite pentru reostatele zise „de încălzire“, care se mai găsesc uneori prin inventarele radioamatorilor mai vîrstnici, sunt cuprinse între 10 și 30 Ω .

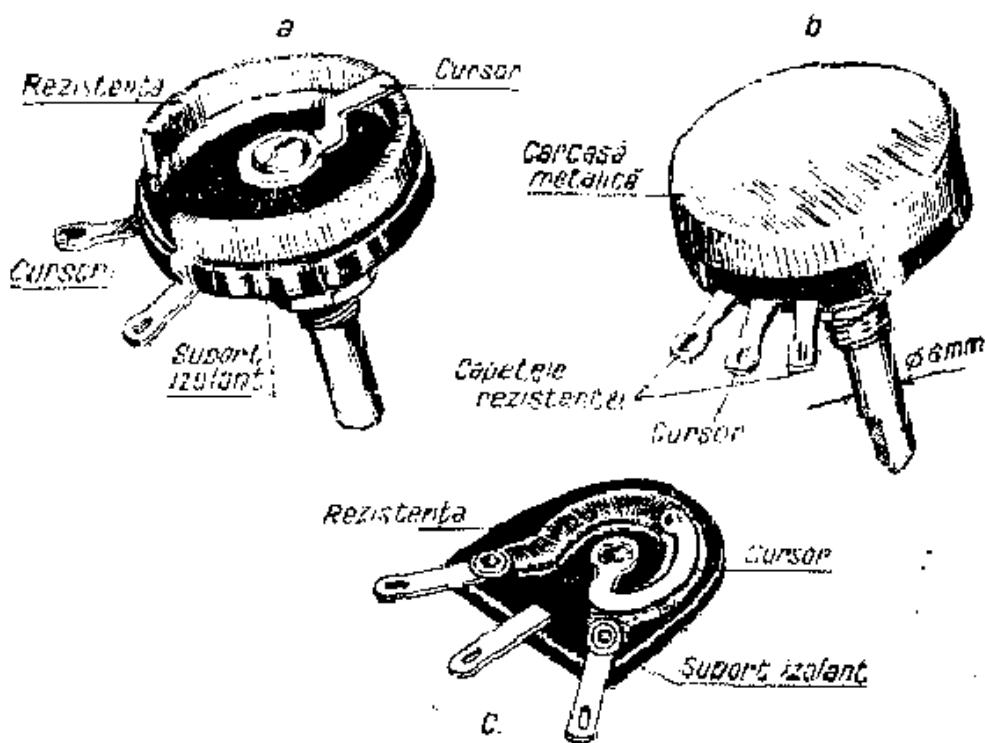


Fig. 15.

Potențiometrele (fig. 15 b) sunt, practic, tot un fel de reostate, însă, spre deosebire de acestea, sunt prevăzute cu trei borne (două pentru capetele rezistenței și una pentru cursor). În acest fel ele pot fi utilizate ca *divizoare de tensiune* (montate potențiometric).

În majoritatea cazurilor, potențiometrele, care au valori mult mai mari decât reostatele (de la cîțiva $k\Omega$ la cîțiva $M\Omega$), sunt chimice, fiind alcătuite dintr-un strat de argint coloidal dispus circular, pe care se plimbă un cursor. Întregul ansamblu este fixat pe un suport cilindric izolat și acoperit cu un capac metallic, de aceeași formă.

Pentru valorile mici, potențiometrul se execuță uneori bobinat.

Toate axele potențiometrelor de mărime obișnuită au diametrul standardizat de 6 mm.

Funcție de destinația care urmează a li se da, potențiometrele chimice se fabrică în două variante: cu variație a rezistenței „lineară“ și cu variație „logaritmică“

Mai trebuie menționat, de asemenea, că în momentul de față se fabrică, pe scară din ce în ce mai mare, rezistențe și potențiometre miniaturizate și subminiaturizate, care își găsesc o largă întrebunțare în radioreceptoarele echipate cu tranzistoare, precum și în numeroase alte dispozitive electronice, care necesită spațiu redus. Un exemplu de potențiometru „miniatură” este arătat în figura 15 c.

Notarea rezistențelor. În schemele radio, rezistențele se notează prin litera R urmată de un indice: R_4 , R_7 , R_{11} etc. După această notație putem să le identificăm valorile din lista de materiale necesare pentru montaj, în cazul în care valoarea nu este specificată chiar în schemă.

Pentru simplificare, rezistențele se notează, de cele mai multe ori prescurtat. Astfel, rezistențele în valoare de 1 Ω pînă la 999 Ω se notează printr-un număr care exprimă valoarea lor în ohmi, fără a mai trece unitatea de măsură (exemplu: $R_3=800$).

Pentru valori cuprinse între 1 000 și 99 000 Ω , rezistențele se notează printr-o cifră care arată numărul miliarilor de ohmi, urmată de litera k sau T. De exemplu: $R_2=50$ k sau $R_2=50$ T înseamnă că valoarea rezistenței este de 50 000 Ω sau 50 k Ω .

Rezistențele mai mari se exprimă în megohmi (M Ω), fără a mai scrie unitatea de măsură, iar dacă valoarea este egală cu un număr întreg de M Ω , după cifră se pune o virgulă și un zero: $R_5=0,5$, $R_9=2,0$.

Cînd valoarea rezistenței este de fracțiuni de ohmi sau un număr cu zecimale, după valoarea numerică se arată și unitatea de măsură: $R_5=0,20$ Ω , $R_{10}=2,5$ Ω .

Marcarea rezistențelor. În ceea ce privește marcarea rezistențelor produse industrial, ea se face în două feluri: prin trecerea (integrală sau prescurtată) a valorii, în cifre, sau prin utilizarea codului convențional al culorilor (sistem utilizat deseori în U.R.S.S., S.U.A. și în alte state din Europa apuseană).

Marcarea se referă la numărul de ohmi, la puterea — în wati — pe care o poate disipa (consumă) rezistența și uneori, la clasa de precizie. De exemplu: 50 k Ω /0,5 W, 1 M Ω /0,20 W/ $\pm 10\%$, etc.

Codul convențional al culorilor indică valoarea rezistenței și clasa de precizie, utilizînd cîte o anumită culoare pentru fiecare din cele lîu cifre cuprinse între 0 și 9, conform tabelului II.

Memorarea acestui cod nu este dificilă, deoarece culorile de la roșu pînă la violet sunt așezate în succesiunea normală a spectrului solar (cercubului).

Marcarea rezistențelor cu culori se face în două variante. La varianta întii corpul piesei (fig. 16 a) este vopsit în culoarea I a primei

Tabelul II

Culoare	Cifra care corespunde valoii depusă pe corpul rezistenței	
	Pentru punctele 1 și 2	Pentru punctul 3
Neagră	0	—
Cafenie (maro)	1	0
Roșie	2	00
Portocalie	3	000
Galbenă	4	0000
Verde	5	00000
Albastră	6	000000
Violetă	7	—
Genușie (gris)	8	—
Albă	9	—

cifre, unul din capete în culoarea II a celei de a doua cifre, iar mijlocul, printr-o pată (punct) sau inel, în culoarea III a numărului de zerouri, care trebuie să se adauge la primele două cifre pentru a se obține valoarea rezistenței în ohmi.

În plus se mai vopsește cu o culoare argintie sau aurie și celălalt capăt al rezistenței, sau se mai aplică încă un punct, pentru a se arăta clasa de precizie. Astfel, culoarea argintie înseamnă o abatere maximă posibilă de $\pm 10\%$, iar culoarea aurie de $\pm 5\%$. Dacă acestea lipsesc, înseamnă că abaterea poate merge pînă la $\pm 20\%$ din valoarea marcată.

De asemenea, dacă punctul sau inelul de la mijlocul rezistenței nu există, trebuie să se considere că ele au culoarea corpului rezistenței.

Exemplu: fie o rezistență al cărui corp este vopsit cafeniu, un capăt în verde, mijlocul în galben, iar celălalt capăt în argintiu. Conform codului culorilor valoarea acestei rezistențe va fi: 150 000 Ω sau 150 k Ω , cu o abatere de $\pm 10\%$ (135 000 ... 165 000 Ω).

În a doua variantă culorile se depun sub formă unor inele pe corpul rezistenței, începînd de la unul din capetele ei (figura 16 b). Culoarea primului inel, considerată de la un capăt, corespunde primei cifre, a următorului — celei de a doua cifre, și a celui de al treilea inel — numărului de zerouri după aceste două cifre. Al patrulea inel (colorat în

argintiu sau auriu) determină clasa de precizie a rezistenței. Dacă aceasta nu există, rezistența are o toleranță de $\pm 20\%$.

În figura 17 se dă notațiile cele mai obișnuite ale rezistențelor în scheme, funcție de putere.

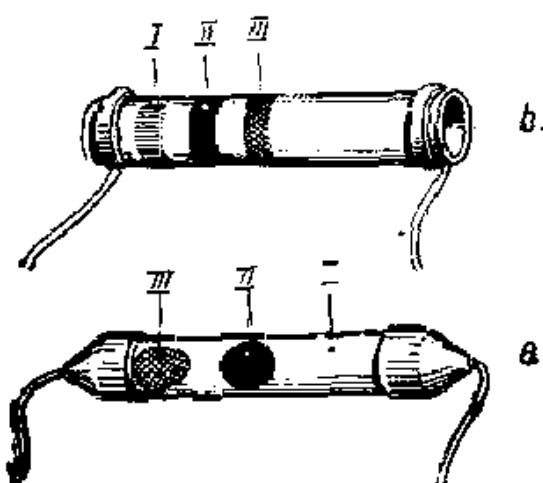


Fig. 16.

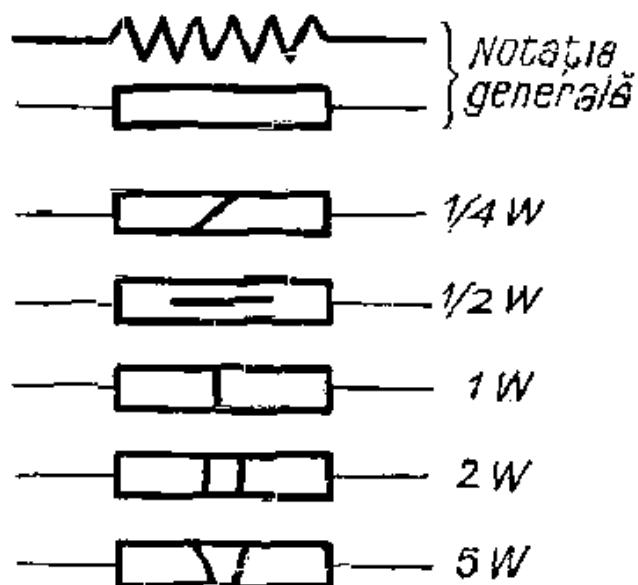


Fig. 17.

4. Condensatoarele

Condensatoarele ce se utilizează în circuitele de radio sunt de două feluri: condensatoare fixe și condensatoare variabile.

Condensatoare fixe, după cum le arată și denumirea, sunt acelea care au o capacitate precis determinată și relativ invariabilă în timp.

Cel mai simplu tip de condensator fix este condensatorul plan, construit din una sau mai multe perechi de armături metalice, între care se intercalează hirtie parafinată sau niciă (fig. 18 a).

Cum condensatoarele trebuie să aibă o capacitate mare la un volum redus, ele se execută prin rularea (plană sau tubulară) a armăturilor și a dielectricului, așa cum arată figura 18 b.

Armăturile se confectionează din fiișii foarte lungi din foiță de staniol — 14% plumb — sau din aluminiu ori cupru. Acestea mai sunt denumite și condensatoare *inductive*, spre deosebire de altele, mai bune, denumite *neinductive*, care au armăturile mai lăte decât dielectricul și puțin decalate lateral, astfel încât marginile uneia să apară la un capăt al condensatorului, iar ale celeilalte, la celălalt. Această dispoziție per-

mite sudarea capetelor (sîrmulișelor) de conexiune pe toată marginea armăturilor, evitînd astfel efectul inductiv (armăturile fiind rulate se comportă ca niște spire veritabile) și reducînd la minimum rezistența lor electrică, deci și pierderile. Astfel de condensatoare se utilizează în toate circuitele în care apar curenți de radiofrecvență.

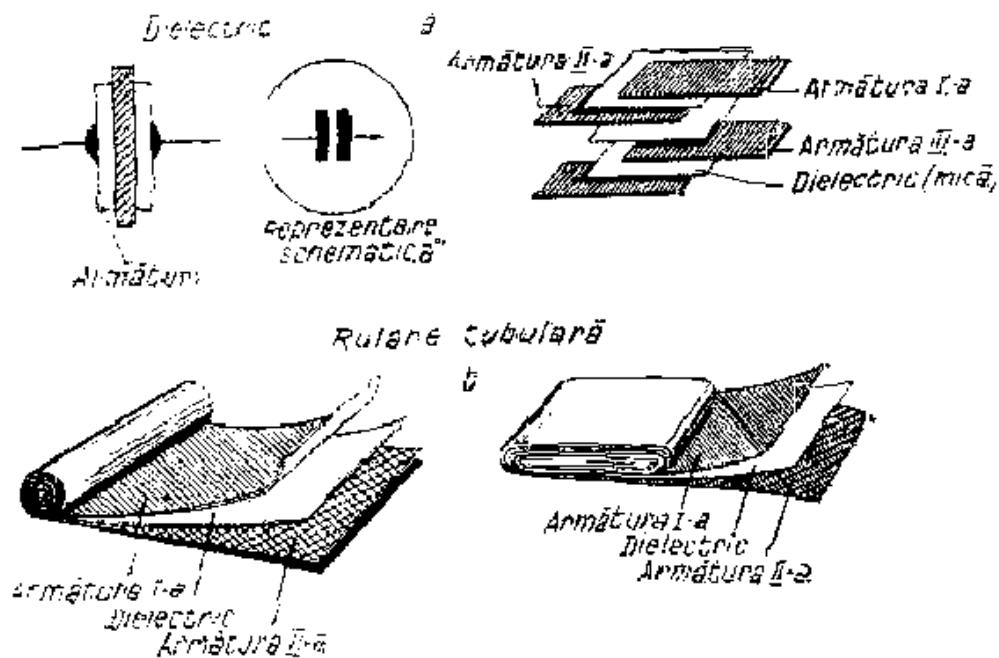


Fig. 18.

Realizate industrial, condensatoarele fixe cu dielectric de mică (plane, suprapuse) sau hîrtie (plane ori tubulare, inductive sau neinductive) se prezintă ca în figura 19 a.

În afară de acest tip, mai există și alte condensatoare de calitate superioară, cum sunt cele constituite dintr-o soiță de mică sau din material ceramic special, pe care s-a depus un strat de argint (fig. 19 b). Acestea au o precizie și o stabilitate mult mai mari decît cele cu mică sau hîrtie.

De asemenea, mai trebuie să menționăm condensatoarele ceramice tubulare „de compensare”, al căror dielectric își schimbă constantă funcție de temperatură.

Utilizînd grupuri de asemenea condensatoare (unele cu variație de capacitate în plus și altele în minus), se obțin condensatoare (fig. 19 c) care nu-și schimbă capacitatea o dată cu variația temperaturii.

Tot din familia condensatoarelor fixe fac parte și *condensatoarele electrolitice* care, avînd o capacitate foarte mare la un volum redus, sunt mult utilizate în filtrele alimentatoarelor anodice (mai ales la aparatelor alimentate de la rețea).

După construcția lor, condensatoarele electrolitice se împart în: uscate, semiuscate și umede.

Condensatoarele uscate, care sunt cele mai întrebuițate, sunt constituite dintr-o foile de aluminiu subțire, pe suprafața căreia s-a depus prin electroliză, un strat de oxid de aluminiu (Al_2O_3), gros de cca 0,00015

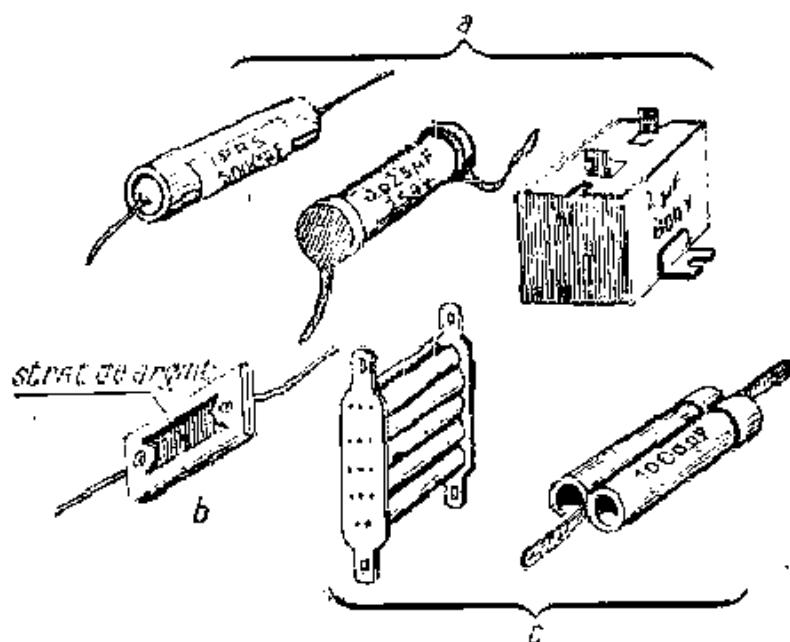


Fig. 19.

mm, care are proprietăți dielectrice. Această foile constituie electrodul pozitiv (anodul) care, în funcție de execuția condensatorului, este legat la un fir cu izolament roșu sau la o cosă (bornă) marcată cu semnul (+). Peste foile se aplică o hârtie sugativă îmbibată cu electrolitul respectiv (soluție de borax și fosfat de amoniu).

Deasupra primei foile se aplică o a doua foile metalică care, împreună cu electrolitul din sugativă, constituie electrodul negativ (cătodul), conectat la firul cu izolament negru (-). Întregul ansamblu se înfășoară în formă de sul și se introduce într-un tub de perlax, bachelită sau aluminiu.

Datorită stratului dielectric de oxid extrem de subțire, capacitatea condensatoarelor electrolitice poate fi foarte mare, de la cîțiva microfarazi pînă la sute de microfarazi.

În figura 20 sunt arătate cîteva tipuri de condensatoare electrolitice mai des întrebuițate. La condensatoarele care nu au bornele sau firele notate cu (+) și (-), minusul se conectează chiar la carcasele lor metalice, prin intermediul unei piulițe, care se înșurubează pe gîlful filetat de la bază.

Condensatoarele electrolitice au însă și un dezavantaj: sunt polarizate și de aceea nu pot fi utilizate decât în curenț continuu. Nerespectarea polarității duce întotdeauna la distrugerea (strângerea ori clăcarea) condensatorului.

Condensatoarele variabile folosite în aparatura electronică constau din două grupe de armături din aluminiu, cupru sau alamă, dintre care una fixă, denumită *stator*, și alta mobilă, denumită *rotor*, care se pot intercala unele cu allele fără să se atingă. Armăturile sunt separate între ele printr-un dielectric cărecare (aer, micaș, trolitul, perlinax), iar axul rotorului și rotorul, care fac corp comun cu baliul condensatorului, sunt izolate de stator printr-un material dielectric solid.

Cind plăcile rotorului sunt complet introduse în stator, capacitatea condensatorului este maximă, iar cind se scoate complet capacitatea este minimă. Capacitatea minimă a unui condensator variabil se mai numește și *capacitatea residuală*. La condensatoarele utilizate pentru acordul radioreceptoarelor moderne, ea este de ordinul a 15 pF.

Industria radiotehnică produce astăzi condensatoare variabile având capacitați cuprinse, în general, între 10 și 500 pF, care se utilizează în circuitele de acord ale receptoarelor de unde scurte, medii și lungi.

Freevent, se folosesc două tipuri de condensatoare variabile: *cu aer* (fig. 21 a, b, c) și *cu dielectric solid* (fig. 21 d). Condensatoarele din prima categorie sună de calitate superioară și se utilizează în exclusivitate în circuitele de acord ale radioreceptoarelor.

Un bon condensator variabil cu aer trebuie să satisfacă o serie de cerințe absolut necesare realizării unor circuite acordate de calitate.

Acste cerințe pot fi rezumate astfel:

A. Să aibă o construcție mecanică și electrică de precizie și robustă tradusă prin: profilarea judicioasă a plăcilor, lipsa jocurilor laterale ale axului și asigurarea unui contact electric permanent al rotorului cu borna (bornă), la care este conectat.

B. Să fie bine izolat electric, adică să aibă un dielectric de calitate între rotor și stator (în ordinea calității: calit, trolit, micaș, calan-

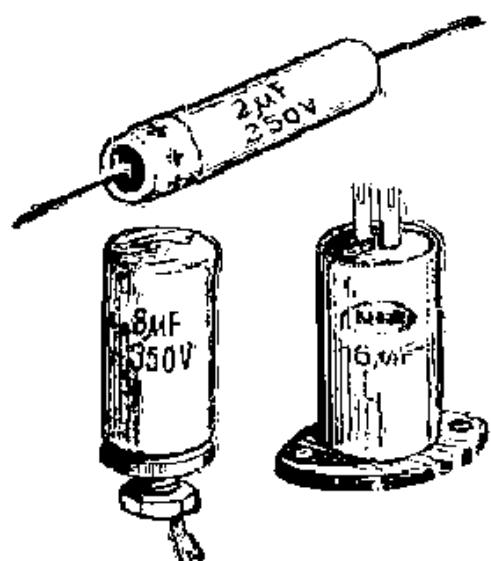


Fig. 20.

ultra calan, cuart, frecventit, ebonită, bachelită), iar volumul acestuia să fie redus la minimum, pentru a micșora pierderile în dielectric.

Profilul plăcilor rotorului este, de asemenea, foarte important. Primele condensatoare variabile construite cu plăci semicirculare și axul dispus la centru (fig. 22 a) s-au dovedit a fi necorespunzătoare, întrucât capacitatea variind proporțional cu unghiul de rotație, stațiile receptorii se îngrämadău la primele gradații ale buioanelor sau scalelor ce le acționau. În prezent în aparatelor moderne se utilizează așa-zisele

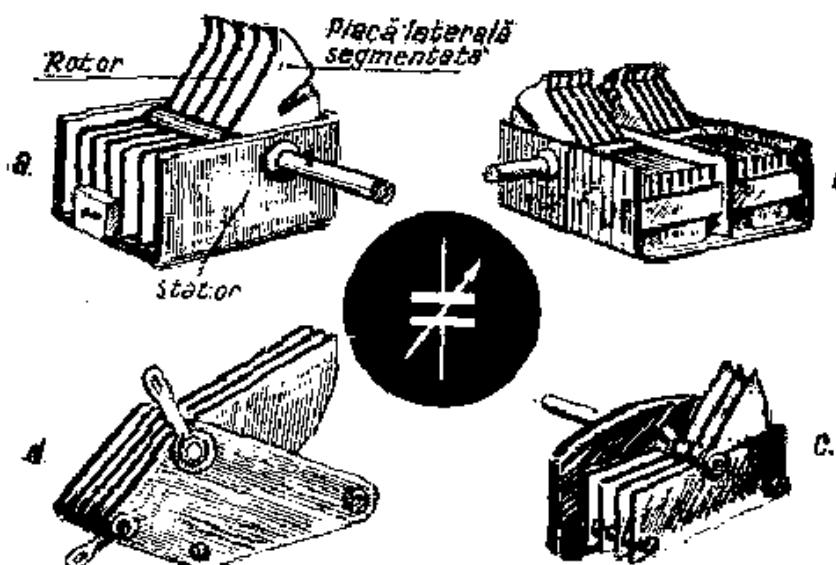


Fig. 21.

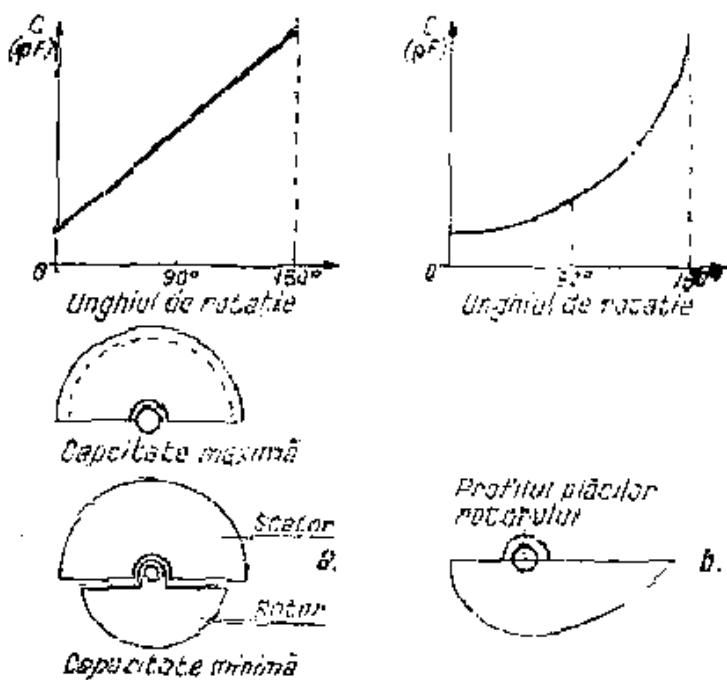


Fig. 22.

condensatoare logaritmice, la care logaritmul capacității și al lungimii de undă variază proporțional cu unghiul descris de rotor (fig. 22 b).

După cum am amintit, axul condensatoarelor variabile se comandă prin butoane gradate, cadrane demultiplificate sau scale cu posturi și frecvențe scrise.

În aparatelor care necesită mai multe condensatoare variabile, pentru acordul simultan al unor circuite (spre a se ușura manevrarea), ele sunt montate pe același ax (standardizat la 6 mm diametru). Există astfel *aggregate* sau *blocuri* de 2×500 pF, 3×500 pF etc., iar uneori sunt călate împreună și condensatoare cu valori diferite.

Pentru a se obține un acord perfect cu posturile trecute pe scalele de acord, unele condensatoare variabile au plăcile laterale ale rotorului segmentate radial. Acordul se obține prin îndoirea segmentelor respective înspre interiorul sau exteriorul condensatorului.

De asemenea, pentru compensarea diferențelor circuitelor acordate (mai ales la radioreceptoarele tip superheterodină) și pentru anihilarea efectului capacităților parazitare datorate diferențelor conexiuni, la unele tipuri de condensatoare variabile se montează, în paralel, cîte un *condensator ajustabil* minuscul, denumit și *trimer* (reglabil cu șurubelnită sau cu o cheie hexagonală).

În afară de trimeri care fac corp comun cu condensatoarele, se mai fabrică și trimeri separați, avînd valori cuprinse între 5 și 100 pF. Cîteva modele de trimeri pot fi văzute în figura 23.

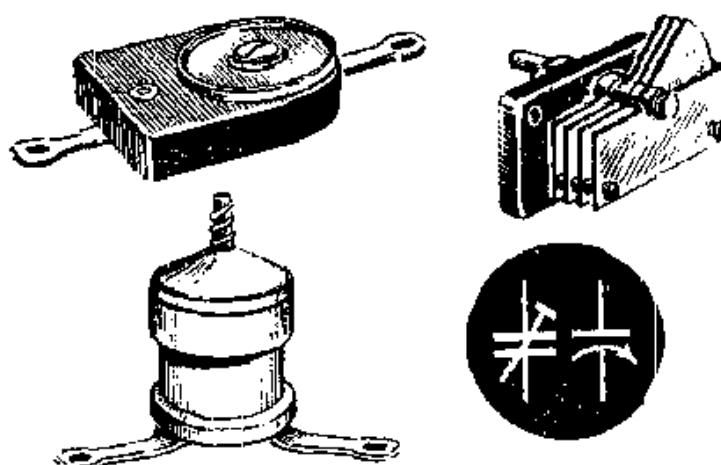


Fig. 23.

În aparatelor cu amplificare directă, pe care le vom prezenta mai departe, se utilizează, pentru dozarea reacției, condensatoare variabile între 250 și 500 pF, de tipul cu mîcă (fig. 21 d). Acestea sunt condensatoare cu dielectric solid (în loc de aer) care, în afară de mîcă, poate fi

pertinax (un fel de hîrtie bachelizată), trolitul, stiroflex sau alt material izolant. Ele se intrebunțează în foate cazurile în care pierderile de energie de radiofrecvență nu contează, precum și în aparaturi radio miniaturizată.

Notarea condensatoarelor. În scheme, condensatoarele se reprezintă simbolice ca în figura 18 a, iar valorile se scriu de cele mai multe ori preșcurtat, fără a se mai indica unitatea de măsură. Astfel, capacitatea cuprinse între 1 și 9 999 pF se notează printr-un număr întreg, care se înscrie lîngă litera C și exprimă valoarea în pF. De exemplu: C 175 înseamnă $C_1 = 175 \text{ pF}$.

Condensatoarele cu o capacitate mai mare de 10 000 pF (0,01 μF) se exprimă în fracțiuni de microfarad sau în microfarazi. Cînd capacitatea este un număr întreg de microfarazi, notația se face tot sub formă zecimală (numărul de $\mu\text{ F}$, virgula, apoi cifra zero), pentru a nu se confunda cu valorile exprimate în picofarazi. Exemplu: C_2 0,5 și C_3 8,0 înseamnă $C_2 = 0,5 \mu\text{F}$ și $C_3 = 8 \mu\text{F}$.

În alte notații (în general în schemele străine mai vechi), pentru valorile cuprinse între 1 000 și 99 000 pF, capacitatea se exprimă printr-o cifră, care arată numărul milor de pF, însotită de litera k (în schemele de proveniență sovietică sau germană, T). De exemplu 5 k sau 5 T înseamnă 5 000 pF.

La capacitățile egale cu fracțiuni de picofarad sau cu un număr întreg și fracțiuni de picofarad, pentru a se evita confuziile cu valorile exprimate în microfarazi, după cifra care arată capacitatea se trage și unitatea de măsură (exemplu: C_4 2,5 pF).

La condensatoarele variabile sau ajustabile se indică (în scheme și liste de materiale) valoarea maximă a capacității sau limitele întreruță variază. De exemplu: C_5 50 sau C_6 17 - 500. Cînd condensatoarele sunt mai multe pe același ax, se notează astfel: $C_1C_2 - 2 \times 500$ sau $C_1C_2C_3 - 2 \times 250$ etc.

Marcarea condensatoarelor. Toate condensatoarele fixe produse îndiferent sunt marcate după un cod anumit, care diferă de la o fabrică la alta sau de la un standard la altul. Majoritatea fabricilor europene utilizează codul cifric, spre deosebire de unele fabrici sovietice sau americane, care utilizează și codul culorilor.

În general, însă, orice condensator trebuie să aibă înscrise două valori care îl caracterizează, și anume: valoarea capacității și tensiunea de lucru. Valoarea capacității se exprimă în pF sau μF , iar tensiunea de lucru, în volți. De exemplu: 5000 pF/250 V sau 5 000 pF \times 250 V.

Uneori se mai indică și tensiunea de încercare care, de regulă, este cămăt de trei ori mai mare decât tensiunea de lucru. În alte cazuri fabrica-

mai specifică dacă tensiunea de lucru este dată pentru curent continuu sau alternativ (condensatoarele „suportă” mai greu curentul alternativ).

Ori de câte ori se montează un condensator într-un circuit, trebuie să se aibă în vedere că tensiunea la care este obligat să funcționeze să nu depășească tensiunea sa nominală de lucru. În caz contrarui dielectricul se străpunge și condensatorul se clachează, distrugerea sa atrăgând de cele mai multe ori, pe lîngă scoaterea din uz a aparatului, și deteriorarea altor piese din circuit (rezistențe, tuburi etc.).

Pentru marcarea condensatoarelor fixe se mai folosește, după cum am arătat mai înainte, un cod de culori. El este similar cu codul pentru marcarea rezistențelor, cu mici modificări, care rezultă din tabelul III.

Tabelul III

Culoarea	Notările de pe corpul condensatorului				
	Punctele 1 și 2	Punctul 3	Liniuță sau punctul 4	Punctul 5	Punctul 6
Primele cifre ale valorii în pF	Nr. de zerouri sau factorul de înmulțire	Clasa de precizie (toleranță), în %	Tensiunea de lucru, în V	Grajdul condensatorului, funcție de coeficientul de temperatură și stabilitate	
Negru	0	—	—	250	A
Alb	1	0	—	500	B
Rosu	2	00	0 ($\pm 2\%$)	1 000	C
Portocaliu	3	000	—	2 000	—
Galben	4	0000	—	—	—
Verde	5	00000	—	—	—
Albastru	6	000000	—	—	—
Vișină	7	—	—	—	—
Maro	8	$\times 0,01$	—	—	—
Verde	9	0,01 \times	—	—	—
—	—	I ($\pm 5\%$)	—	—	—
—	—	II ($\pm 10\%$)	—	—	—
—	—	III ($\pm 20\%$)	—	—	—
— culoare	—	—	—	—	—

Culoarea se depune pe corpul condensatorului, sub formă unor puncte rotunde, așa cum se arată în figura 24 a și b. Ordinea citirii marcarilor determină cu ajutorul unor săgeți trasate pe corpul condensatorului, următoarele puncte.

Culoarea primului punct corespunde primei cifre a valorii condensatorului, exprimată în pF. Culoarea punctului din mijloc corespunde factorului de înmulțire, iar culoarea celui de al treilea punct — numărului de zero.

rouri care se află după aceste două cifre sau factorului de înmulțire. Culoarea marginii laterale (dacă condensatorul are marcarea arătată în figura 24 a) sau a punctului al patrulea (dacă condensatorul are marcarea arătată în figura 24 b), corespunde clasei de precizie a condensatorului. Culoarea punctului al cincilea reprezintă tensiunea de lucru a condensatorului. Culoarea punctului al săselea corespunde grupei din

care face parte condensatorul, funcție de valoarea coeficientului de variație a capacității cu temperatură (notat în U.R.S.S., TKE) și stabilitatea de temperatură a capacitații.

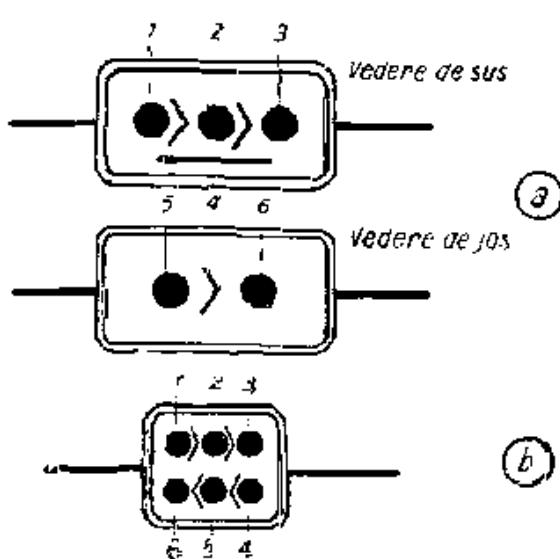


Fig. 24.

FENOMENELE MAGNETICE ȘI ELECTROMAGNETISMUL

1. Magnetii permanenți. Cimpul magnetic

Fenomenele magnetice sunt cunoscute încă din antichitate. „Piatra de Magnesia” — pe latinește *magnes lapis* — un minereu de fier ce provine din minele din vecinătatea localității cu același nume, situată în Asia Mică, a constituit probabil pentru om primul prilej de a cunoaști cu fenomenele despre care vom vorbi mai departe.

Însușirea uimitoare a *magnetitei* — cum i se spune în termeni tehnici minereului respectiv — de a atrage bucătele de fier sau oțel a dus la altă descoperire: transmiterea magnetismului de la minereu (magnet natural) la oțel (magnet permanent).

Magnetii naturali au un magnetism slab; de aceea în practică se folosesc în exclusivitate magnetii artificiali (fabricați).

Un magnet artificial se obține prin frecarea într-un singur sens a unei lame sau bare de oțel cu alt magnet. Pe cale industrială magnetizarea se realizează, însă, cu rezultate superioare, prin utilizarea curentului electric.

Materialele folosite pentru fabricarea magnetilor industriali sunt (în ordinea energiei magnetice dezvoltate) oțelurile aliate cu: crom, wolfram, molibden sau cobalt sau aliaje speciale: ALNI, ALNISI, ALNICO și MAGNICO, care sunt cele mai bune, dar prezintă dezavantajul că nu pot fi prelucrate decit prin şlefuire (polizare).

În ultima vreme se mai fabrică magneti ușori, denumiți și *ceramici*, prin sinterizarea la presiune și temperatură ridicată a unor pulberi magnetice.

Magnetismul pe care-l capătă magnetii artificiali se numește *magnetism remanent*, deoarece această proprietate se păstrează mult timp, spre deosebire de *magnetismul temporar*, specific numai fierului pur, care dispare în clipa îndepărțării sursei (magnetului) care-l generează.

Magnetii permanenți au diferite forme, dintre care mai folosite sunt cele prezентate în figura 25: bară (a), potcoavă (b), inelară sau tor (c) și ac magnetic (d).

Experimental putem constata că magnetismul este mai puternic la capetele unui magnet, iar la mijlocul său se anulează complet. Capetele magnetului se numesc *poli*, iar mijlocul său *linie neutrală*.

Lăsând mijlocul unui magnet cu o stoară (pe linia neutrală) și ridicindu-l în aer, observăm că unul din capetele sale se îndreaptă mereu spre Polul Nord al Pământului, iar celălalt bineînțeles spre Polul Sud. Pe acest principiu se bazează, după cum se știe de secole, execuția busolei, acel ac magnetic care a ușurat marilor navigatori descoperirea lumii.

Apropind polul nord al unui magnet bară (notat cu N) de polul nord al aceluiași busole, constatăm că acul se rotește pînă ce ajunge cu polul său sud spre polul nord al magnetului. Rezultă deci că polii de același fel se resping, iar cei diferenți se atrag. Datorită acestui fenomen, cu ajutorul unei busole putem afla cu ușurință polii unui magnet.

Dacă tăiem un magnet în două părți, fiecare parte devine un nou magnet cu doi poli. Prin urmare, polul nord nu se poate despărții de polul sud, rezultînd un magnet cu un singur pol (după cum nu poate exista — să zicem — bâs cu un singur capăt!). Invers, unind polul nord al unui magnet de polul sud al altuia, vom obține un singur magnet, mai lung, dar tot cu doi poli.

Un magnet își pierde proprietățile (se demagnetizează) dacă este nealzit sau lovit puternic.

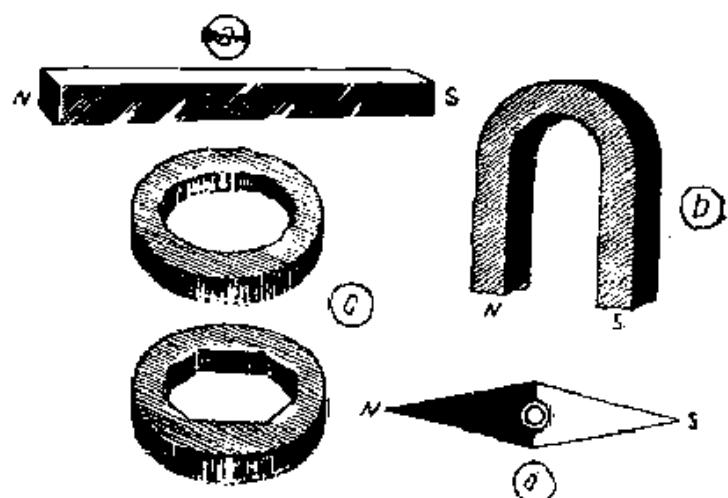


Fig. 25.

Apropiind un magnet bară de un ac magnetic, sprijinit la mijloc pe un vîrf ascuțit, observăm că acul este deviat din poziția lui normală; deci acțiunea magnetului se manifestă de la distanță.

Spațiul din jurul unui magnet în care se face simțită influența sa se numește *cîmp magnetic*. Cîmpul magnetic se compune din *linii de forță magnetică*, care ies din polul nord al magnetului, trec prin aer și intră în polul sud, continuându-se apoi ciclul în interiorul magnetului, de la polul sud spre polul nord. Așadar, liniile de forță magnetică sunt ușoare liniile curbe închise.

În figura 26 se arată aspectele sau, cum li se mai spune, *spectrele* cîmpurilor magnetice ale unui magnet bară și ale unuia în formă de potcoavă. Aceste aspecte se pot obține ușor așezînd magnetii respectivi pe o masă și punînd deasupra lor un carton sau o foaie de hîrtie pe care se presată pîslitură de fier. Ciocănind ușor în hîrtie, se observă că pîslitura se aşază după traectoriile liniilor de forță.

Forța de atracție a unui magnet este cu atît mai mare, cu cît liniile de forță sunt mai dese.

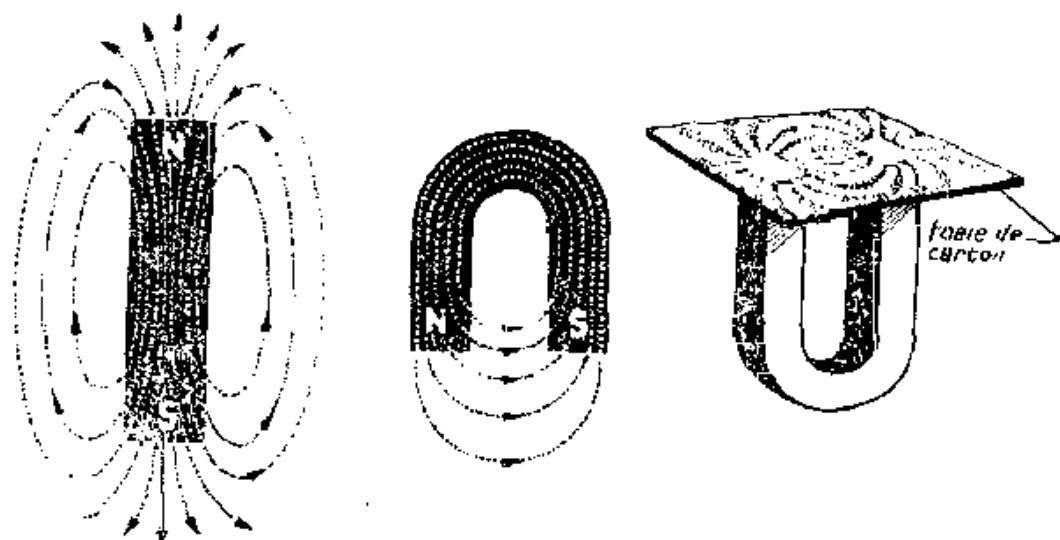


Fig. 26

Totalitatea liniilor de forță care străbat un corp așezat într-un cîmp magnetic se numește *flux magnetic*. Cu cît fluxul magnetic este mai mare, cu atît forța de atracție a magnetului este mai mare.

Numărul liniilor de forță care parcurg perpendicular o secțiune de 1 cm^2 din miezul (*corpului*) unui magnet se numește *densitate de flux* sau *inducție magnetică* și se notează în formule cu litera *B*.

O linie de forță de 1 cm^2 echivalează cu o densitate de flux magnetic de 1 GAUSS (Gs)

Numărul liniilor de forță care parcurg perpendicular o secțiune de 1 cm^2 în aer este *intensitatea cîmpului magnetic*, notată cu litera H și măsurată în OERSTED (Oe).

Totalul liniilor de forță ce străbat magnetul constituie *fluxul total de inducție ori forța magnetică*, notat prescurtat cu litera grecească Φ (fi) și măsurat în MAXWELL (Mx) sau WEBER (Wb); $1 \text{ Wb} = 10^8 \text{ Mx}$.

Raportul $\frac{B}{H}$ dintre inducția magnetică și intensitatea cîmpului magnetic se numește *permeabilitatea magnetică* și se notează tot cu o literă grecească: μ (miu).

Corpurile nemagnetice (denumite și *diamagnetice*) au permeabilitatea mai mică decît 1, iar cele magnetice (sau paramagnetice) cu mult mai mare. Fierul, de exemplu, are o permeabilitate de cca 3 000 de ori mai mare decit aerul.

Din categoria *paramagneticelor* fac parte materialele zise *feromagnetic*, folosite la fabricarea magnetilor permanenti — amintite anterior — iar din aceea a *diamagneticelor* — mult mai numeroasă — printre altele și o serie de metale cum sunt: cuprul, argintul, bismutul, zincul etc.

Trebuie să reținem însă că fierul nu poate fi magnetizat decât pînă la o anumită limită, cu alte cuvinte, pînă la „saturația” sa, cînd oricît am mări intensitatea cîmpului, fluxul rămîne același.

Forța care magnetizează oțelul se mai numește și *forță coercitivă* (Hc). Calitatea unui magnet permanent este caracterizată prin energia magnetică pe care o dezvoltă 1 cm^3 din materialul acestuia din spațiu înconjurător și se exprimă prin raportul HB/8. Astfel, pentru un magnet din titel-crom, acest raport este (pentru H, în oersted și B, în gauss) de cca. 11 000, iar pentru aliajul MAGNICO, de cca. 190 000.

2. Cîmpul magnetic al curentului electric.

Solenoidul. Electromagnetul

Cîmpul magnetic poate fi realizat nu numai cu ajutorul unui magnet, ci și cu ajutorul unui curent electric. Aceasta înseamnă că electricitatea și magnetismul nu sunt fenomene separate, asa cum s-a crezut multă vreme, ci, contrarivă, între ele există o strînsă legătură.

O experiență simplă poate demonstra această afirmație: deasupra unui cîmp magnetic așezăm, paralel cu direcția său, un conductor conectat la unei surse de curent electric continuu (fig. 27).

În momentul închiderii întrerupătorului K, în circuit se stabilește un curent electric și acul se rotește, așezîndu-se perpendicular pe cîmp, iar la întreruperea curentului, acul revine în poziția normală.

Rezultă, deci, că un curent electric dă naștere unui cîmp magnetic în jurul conductorului prin care circulă. Acest cîmp, care este produs de electronii în mișcare, are linile de forță dispuse concentric în jurul conductorului, într-un plan perpendicular pe axul conductorului. Inten-

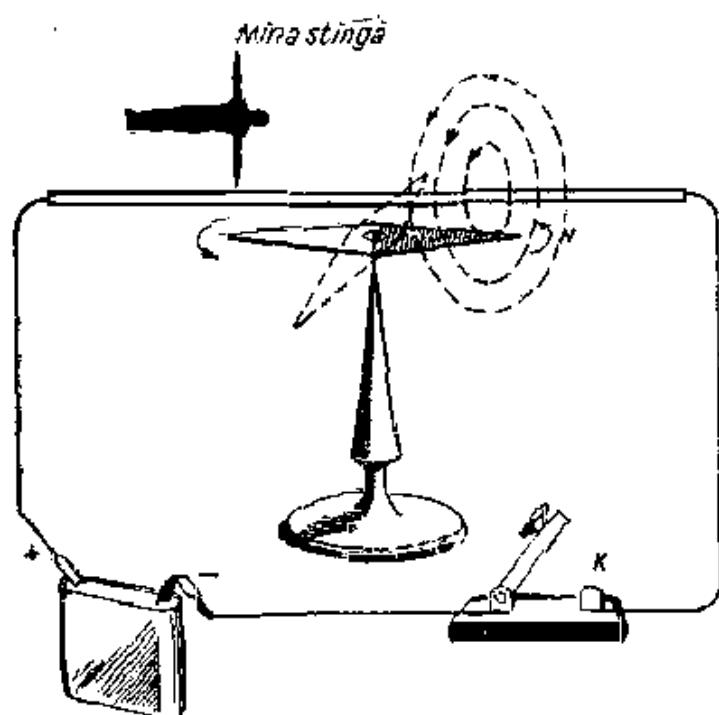


Fig. 27.

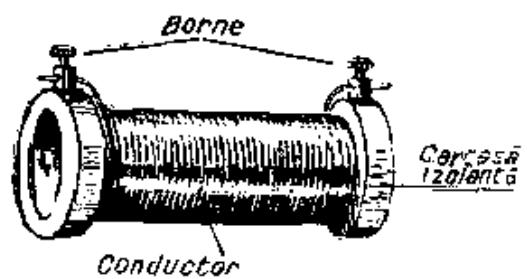


Fig. 28.

sitatea cîmpului este direct proporțională cu mărimea curentului care îl dă naștere, iar sensul său este acela în care ar trebui să se învîrtă un burghiu spre a înainta în sensul curentului (regula lui Maxwell).

Dacă ne-am închipui că de-a lungul conductorului stă culcat un omuleț, cu picioarele spre polul pozitiv (+) al sursei de curent (pila electrică) și cu capul spre cel negativ (-), polul nord al acului magnetic se abate spre capul și mînia stîngă a omulețului (regula lui Ampère).

Cîmpul magnetic creat în jurul unui conductor este foarte slab și scade pe măsură ce ne îndepărtem de conductor. Pentru a produce un cîmp mai puternic se înfășoară conductorul în spirală, pe un tub cilindric obținându-se un dispozitiv denumit *solenoid* sau *bobină* (fig. 28).

Solenoidul permite să se realizeze un cîmp intens, provenit prin suprapunerea și adunarea cîmpurilor elementare produse de fiecare din tre spirele sale în parte. Străbătut de un curent electric continuu, el se comportă ca un magnet bară. Agățindu-l, de exemplu, cu o sfâră de mijloc el se îndreaptă cu un capăt spre Polul Nord al Pămîntului, iar cu celălalt spre Polul Sud. Dacă inversăm sensul curentului electric în solenoïd, se schimbă și polaritatea sa (se inversează polii).

Introduceind în interiorul unui solenoid un miez de fier, cîmpul său magnetic (fig. 29) devine și mai puternic, deoarece liniile de forță se concentrează mai mult datorită prezenței fierului, care are, după cum am mai arătat, o permeabilitate magnetică cu mult mai mare decît aerul. Obținem astfel un *electromagnet* (fig. 30). Cînd curentul parcurge soleno-

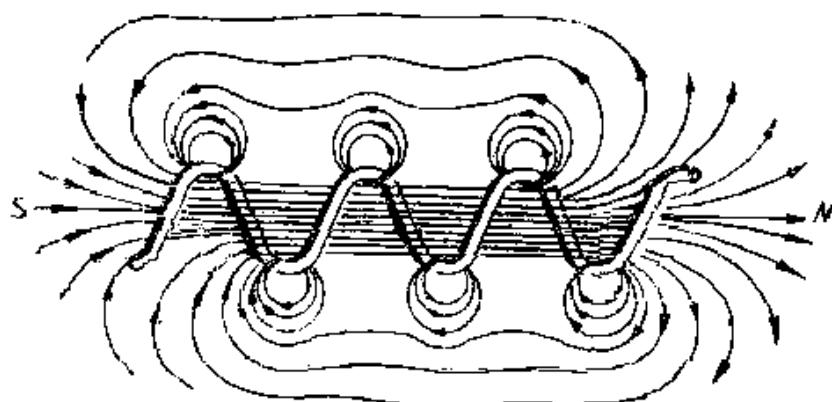


Fig. 29.

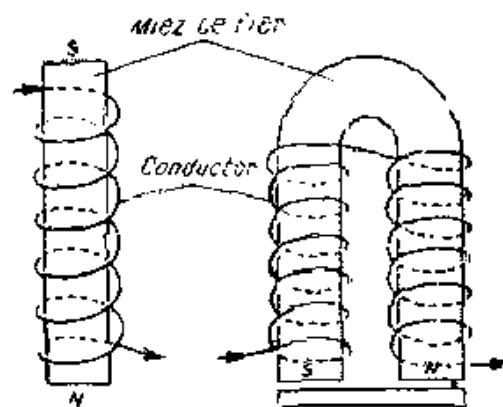


Fig. 30.

idul, miezul de fier se magnetizează și magnetizarea nu începează decît o dată cu întreruperea curentului.

Mărimea magnetizării unui electromagnet se numește *forță magnetomotoră* (F) și se măsoară în GILBERTI. Ea depinde de natura și dimensiunile miezelui și, în special, de numărul de AMPERI-SPIRE (Iw), adică de produsul dintre intensitatea curentului (I) din solenoid (în amperi) și de numărul de spire (w) din care-i alcătuit: $F = 1,25 Iw$.

Vorbind despre electromagnetism, este necesar să lămurelim încă două noțiuni pe care le vom întîlni în practică frecvent: *curenții Foucault* (citește „fucă”) și *hysterezis-ul*.

După cum am văzut, o cantitate mai mare sau mai mică din energia ce trece printr-un conductor electric se împrăștie sub formă de pierderi. În afară de aceste pierderi, care apar în conductorul ce formează solenoidul (rezistență ohmică știm că provoacă pierderi prin încălzire — efect Joule), în oricare electromagnet se mai produc pierderi datorită curenților Foucault și hysterezis-ului din miezul feros.

Curenții Foucault sunt niște curenți care apar în miezurile de fier supuse unor cimpuri magnetice alternative. Acești curenți — cu aspectul unor virtejuri electrice — se transformă în căldură provocând pierderi uneori considerabile.

Fenomenul de hysterezis (hystereo=a întîrzie, în limba greacă) se datorește faptului că magnetizarea miezelui de fier al unui electromagnet nu se face instantaneu, ci cu puțină întîrziere. De asemenea, la demagne-

tizarea miezului, atunci cînd curentul care străbate solenoidul scade sau se anulează, nu se obține niciodată — integral — energia cheltuită pentru magnetizare.

Deci o parte din energie se pierde datorită inerției magnetice a miezului — cu alte cuvinte, datorită hysterezis-ului.

3. Inducția electromagnetică. Inducția proprie și inducțanța mutuală

Vom relace în rîndurile care urmăză una din experiențele celebrului fizician englez M. Faraday. În acest scop ne procurăm un solenoid — căruia îl vom spune de aici încoace bobină, spre a da întîietate denumirii utilizate mult mai des în practică — un voltmetru sensibil (un aparat de măsurat tensiunile electrice), care are valoarea zero la mijlocul scărîi (scalei) și un magnet bară.

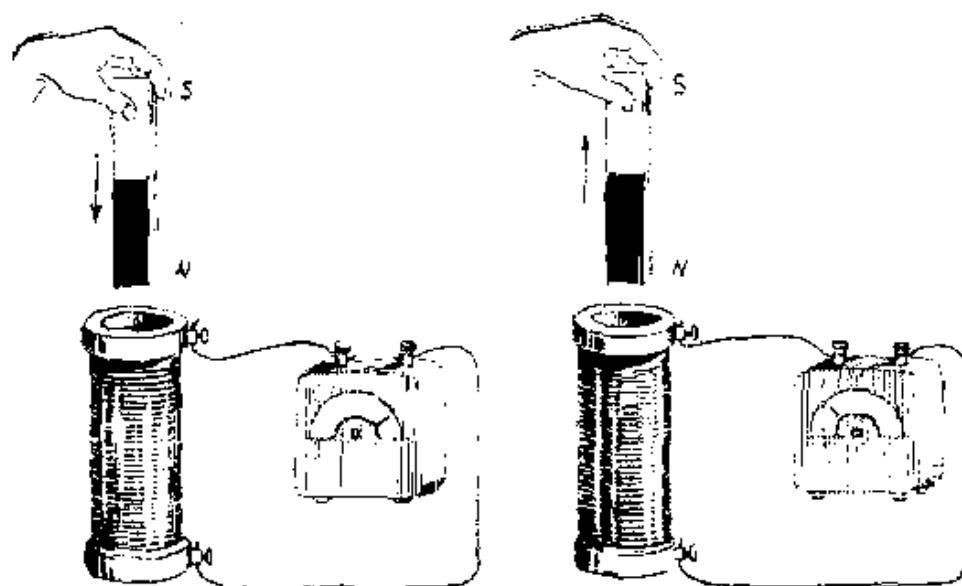


Fig. 31.

Le conectăm ca în figura 31 și, introducînd magnetul în bobină, oî servîm că acul deviază din poziția de echilibru într-un anumit sens; apoi revine la zero, unde magnetul se oprește. Scoînd magnetul din bobină, acul deviază din nou, însă de data aceasta în sens invers. Rezult deci că în momentul introducerii și scoaterii magnetului din bobină ia naștere niște forțe electromotoare. Acest fenomen se numește *inducție electromagnetică*, iar forțele care apar se numesc *forțe electromotoare de inducție*, care, la rîndul lor, pot produce un *curent de inducție*.

Cum se explică fenomenul?

Prin mișcarea magnetului liniile sale de forță taie spiralele bobinei. Dar fluxul magnetic rezultat este variabil: cînd se introduce magnetul în bobină fluxul crește; cînd se scoate, scade. Ori de câte ori un conductor este străbătut de un flux magnetic variabil, în acel conductor ia naștere o forță electromotoare de inducție.

Mărimea forței electromotoare de inducție depinde de numărul de spire al bobinei, mărimea fluxului și viteza cu care variază acesta. Cu cît elementele respective sunt mai mari, cu atît și forța electromotoare va fi mai mare.

Sensul curentului de inducție este în funcție de modul în care variază fluxul magnetic: cînd fluxul crește, curentul are un sens, iar cînd fluxul descrește, curentul își schimbă sensul, fapt care a reieșit de altfel din experiența reconstituittă.

Același rezultat se obține dacă în locul magnetului se folosește un electromagnet (fig. 32), pe care îl vom denumi *inductor*, deoarece și în acest caz este vorba de un flux magnetic variabil, care taie spirele bobinei.

Curentul induș în bobină are însă un sens care produce un cîmp magnetic induș ce se opune cîmpului magnetic inductor (legea lui Lenz sau a inertiei electrice).

Anii spus mai înainte că o bobină străbătută de un curent electric dă naștere unui flux magnetic. Să vedem însă ce se întimplă în bobină dacă-i variem fluxul propriu. În acest scop realizăm un circuit compus dintr-o sursă de curent (o baterie de lanternă buzunar de 4,5 V), o bobină cu un număr mare de spire, un bec coresponzător tensiunii respective (4,5 V) și un întrerupător *K* (fig. 33).

Cînd circuitul este închis, becul va lumina slab (datorită rezistenței ohmice introduse de bobină). Dacă întrerupem circuitul, becul va lumina pentru un moment mai puternic, după care se va stinge. Aceasta înseamnă că la întreruperea circuitului, în bobină apare, pentru o clipă, o forță electromotoare, care face ca becul să ardă mai viu. Forța în cauză este

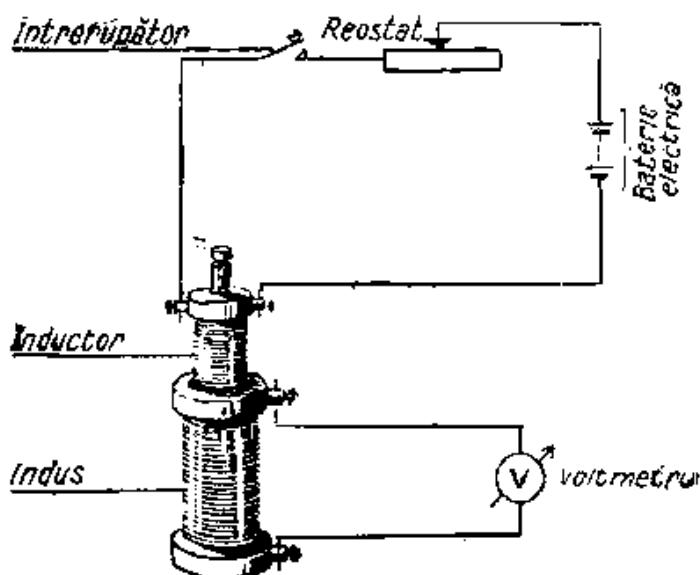


Fig. 32.

o forță de inducție provocată de variația fluxului magnetic propriu atunci cînd curentul se întrerupe. Fenomenul se numește *autoinducție sau inducție proprie (selfinducție)*.

Autoinducția se observă ori de câte ori întrerupem un circuit electric:

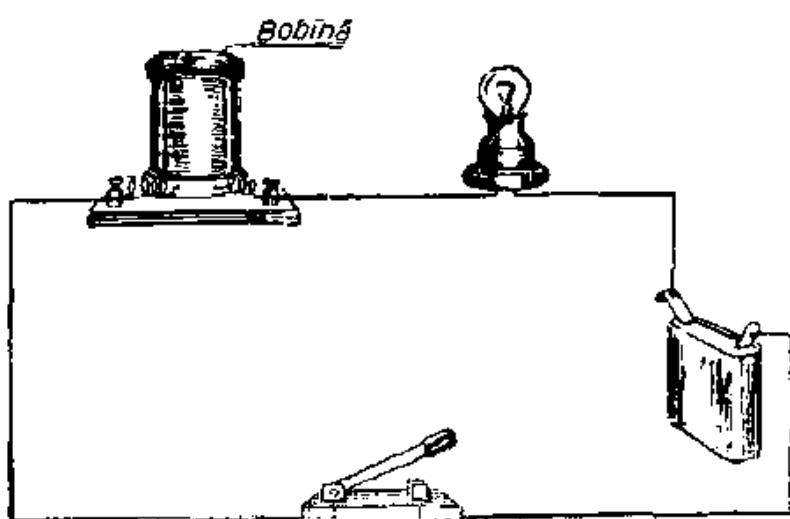


Fig. 33.

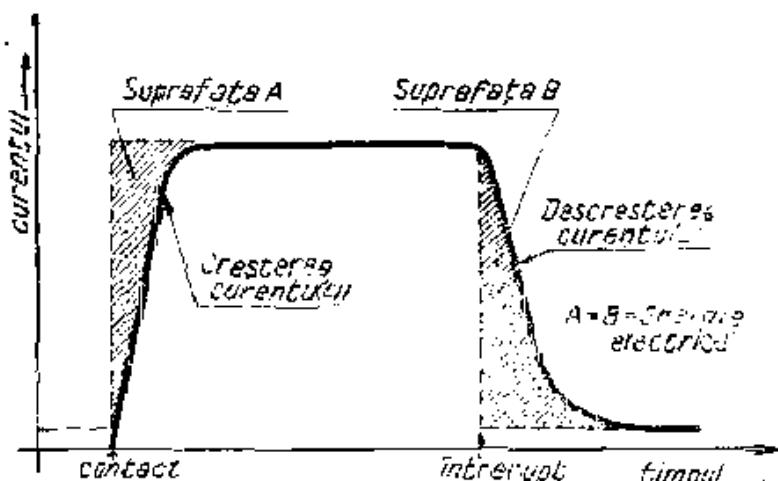


Fig. 34.

MILIHENRY-ul (mH) care este a 1 000-a parte dintr-un henry ($1 H = 1000 mH$) și **MICROHENRY-ul (μH)** egal cu a 1 000 000-a parte dintr-un henry ($1 H = 1000\,000 \mu H$).

Am arătat mai înainte că într-o bobină ia naștere o forță electromotoare de inducție dacă se introduce în ea un magnet sau un electromagnet. Același lucru se poate însă realiza și în alt mod: așezînd două bobine una lîngă alta (fig. 35). La una din bobine conectăm o baterie — să zicem:

la scoaterea din priză a unui consumator electric oarecare apare în totdeauna o scînteie „postumă”, care arată că prin circuitul mai circulă încă un curent. În figura 34 se reprezintă grafic acest fenomen.

Mărimea forței electromotoare de autoinducție depinde de viteza de variație a fluxului și de caracteristicile bobinei: cu cît diametrul bobinei, numărul spirelor și diminea lor vor fi mai mari, cu atât forța electromotoare va fi mai mare.

Proprietatea unei bobine de a da naștere unei forțe electromotoare de anumită valoare se numește *inductanță*. Inductanța unei bobine se notează cu litera L, iar unitatea prin care se măsoară se numește **HENRY (H)**. În radiotehnică se utilizează însă mai frecvent submultiplii săi

de 4,5 V — iar la cealaltă un voltmetriu sensibil. Închizind și întrerupând curentul în prima bobină, în bobina a două va apărea o forță electromotrice de inducție, deoarece fluxul magnetic ce o străbate este variabil. Acest fenomen se numește *inducție mutuală*.

Inducția mutuală permite să se coupleze diferite circuite, fără a exista între ele o legătură materială vizibilă. Sistemul acesta de legătură se numește *cuplaj inductiv* și are o largă aplicare în electrotehnica și, mai ales, în tehnica radioului, după cum se va vedea în capitolele următoare.

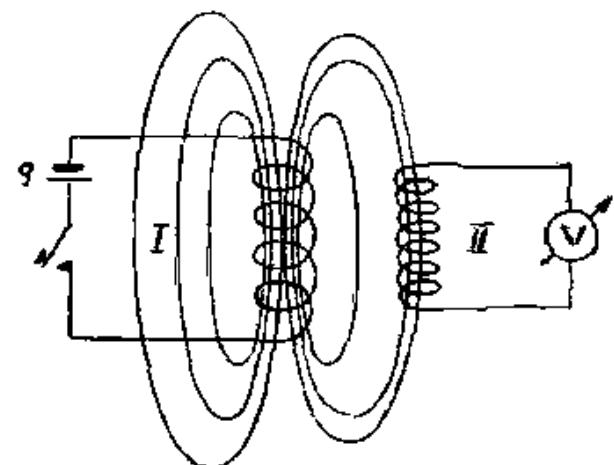


Fig. 35.

4. Legarea bobinelor în serie și în paralel

Pentru evaluarea autoinducției bobinelor legate în *serie* sau în *paralel*, cind acestea nu sunt „cuplate” între ele (cum s-a exemplificat mai sus), se folosește același procedeu ca și în cazul rezistențelor. Astfel, cind bobinile sunt legate în serie (fig. 36 a) autoinducția sau inductivitatea rezultantă e dată de relația :

$$L_{rez} = L_1 + L_2 + \dots + L_n.$$

Exemplu de calcul :

Care este autoinducția rezultantă prin inserierea a trei bobine cu $L_1 = 0,2$ mH, $L_2 = 0,1$ mH și $L_3 = 0,06$ mH ?
 $L_{rez} = L_1 + L_2 + L_3 = 0,2 + 0,1 + 0,06 = 0,36$ mH.

Dacă două bobine L_1 și L_2 sunt legate în paralel (fig. 36 b) autoinducția rezultantă este dată de relația :

$$\frac{1}{L_{rez}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \quad (\text{derivată din relația generală}) :$$

$$\frac{1}{L_{rez}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

de unde :

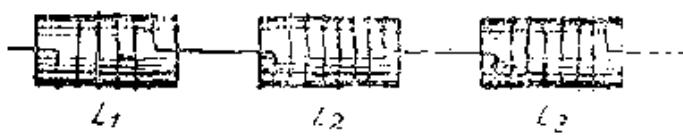
$$L_{rez} = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}.$$

Exemplu de calcul :

Să se determine autoinducția rezultată prin conectarea în paralel a două bobine având $L_1=0,2$ mH și $L_2=0,5$ mH.

$$L_{rez} = \frac{0,5 \times 0,2}{0,5 + 0,2} = 0,14 \text{ mH.}$$

a. Bobine în serie



b. Bobine în paralel

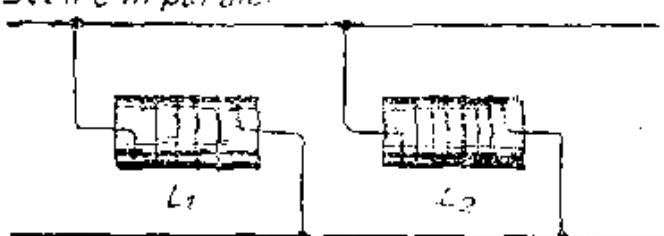
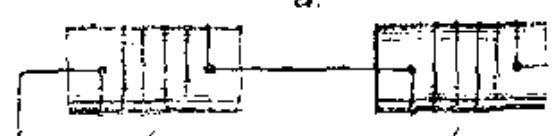


Fig. 36.

a.



b

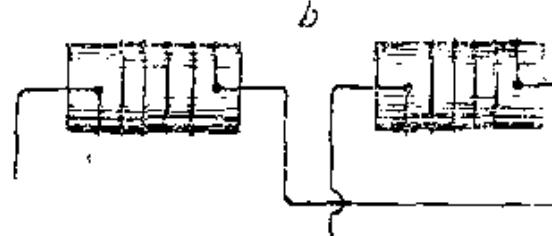


Fig. 37.

În cazul în care bobinele sunt cuplate mai strâns sau mai slab și sunt conectate în serie ori în paralel, la calcularea inducției se ia în considerație și *coeficientul de inducție mutuală* (fluxul care parcurge o bobină cuplată cu alta parcursă de un curent egal cu unitatea) care se exprimă prin relația :

$$M = \sqrt{L_1 \times L_2}$$

Așa că, autoinducția rezultantă a două bobine cuplate și legate în serie este :

$$L_{rez} = L_1 + L_2 + 2M,$$

după cum spirele sunt în același sens (fig. 37 a) sau în sens opus (fig. 37 b)

Autoinducția rezultantă a două bobine cuplate și legate în paralel este :

$$L_{rez} = \frac{L_1 \cdot L_2 - M^2}{L_1 + L_2 + 2M}.$$

N o t ā : cînd două bobine legate sau nu în serie sunt așezate perpendicular una față de alta, couplajul se anulează.

Uneori inductanța mutuală se exprimă printr-o fracție care indică valoarea cuplajului față de valoarea maximă M . În acest caz cuplajul se dă prin coeficientul :

$$K := \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}.$$

CURENTUL ALTERNATIV

1. Definiție. Mărimi caracteristice

Curentul electric pe care l-am studiat în paginile precedente se numește, după cum știi, *continuu*, deoarece electronii se deplasează într-un singur sens.

Dar mai există și un alt fel de curent, care circulă cind într-un sens, cind într-altul. Intensitatea acestui curent crește, descrește, ajunge la zero, își schimbă sensul, crește și descrește din nou, pentru ca mai departe ciclul să se repete mereu.

Dacă ne-am închipui că valoarea care reprezintă intensitatea curentului ar fi un punct mobil M , ce se deplasează pe un cerc în sens invers față de acele ceasornicului (fig. 38), înălțimea acestui punct față de diametrul orizontal va deveni maximă după descrierea unui arc de 90° .

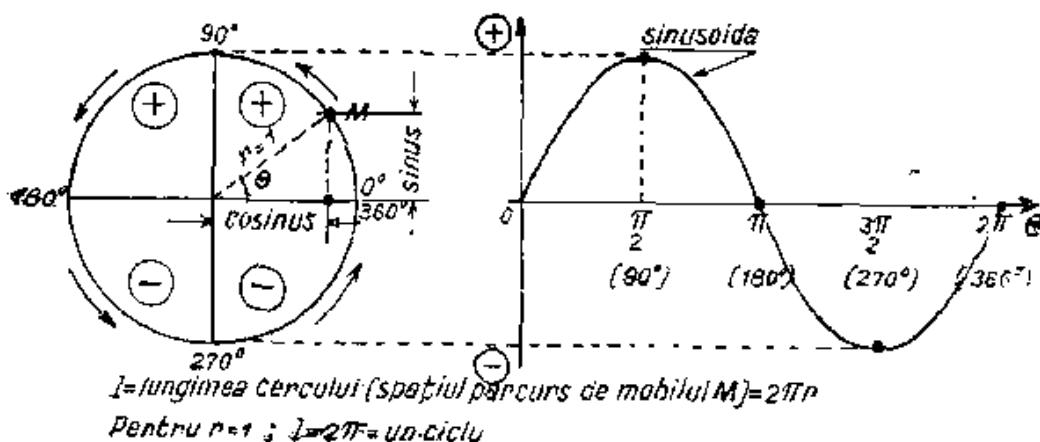


Fig. 38.

În acest moment și valoarea I a curentului va fi maximă ; mai departe, după parcurgerea a 180° , ea va deveni egală cu zero, pentru ca, schimbind sensul, prin trecere sub diametrul orizontal, să ajungă iarăși maximă la 270° și să se anuleze în punctul din care a plecat punctul mobil.

În matematică — mai exact, în trigonometrie — valorile diferențelor înălțimi succesive ale punctului M situate deasupra diametrului (axului) orizontal se consideră pozitive și se îuseamnă cu semnul (+), iar cele situate sub diametrul, negative (-).

Dacă presupunem că mobilul parcurge unghiuri egale în tempi egali, rezultă că putem trasa o linie orizontală — axa timpului — pe care însemnăm, la distanțe egale, intervale în grade, de la 0° la 360° (de exemplu $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ și 360°) pentru care trasăm pe verticală înălțimile corespunzătoare ale mobilului M . Cu alte cuvinte obținem curbă variației înălțimilor succesive al acestuia față de axa timpului, sau — mai exact — curba variației curentului I în funcție de timp. Această curbă cu două bucle se numește sinusoidă și ea reprezintă, am putea spune, „fotografia” unui *ciclu* complet al curentului alternativ.

Timpul în care se efectuează un ciclu complet se numește *perioadă*, și se notează cu litera T .

Valorile maxime ale lui I (după 90° și 180°) se numesc *amplitudini maxime*, cele două bucle ale sinusoidei, *alternanțe* sau *semiperioade* (pozitivă și negativă), iar numărul de cicli pe secundă, *frecvență* (se notează cu f).

Astfel, frecvența curentului furnizat de actualele rețele electrice din țara noastră — și din multe alte țări, de asemenea — este de 50 cicli pe secundă, adică sensul curentului se schimbă de 100 de ori în același interval de timp, atingând de același număr de ori valori maxime și minime.

În practică, la energii mari, curentul alternativ se utilizează mai mult decât cel continuu, întrucât oferă, față de acesta, o serie de avantajuri dintre care cel mai important este posibilitatea de a se transporta, cu pierderi minime, la distanțe mari, datorită ușurinței cu care se pot transforma parametrii puterii (de la intensitate mare și tensiune mică, intensitate mică și tensiune mare, și invers).

Unitatea de măsură pentru frecvență este HERTZ-ul și este egală cu 1 ciclu pe secundă; se notează cu Hz.

În funcție de frecvență, curenții alternativi se împart în două categorii:

A. *Curenți de audiofrecvență* (AF) sau de joasă frecvență cu frecvențe cuprinse între 16 și 15 000 Hz, care corespund sunetelor ce pot fi percepute de urechea omenească (sunetele fiind și ele fenomene ciclice).

B. *Curenți de radiofrecvență* (RF) sau de înaltă frecvență cu frecvențe de peste 15 000 Hz, care se folosesc foarte mult în radiotehnică.

Pentru măsurarea frecvențelor radio se întrebunțează pe scară laturi multiplii hertzului: KILOHERTZ-ul (kHz) = 1 000 Hz și MEGAHERTZ (MHz) = 1 000 000 Hz.

2. Comportarea rezistențelor, condensatoarelor și bobinelor în circuitele de curent alternativ. Factorul de putere

Rezistențele, condensatoarele și bobinele legate în circuite parcuse de curent alternativ se comportă diferit față de cele folosite în circuitele de curent continuu. Mai înainte de a ne opri asupra lor, să spunem căva cuvinte despre intensitatea și tensiunea curentului alternativ.

Întrucât intensitatea curentului alternativ variază mereu, nu îl se poate determina valoarea, în mod practic, decât luând o medie. Astfel, se atribuie curentului alternativ intensitatea pe care ar avea-o un curent continuu ce ar putea produce aceleași efecte termice. Acest curent echivalentă cu $\frac{1}{\sqrt{2}}$ din intensitatea maximă a curentului alternativ sinusoidal și se numește *intensitate eficace* (fig. 39).

Observați însă că valoarea eficace nu corespunde valorii mijlocii a intensității (care e 0,637 din I_{maxim}), deoarece încălzirea nu este proporțională, după cum știți, cu I , ci cu I^2 ! Ca atare, se va lua media patratelor intensităților succesive și, o dată ce se va găsi medie, i se va extrage rădăcina, obținându-se astfel valoarea eficace căutată.

La fel, tensiunea eficace este egală cu $\frac{1}{\sqrt{2}}$ din tensiunea alternativă maximă.

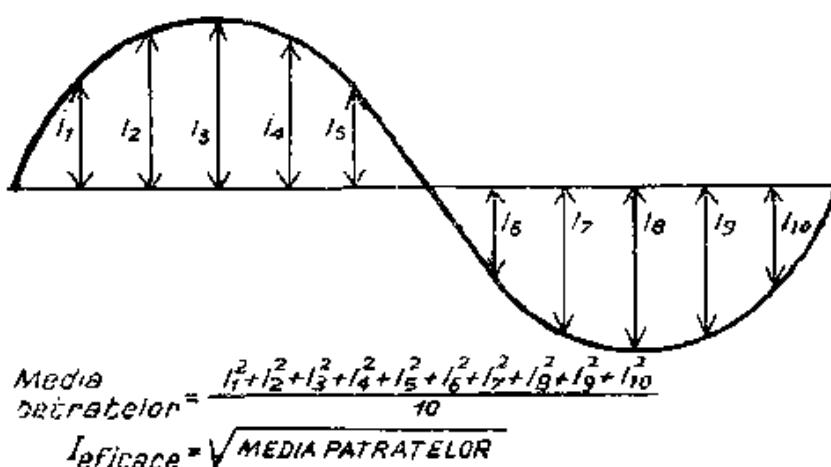


Fig. 39.

Rezistența ohmică și rezistența în curent de radiofrecvență. Exprimind intensitatea și voltajul curentului alternativ prin valori eficace se simplifică foarte mult calculele, legile lui Ohm și Joule aplicându-se în acest caz întocmai ca la curentul continuu. Trebuie însă să reținem că aceste legi se aplică în curentul alternativ numai prin frecvențele relativ joase

și numai pentru rezistențele ohmice pure, adică fără inducție și capacitate în circuitele respective. În caz contrar, lucrurile se complică, după cum veți vedea mai departe.

Să cercetăm însă mai întâi ce se întimplă într-un conductor fără inducție și capacitate, dacă se mărește frecvența. Se constată că rezistența ohmică devine mai mare decât rezultă din legea lui Ohm. Cu alte cuvinte R capătă o valoare nouă, care se numește *rezistență în radiofrecvență*.

Aceasta se datorează faptului că o dată cu mărirea frecvenței, curentul nu se mai distribuie uniform pe toată secțiunea conductorului, ci se îngrămădește spre marginile acestuia, adică la suprafața conductorului, din cauza distribuției neuniforme a liniilor de forță magnetică. Lucrurile se petrec de parcă s-ar fi micșorat secțiunea conductorului sau, mai exact, s-ar fi redus partea sa centrală! Acest fenomen se numește în radiotehnică *skin effect* (din limba engleză) sau *efect pelicular*.

Efectul pelicular depinde de diametrul, permeabilitatea magnetică și rezistența specifică (ρ) a conductorului și de frecvența (f) a curentului.

În realitate, creșterea rezistenței este și mai mare, deoarece mai apare influență capacitive dintre spire (în cazul bobinelor) denumită *efect de proximitate* și, în plus, pierderi datorită curentilor Foucault, histerezisului și dielectricului folosit la izolația condensatoarelor (cind există în circuitul considerat).

Conectând un condensator la o sursă de curent continuu, curentul circulă atât timp cât trebuie pentru a se încărca plăcile (armăturile) condensatorului la potențialul sursei, după care curentul încrețează. Așadar, curentul continuu *nu* trece prin condensator.

Dacă se leagă însă condensatorul la o sursă de curent alternativ, plăcile se încarcă în timpul unei alternanțe, apoi se descarcă și se încarcă cu electricitate de semn invers în timpul celei de a doua alternanțe, fenomenul repetându-se cît timp se menține contactul cu sursa. Cu alte cuvinte, curentul electric circulă de la sursă la condensator și înapoi, lucrurile petrecându-se ca și cum curentul ar trece prin condensator. Deci, putem spune că un curent alternativ trece *prin* condensator.

Pentru o anumită tensiune eficace a curentului alternativ intensitatea curentului ce străbate condensatorul depinde de capacitatea acestuia (C) și de frecvența (f).

Rezistența pe care o opune un condensator trecerii curentului alternativ se numește *reactanță capacitive*, se notează X_C și se exprimă prin relația :

$$X_C = \frac{1}{\omega C}.$$

C = capacitatea, în farazi (F);

ω = pulsăția = $2\pi f$

Valoarea reactanței capacitive se dă în ohmi (Ω).

Dacă se leagă la o sursă de curent continuu o bobină (inductanță), curentul crește treptat pînă ce ajunge, după un timp foarte scurt, la valoarea normală, cînd continuu să circule nesingherit (fig. 34).

Curentul alternativ întimpină însă o rezistență datorită interfei magnetice a bobinei. La fiecare alternață curentul trebuie să creeze un flux magnetic care, la lînele alternației, creează la rîndul său o forță electro-motoare.

Această rezistență se numește *reactanță inductivă*, se notează cu X_L , și se exprimă prin relația :

$$X_L = L \cdot \omega$$

în care :

L = inducția bobinei, în henry (H) ;
 ω = pulsația $2\pi f$.

Că și la reactanță capacativă, valoarea sa se dă în ohmi (Ω).

Cînd într-un circuit electric există o rezistență ohmică, o capacitate și o inductanță, rezistența resultantă se numește *impedanță*. Ea se notează cu Z și se exprimă în ohmi (Ω).

Funcție de schema de conectare, valorile impedanței sunt :

I. Pentru rezistență ohmică (R) în serie cu o capacitate (C) (fig. 40 a) :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

II. Pentru rezistență ohmică (R) în serie cu o inductanță (L) (fig. 40 b) :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$$

III. Pentru rezistență ohmică (R) în serie cu o capacitate (C) și o inductanță (L) (fig. 40 c) :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

IV. Pentru rezistență ohmică (R) în paralel cu o capacitate (C) (fig. 40 d) :

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$$

V. Pentru rezistență ohmică (R) în paralel cu o inductanță (L) (fig. 40 e) :

$$Z = \frac{L\omega R}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}}$$

VI. Pentru rezistență ohmică (R) în paralel cu o capacitate (C) și inductanță (L) (fig. 40 f) :

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 + R^2 \left(\omega C - \frac{1}{L\omega} \right)}}$$

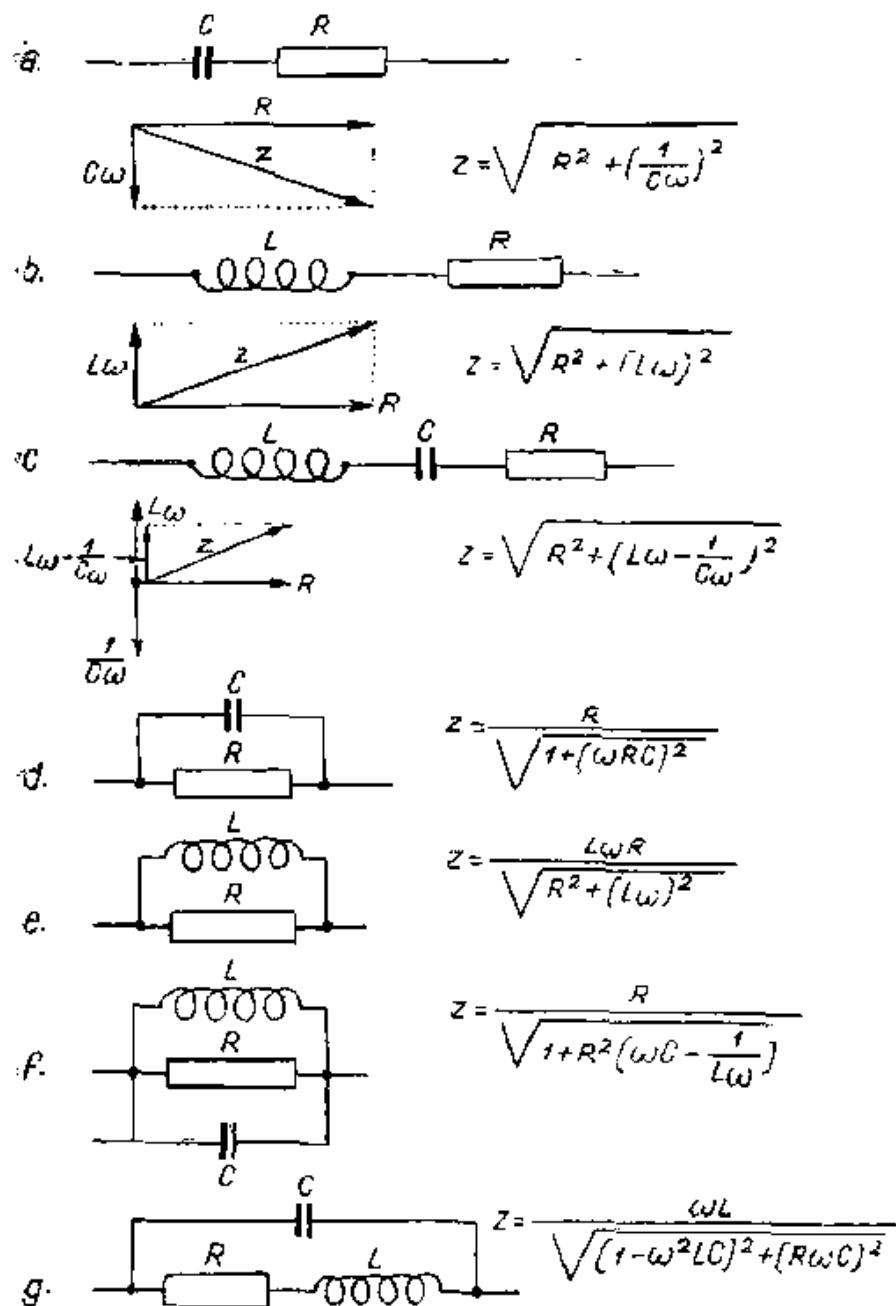


Fig. 40.

VII. Pentru rezistență ohmică (R) în serie cu o inductanță (L) și capacitate (C) (fig. 40 g) :

$$Z = \frac{\omega L}{\sqrt{(1 - \omega^2 LC)^2 + (R\omega C)^2}}.$$

Formulele de mai sus își găsesc numeroase aplicații în radiotehnică.

Vorbind despre curentul alternativ, mai trebuie să precizăm în cîteva cuvinte, noțiunea de *fază*. Am putea reține astfel că fază ar fi „o valoare a curentului la un moment dat, care tende să crească sau să se micșoreze“.

Cînd curentul alternativ trece printr-o rezistență ohmică, pură, maximalele de curent coincid în timp cu maximalele de tensiune și se spune că sunt *în fază*. Cînd el trece însă printr-o capacitate sau inductanță, maximalele nu mai coincid, ci sunt decalate în timp printr-un număr de grade. În acest caz ele sunt *defazate* cu un *unghi de defazaj* (ϕ).

Factorul de putere ($\cos \phi$) este raportul dintre energia cheltuită de curent (în wăți) și produsul dintre intensitate și tensiune. Deci :

$$\cos \phi = \frac{P}{U \cdot I}$$

în care puterea P este dată pentru un curent alternativ monofazic (vom vedea într-un capitol următor ce înseamnă aceasta) prin relația :

$$P \text{ (wăți)} = U \text{ (volți)} \cdot I \text{ (amperi)} \cdot \cos \phi$$

care, pentru curent trifazic, devine :

$$P = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \phi.$$

3. Transformatoarele electrice

Denumirea generică de *transformatoare* se acordă în radiotehnică unei mari familii de dispozitive, care au rolul de a modifica forma sub care se prezintă energia electrică alternativă, fie ridicîndu-i tensiunea și micșorîndu-i intensitatea în aceeași proporție, fie efectuînd operația invers, adică micșorîndu-i tensiunea și ridicîndu-i intensitatea.

Primerul transformatorului primește energia de transformat și o schimbă în energie magnetică sub forma unui flux, care circulă — la unele categorii de transformatoare — într-un miez magnetic, inducînd energia electrică transformată în circuitul *secundar* care o furnizează unui consumator oarecare.

Așadar, se transformă numai intensitatea și tensiunea, cei doi factori principali care caracterizează un curent electric.

Operația de transformare se face în vederea adaptării unei surse de curenț electric alternativ la necesitățile consumatorului (de exemplu, pentru a alimenta un radioreceptor cu tensiunea de alimentare 120 V c. a. de la o rețea de 220 V c.a.).

Transformatoarele care ridică tensiunea sunt denumite *ridicătoare de tensiune*, iar cele care o coboară, *coborîtoare de tensiune*.

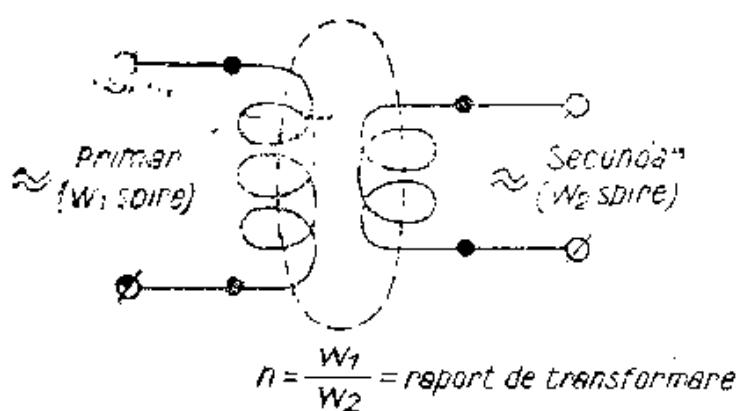


Fig. 41

Dacă un transformator are raportul de transformare 1 : 5 (sau 1/5) înseamnă că numărul spirelor din secundar este de cinci ori mai mare decât al celor din primar, deci transformatorul este ridicător de tensiune. Invers, dacă avem un raport de transformare de 20 : 1, transformatorul este coborîtor de tensiune. Operația de transformare se face de obicei cu pierderi destul de mici și este reversibilă.

Funcție de frecvență curențului la care lucrează, transformatoarele se împart în: transformatoare de radiofrecvență (RF), transformatoare de audiofrecvență (AF) și transformatoare de rețea (de forță). Din punct de vedere al utilizării, transformatoarele din prima categorie pot fi împărțite la rândul lor în: transformatoare de radiofrecvență propriu-zise (RF) și transformatoare de frecvență intermediară (FI).

La fel, transformatoarele de audiofrecvență se pot clasifica în: transformatoare de cuplaj și transformatoare de ieșire.

Transformatoarele de RF se întâlnesc, după cum vom vedea în paginile următoare, în toate radioreceptoarele care au circuitul de acord cuplat inductiv cu antena (fig. 42 a). În asemenea cazuri, transformatoarele sunt constituite din două înșăurări: bobina de antenă și bobina de acord, cuplate între ele.

Se înțelege că la receptoarele mai complicate, cum sunt cele cu tuburi electronice, prevăzute și cu etaje de amplificare în radiofrecvență, vom găsi multe transformatoare de radiofrecvență.

Ca realizare practică, orice transformator electric se compune din două bobine (bobinaje), cuplate inductiv între ele (fig. 41).

Raportul între numărul de spire al bobinei primare și al bobinei secundare se numește *raport de transformare*: $n = \frac{w_1}{w_2}$, unde w_1 și w_2 sunt, respectiv, numerele spirelor din primar și din secundar.

Transformatoarele de frecvență intermediară se utilizează numai în aparatele de recepție complicate, de tipul denumit superheterodină (fig. 42 b).

Transformatoarele de cuplaj AF sunt folosite în unele receptoare sau amplificatoare cu tuburi. După cum le arată și denumirea, prin astfel

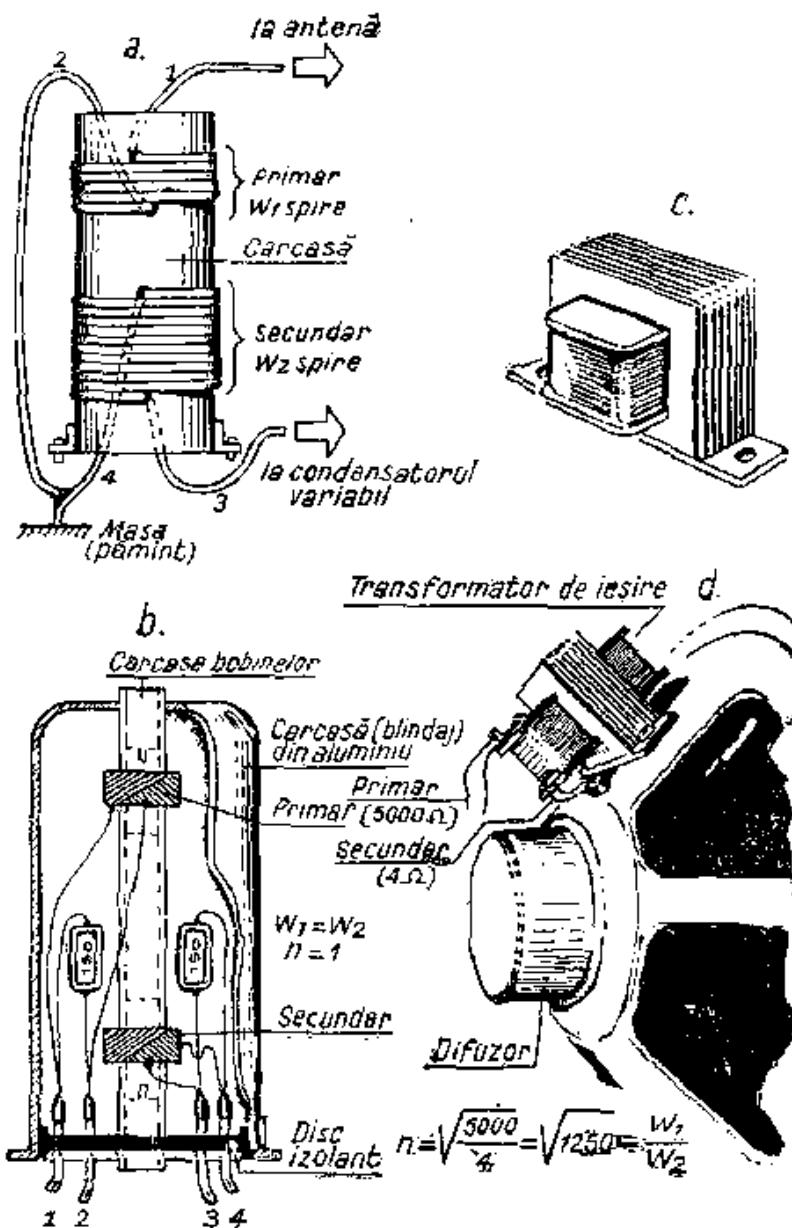


Fig. 42.

transformatoare se efectuează cuplajul sau legătura între două tuburi (sau două etaje) ale aparatului respectiv (fig. 42 c).

Transformatoarele de ieșire (fig. 42 d) se conectează în circuitul anod al tuburilor finale din receptoare sau amplificatoare și servesc la

adaptarea impedanțelor ridicate ale acestora la impedanțele mai scăzute ale sarcinilor (difuzoarele dinamice).

Transformatoarele de rețea (de forță) se găsesc în mai toate celulele de alimentare ale receptoarelor sau amplificatoarelor cu tuburi, alimentate numai de la rețeaua de curenț alternativ. Ele servesc pentru transformarea tensiunii rețelei în tensiunile diferite necesare pentru alimentarea tuburilor și circuitelor.

După cum am arătat mai înainte, din punct de vedere constructiv, orice transformator este constituit din două bobinaje, unul denumit primar (alimentat de sursa de curenț alternativ) și celălalt denumit secundar (care debitează pe sarcină).

Cuplajul sau legătura electrică, care trebuie să existe între cele două bobinaje, se face, în cazul transformatoarelor de radiofrecvență, prin intermediul unui miez de fier divizat sau prin aer, iar în cazul transformatoarelor de audiofrecvență, printr-un miez de fier.

În paginile care urmează ne vom ocupa numai de transformatoarele de audiofrecvență, destinate a lucra la frecvențe ale curențului alternativ cuprinse între 16 și 15 000 Hz.

Un transformator de audiofrecvență obișnuit comportă întotdeauna un miez feros, format din *tole* de oțel cu siliciu, peste care se așază o carcăsa din material izolant (carton, hares etc.), purtând împărăurile necesare.

Construcția — intenționat simplificată — și reprezentarea schematică a unui astfel de transformator sunt indicate în figura 43.

În raport cu forma tolelor din care este alcătuit miezul, transformatorul poate fi *cu coloană* sau *simbure* (fig. 44a) ori *în manta* (fig. 44b). La transformatoarele cu coloană, miezul cuprinde carcasa numai dintr-o singură parte, iar cele în manta din ambele părți.

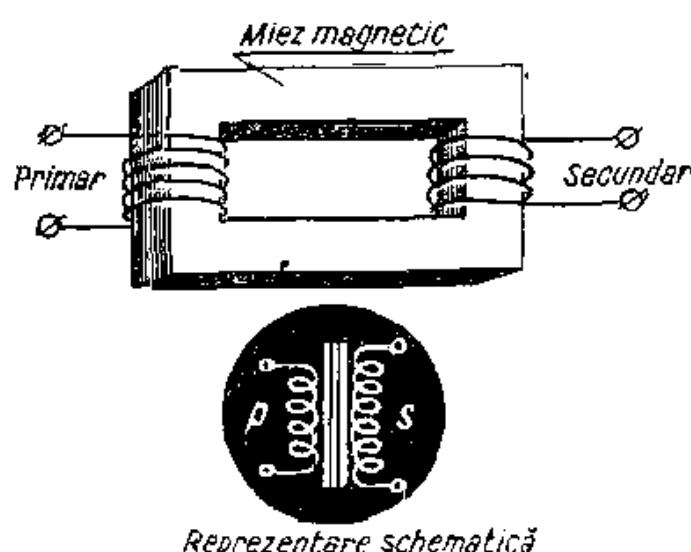


Fig. 43.

Grosimea unei tole de transformator este de 0,35 - 0,5 mm. Pentru a evita pierderile în fier datorită curentilor Foucault, tolele sunt izolate între ele prin hârtie subțire, lac sau un strat de oxid, obținut prin tratament termic. Pentru reducerea pierderilor, tolele mai subțiri sunt de preferat tolelor mai groase.

Cel mai răspândit tip de transformator este transformatorul în manta. În majoritatea cazurilor miezul său este constituit dintr-un pachet de tole de tip E+I (fig. 45 a) sau de tipul fără întrefier (fig. 45 b). Dintre acestea, cele mai bune sunt tolele E+I, deoarece în caz de nevoie per-

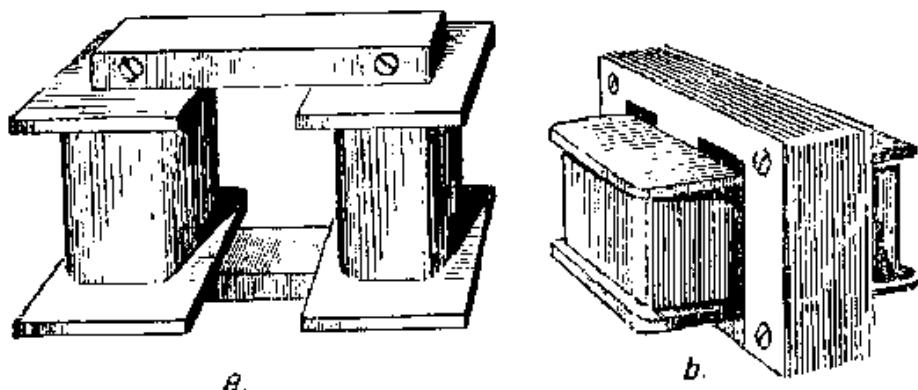


Fig. 44.

mit să se construiască un transformator cu întrefier (cu un spațiu între pachetul de tole E și pachetul de tole I, care închide circuitul magnetic).

Transformatoarele fără întrefier se realizează întotdeauna asamblând miezul prin suprapunerea alternativă a tolelor, ca în figura 46.

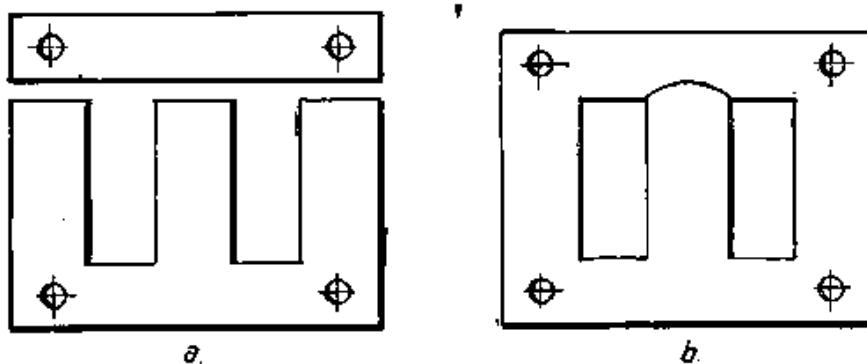


Fig. 45.

Când este necesar întrefierul, el se obține aşa cum se arată în figura 47, adică introducind la îmbinarea pachetelor de tole E și I o fișă ie carton, de grosimea întrefierului.

Pachetul de tole se strâng în șuruburi din material nemagnetic sau în fier, izolându-se cu hîrtie pentru a se evita atingerea tolelor și, implicit, apariția curentilor Foucault. Strîngerea tolelor se mai poate face cu scoabe speciale sau printr-o carcăsă ajutătoare, de formă arătată în figura 48.

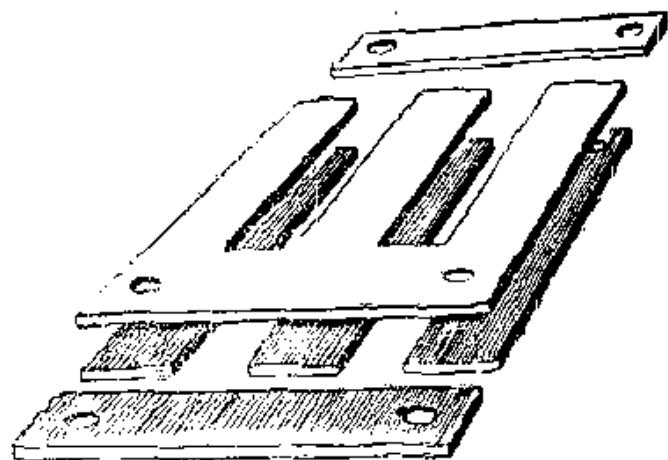


Fig. 46.

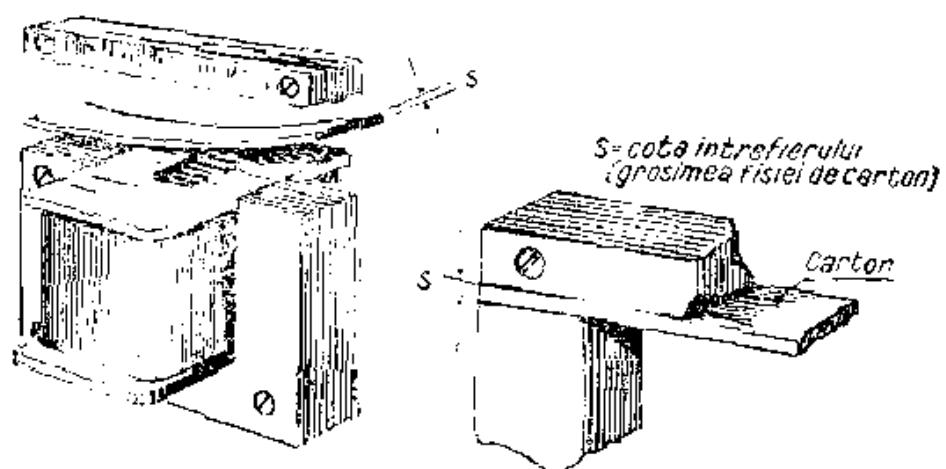


Fig. 47.

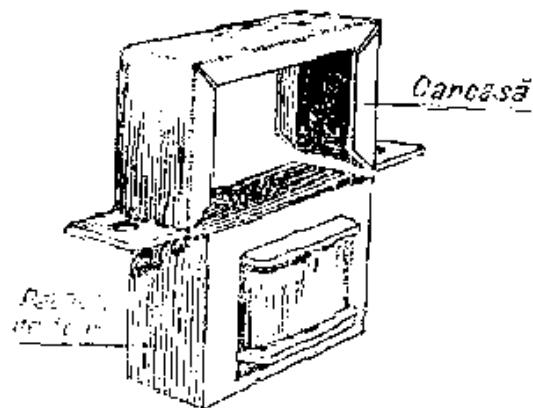


Fig. 48

În cele ce urmează se va calcula detaliat și se va descrie construcția cîtorva tipuri reprezentative de transformatoare de audiofreqvență și de rețea.

Transformatorul de rețea este piesă cea mai scumpă și cea mai grea din celula de alimentare a oricărui receptor alimentat de la rețeaua de curenți alternativi.

El are rolul de a furniza în secundar tensiunile necesare circuitelor de încălzire și anodice ale tuburilor. Din această cauză numărul înfășurărilor sale este mai mare de două ajungind pînă la 4—5.

În figurile 49 a și b sunt arătate două dintre cele mai obișnuite scheme de transformatoare de rețea.

Schma a reprezintă un transformator destinat unui redresor, în care se redreseză numai o singură alternanță, iar schema b, una în care se redreseză ambele alternanțe ale curentului.

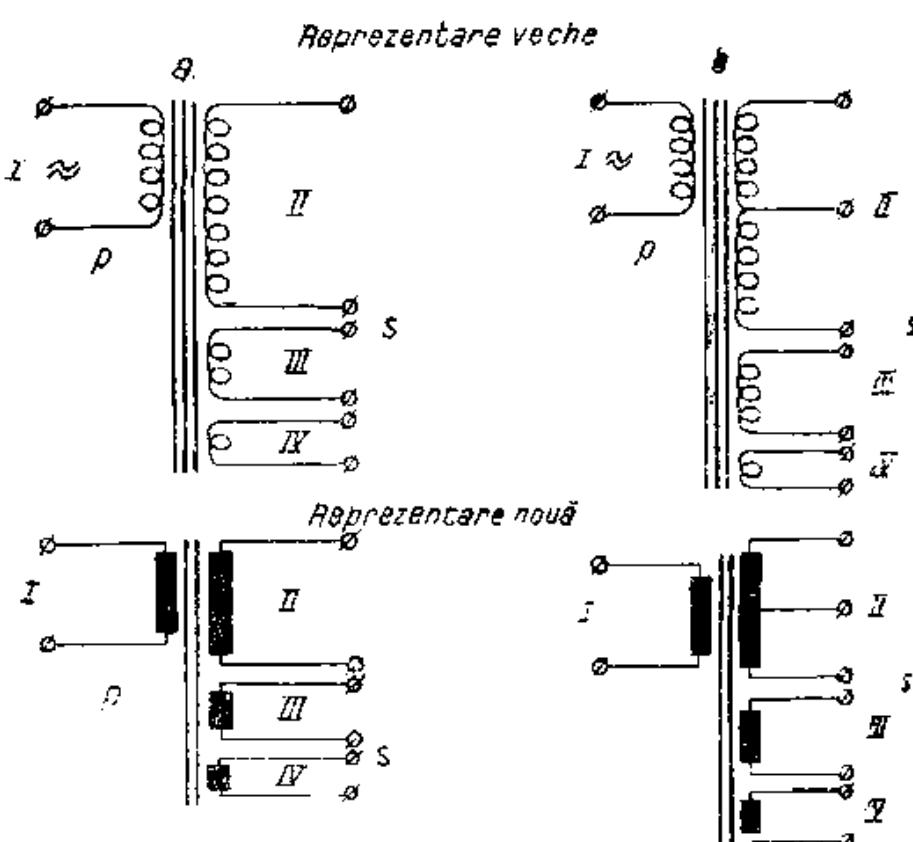


Fig. 49.

Să examinăm puțin schema din figura 49 a. Aici înfășurarea I se conectează la rețeaua de alimentare și reprezintă primarul, iar înfășurările II, III și IV reprezintă secundarul, dînd, în ordine, tensiunile necesare pentru: redresare, încălzirea eventualului tub redresor și încălzirea filamentelor tuburilor receptorului.

În practică, valorile acestor tensiuni sunt : 250—300 V (pentru înfășurarea II), 4 sau 5 V (pentru înfășurarea III) — funcție de tensiunea de încălzire a tubului redresor — și de 6,3 V, eventual 12,6 V (pentru înfășurarea IV) — în conformitate cu tensiunea de încălzire a tuburilor cu care e echipat aparatul.

Schema din figura 49 b are înfășurarea II dublă, fiind alcătuită din două înfășurări ridicătoare de tensiune (a 250—300 V) legate în serie. De fapt, se poate considera că ele reprezintă o singură înfășurare, având însă o priză mediană.

Datele transformatorului de rețea depind de puterea consumată în circuitele alimentate ale radioreceptorului.

Un receptor normal, cu 4—5 tuburi, necesită un transformator de circa 60—70 W.

Acum, iată calculul simplificat al unui transformator de rețea.

Primul element care trebuie cunoscut atunci cînd intenționăm să realizăm un transformator de rețea este *puterea totală necesară alimentării receptorului* (puterea debitată de transformator).

Să presupunem că avem nevoie de un transformator capabil să alimenteze un receptor gen „3+1“, echipat cu două pentode tip 6K7, o pentodă finală 6 П 6 și un tub redresor 5 Ц 4.

Să determinăm mai întîi consumurile tuburilor respective. Consultînd un catalog de tuburi electronice constatăm că tubul 6 П 6 necesită, atît la anod cît și la ecran, o tensiune de 250 V, la un consum, respectiv, de 45 mA și 4,5 mA, iar tuburile 6K7 necesită 250 V la anod și 100 la ecran, consumînd 7 mA și 1,7 mA. În realitate tuburile 6K7 consumă mai puțin, fiind alimentate de cele mai multe ori în montajele obișnuite cu tensiuni ceva mai mici. Eroarea comisă nu afectează rezultatele în mare măsură. Se ajunge numai la o dimensionare ceva mai largă a transformatorului.

Adunînd consumurile tuburilor se obține un curent total de : $45 + 4,5 + 2 \times 7 + 2 \times 1,7 = 70$ mA ; rotunjind prin majorare, se determină *puterea absorbită* în circuitele anodice. $P_a = 0,07 \times 250 = 17,5$ W.

Pentru încălzirea tuburilor se cere o tensiune de 6,3 V la consumurile de 0,45 A (6 П 6) și 0,3 A (6K7) curent alternativ. Însumînd, rezultă o putere absorbită de filamente de $P_f = 1,05 \times 6,3 \approx 7$ W.

Presupunînd că vom monta și beculete pentru scală, care vor consuma $P_b = 2 \times 0,3 \times 6,3 = 3,78$ W, se obține o putere totală absorbită din înfășurarea de încălzire $P_{Tf} = 3,78 + 7 + 10,78$ W.

Tubul redresor 5 Ц 4 necesită la filament o tensiune de 5 V și un curent de 2 A. Puterea necesară pentru aceasta este deci $P_r = 2 \times 5 = 10$ W.

Însumând toate puterile absorbite și înmulțind cifra obținută cu un coefficient acoperitor $K=1,18$, pentru a lăsa astfel în considerare și pierderile ce apar în miezul feros, se obține o putere totală $P_{Ts}=48,28 \times 1,18 \approx 57$ W.

În continuare, trebuie să determinăm secțiunea necesară a miezului transformatorului, pentru că nu orice secțiune a acestuia poate să suporte puterea electrică calculată.

În acest scop utilizăm o formulă cît se poate de simplă:

$$S_{nec} = \sqrt{P_{Ts}}$$

în care:

S_{nec} — secțiunea necesară în cm^2 ;

P_{Ts} — puterea totală din secundar, în wăți.

Înlocuind în formulă, găsim:

$$S_{nec} = \sqrt{57} \approx 8,3 \text{ cm}^2.$$

Secțiunea miezului se determină înmulțind lățimea limbii unei tole, care se introduce în interiorul carcasei (părțile de la mijloc în cazul tolelor E) cu grosimea unei tole (fără stratul izolant de lac sau hîrtie) și numărul total al tolelor.

Presupunând că dispunem de tole „E 25“ (vezi figura 45 a), lăte de 25 mm și groase de 0,5 mm, rezultă că vom avea nevoie de un număr de tole $n=8,3 / (2,5 \times 0,05)=67$ tole.

Mai departe calculăm numărul de spire pe volt, adică numărul de spire necesare pentru a obține tensiunea de un volt. Aceasta se determină cu formula simplificată:

$$\omega_1 V = \frac{50}{S_{nec}} \cdot$$

Înlocuind, obținem: $\omega_1 V = \frac{50}{8,3} \approx 6$ spire pe volt.

Presupunând că transformatorul va trebui să lucreze la reșele de curent alternativ de 110, 120, 185 sau 220 V, rezultă că primarul trebuie bobinat cu prize, ca în figura 50.

Calculăm acum numărul de spire necesare pentru 220 V:

$$\omega_{220} = 220 \times 6 = 1320 \text{ spire.}$$

Prizele se vor face în ordinea crescăndă a tensiunilor, la spira a 600-a, a 720-a și la cea de-a 1 000-a.

Numerele de spire pentru diversele înfășurări ale secundarului vor fi : $w_{250}=2 \times 6 = 12$ spire (pentru 2×250 V) ; $w_{6,3}=8,3 \times 6 \approx 50$ spire (pentru $6,3$ V) și $w_5=5 \times 6 = 30$ spire (pentru 5 V).

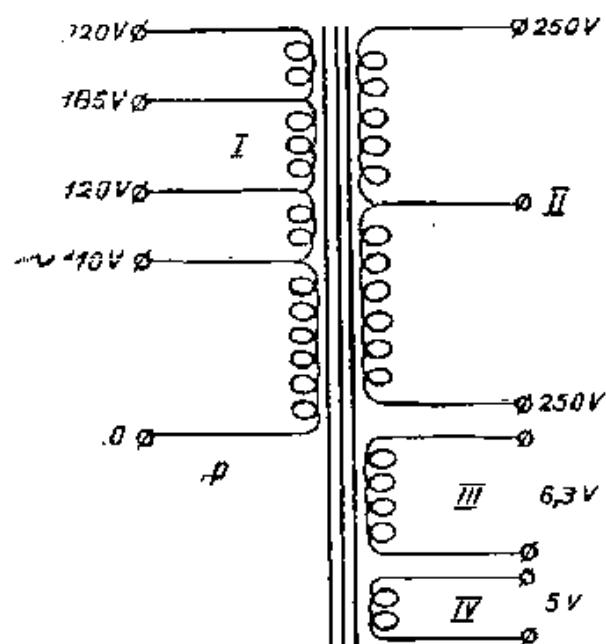


Fig. 50.

Este bine ca numărul de spire din înfășurările secundarului să fie luat cu circa 5% mai mare decât cel rezultat din calcul, pentru a compensa pierderile inerente care apar.

Mai rămâne acum să determinăm grosimea conductoarelor utilizate pentru bobinaj. Aceasta se face în funcție de curentul maxim pe care trebuie să-l suporte conductorul dintr-o înfășurare.

În practică se admite o intensitate de 2 A pe 1 mm^2 de secțiune a conductorului (excepțional $2,5$ sau 3 A). Înțînd cont de aceste valori limitative și utilizându-se relația care dă suprafața cercului ($S_c = \pi \frac{d^2}{4}$),

s-a putut alcătui tabelul IV.

Cu ajutorul acestui tabel se poate determina foarte ușor diametrul conductoarelor din cele patru înfășurări. Astfel, alegind o intensitate de curent de 2 A/ mm^2 se găsesc următoarele diametre :

Pentru primar : curentul maxim $I = P_{T_a}/E = 57/110 = 0,52$ A. Rezultă din tabelul IV un conductor cu diametrul $d = 0,6$ mm. Pentru a face economie, restul înfășurării primare (până la 185 și 220 V) poate fi bobinat cu sîrmă de alte grosimi, care pot fi determinate utilizând aceeași relație de mai sus.

Pentru secundar : înfășurarea de înaltă tensiune ($I_{max} = 0,07$ A) necesită un conductor cu diametrul de $0,22$ mm ; pentru înfășurarea de $6,3$ V ($I_{max} = 1,05 + 0,6 = 1,65$ A) diametrul necesar va fi de $1,0$ mm, iar pentru înfășurarea de 5 V (pentru încălzirea tuburilor redresoare $I = 2$ A) diametrul va fi de $1,2$ mm. Izolația conductorului poate fi în ordinea preferinței, email, mătase sau bumbac.

Odată terminate aceste calcule, suntem în posesia tuturor datelor care determină transformatorul nostru.

Transformatoarele de cuplaj sunt întrebuințate mai des în etajul pre-final (driver) al amplificatoarelor de audiofreqvență cu ieșirea simetrică (push-pull) și mai rar în radioreceptoarele cu amplificare directă (în special în cele alimentate din baterii). Ele servesc pentru a se transfera

Tabelul IV

D (mm)	Secțiunea (mm ²)	Diametru conductor- ului izolat cu email (mm ²)	Iată la densitatea de			Rezist. p. 100 m (ohmi)	Lungimea pentru 1 kg (metri)
			2 A/mm ²	2,5 A/mm ²	3 A/mm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8
0,05	0,00196	0,056	0,004	0,005	0,006	852	55 556
1,0	0,00785	0,111	0,016	0,020	0,024	498	13 928
0,15	0,01767	0,166	0,035	0,043	0,051	228	6 196
0,2	0,0313	0,221	0,063	0,078	0,093	55,7	3 481
0,3	0,0707	0,328	0,141	0,176	0,211	24,8	1 553
0,4	0,126	0,432	0,212	0,313	0,378	13,9	877
0,5	0,196	0,532	0,392	0,490	0,578	8,92	520
0,6	0,281	0,635	0,566	0,707	0,849	6,18	360
0,7	0,385	0,735	0,770	0,963	1,155	4,55	290
0,8	0,503	0,835	1,006	1,260	1,509	3,48	220
0,9	0,636	0,935	1,272	1,590	1,908	2,75	173
1	0,78	1,04	1,570	1,982	2,355	2,33	142
2	3,14	2,08	6,280	7,320	9,420	0,557	35,6
3	7,07	3,1	14,140	17,675	21,210	0,248	15,9
4	12,6	4,15	25,200	31,500	37,800	0,139	10,5
5	19,6	5,2	39,200	49,000	59,000	0,0892	5,7

tensiunea alternativă de audiofrecvență din circuitul anodic al unui tub în circuitul de grilă al tubului următor. Aceasta se realizează conectând înfășurarea primară în circuitul anodic al tubului din etajul anterior și înfășurarea secundară în circuitul grilei de comandă a tubului din etajul următor. Transformatoarele de cuplaj sunt de obicei ridicătoare de tensiune, având rapoartele de transformare cuprinse între 1 : 2 și 1 : 5. Ele se execută pe miezuri fieroase de bună calitate, cu secțiuni de 1,5—3 cm² sau mai mult.

Transformatoarele de înaltă calitate au miezuri formate din tole de *permaloy* sau μ — *metal*.

Numărul de spire din primar este de ordinul a 2 000—4 000 spire, iar cel din secundar depinde de raportul de transformare.

Înfășurările se execută cu conductor de cupru, gros de 0,08—0,15 mm izolat cu email.

Transformatoarele de ieșire. Transformatoarele de ieșire se folosesc frecvent în majoritatea radioreceptoarelor care debitează pe difuzoare dinamice. Rolul lor este, după cum am mai arătat, de a transfierea puterii de audiofrecvență din circuitul anodic al tubului final, la difuzor,

realizînd și adaptarea impedanței (rezistenței în curent alternativ) des-
tul de mare a acestui circuit, la impedanța scăzută a bobinei mobile
a difuzorului.

Raportul de transformare al unor asemenea transformatoare este
cuprins adeseori între 50 : 1 și 80 : 1 ; cu alte cuvinte, avem de-a face
cu transformatoare coborîtoare de tensiune.

Practic, înfășurarea primară a unui transformator de ieșire poate
avea cîteva mii de spire din conductor de cupru emailat, gros de 0,1—
—0,15 mm, iar înfășurarea secundară 50—100 spire tot din conductor
de cupru gros însă de 0,5—0,8 mm izolat cu email.

Miezurile pe care se execută au secțiuni de 2,5—6 cm² și se prevăd
cu un întrefier de 0,2—0,5 mm, pentru a se evita saturarea miezului
datorită trecerii componentei continue a curentului anodic prin prima-
rul transformatorului.

Raportul optim de transformare (*n*) se poate calcula cu ajutorul
relației simplificate :

$$n = \sqrt{\frac{R_a}{R_b}}$$

în care :

R_a — impedanță optimă de sarcină a tubului final în ohmi (poate
fi găsită în catalogul de tuburi electronice) ;

R_b — impedanță bobinei mobile a difuzorului, tot în ohmi (obiș-
nuit cuprinsă între 3 și 15 ohmi).

După aceasta calculăm secțiunea miezului feros al transformatoru-
lui (*S*), în cm², din expresia :

$$S = 10 \sqrt{\frac{P}{f_{min}}}$$

în care :

P — puterea de audiofreqvență debitată de tubul final, în waii ;
f_{min} — frecvența minimă de lucru a transformatorului de ieșire,
în Hz.

În continuare se determină numărul de spire (*W_{tv}*) pentru fiecare
volt ai tensiunii anodice a tubului final, utilizînd formula :

$$\omega_{tv} = \frac{2\ 000}{f_{min}\ S}$$

în care :

f_{min} — frecvența minimă de lucru a transformatorului, în Hz ;

S — secțiunea miezului feros al transformatorului, în cm².

Mai rămâne să se calculeze numărul de spire al celor două înfășurări și diametrul conductorelor utilizate. Numărul de spire al primului (w_p) este dat de relația :

$$w_p = w_{sp} \cdot U_a$$

în care U_a este tensiunea eficace alternativă de audiofrecvență anodică, în volți, iar numărul de spire al secundarului (w_s) se calculează cu formula :

$$w_s = \frac{w_p}{n}$$

Diametrul conductorului înfășurării primare se determină admitînd o intensitate maximă de curent de 1 A/mm^2 , din expresia :

$$d = 1,13\sqrt{I_a}$$

în care :

I_a — curentul maxim anodic al tubului final, în A.

În cazul în care nu se cunoaște impedanța bobinei mobile a difuzorului, se poate improviza un transformator de ieșire „universal” conform datelor următoare :

Secțiunea miezului : $4\dots 5 \text{ cm}^2$. Înfășurarea primară : 2 500 spire conductor de cupru gros de $0,12\dots 0,15 \text{ mm}$. Înfășurarea secundară : 100 spire cu prize din 10 în 10 spire, începînd de la spira 50, folosind conductor gros de $0,5\dots 0,8 \text{ mm}$ izolat cu email. Întrefierul va avea $\pm 2 \text{ mm}$. Cu ajutorul prizelor putem determina, prin tatonări, raportul optim de transformare.

Confecționarea transformatorului nu diferă cu nimic de a unui transformator de cuplaj sau a unuia de rețea (cu excepția existenței întrefierului).

Diametrul conductorului înfășurării secundare se calculează cu aceeași formulă, înlocuind însă pe I_a cu I_s ($I_s = nI_a$).

SURSE DE CURENT ELECTRIC

I. Pile și acumulatoare. Legarea elementelor în serie și în paralel

În primele pagini ale acestei cărți am amintit, în treacăt, cîteva cele mai cunoscute mijloace de producere a curentului electric. Din acestea însă, numai două se aplică deocamdată, pe scară industrială, *mijloacele mecanice*, care produc energia electrică prin transformarea mecanic produs de diverse mașini și *mijloacele chimice*, care transformă energia chimică în energie electrică.

Dintre acestea, cele mai ieșinte și mai comode sunt primele, kilowattii-ore produsi prin intermediul lor depășind copios tot ceea ce dă sursele chimice.

Cu toate acestea, ultimele sunt încă de neînlocuit pentru tranzistorul turistului sau pentru aparatura destinată cuceririi Cosmosului.

Pilele și acumulatoarele constituie cele mai simple surse de energie electrică. Să le trecem în revistă, pe rând.

După cum vă amintiți de la cursul de fizică, cea mai cunoscută și folosită pilă sau element electric este pila Leclanché. Aceasta este constituită dintr-un vas de sticlă, conținând un electrolit special (soluție de clorură de amoniu — țipirig — în apă). În electrolit se află un săculeț sau un vas poros încărcat cu depolarizant (bioxid de mangan 70% și grafit praf 30%), prevăzut la mijloc cu un baston de cărbune de retortă, care constituie polul pozitiv și un cilindru sau o placă de zinc amalgamat (acoperit cu mercur), care formează polul negativ.

Pilele Leclanché nu diferă mult de bunica lor. Cel ce disecă una dintre cele trei pile sau elemente ale unei baterii de lanternă (fig. 51) constată că este alcătuită dintr-un vas cilindric de zinc, în care se află un electrolit și un săculeț cu depolarizant ce conține bastonul de cărbune (polul pozitiv). Aici electrolitul nu mai este lichid, ci viscos (soluția de țipirig a fost îngroșată, pentru a nu se vârsa, amestecind-o cu făină sau agar-agar).

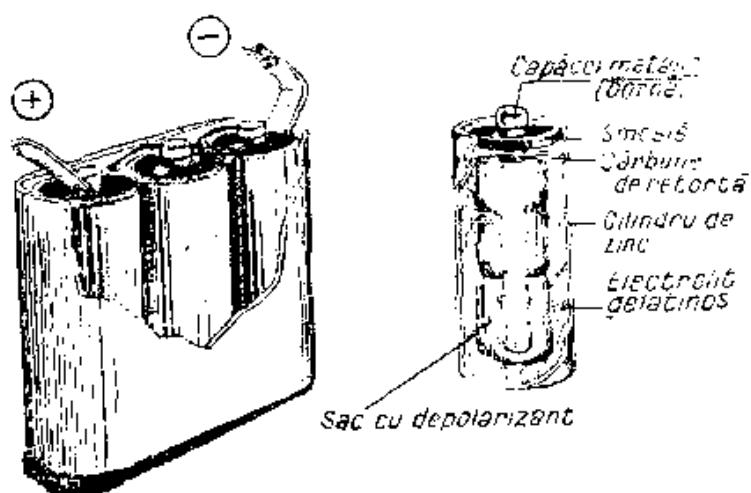


Fig. 51.

Tensiunea livrată de o pilă Leclanché este de 1,5 V, iar intensitatea depinde de dimensiunile sale, de calitatea și sistemul fabricației.

Pilele de acest tip, grupate de cele mai multe ori în baterii de la 45...135 V, sunt folosite drept surse de alimentare anodică pentru receptoarele din categoria respectivă, iar atunci cînd tuburile alimentate fac parte

dintr-o serie mai modernă (de exemplu seria „D”) și au deci un consum redus, ele pot furniza și tensiunea de încălzire a filamentelor. O pilă utilizată în acest scop poate fi văzută în fig. 52.

La radioreceptoarele de baterii, echipate cu tuburi mai vechi (seria K, de exemplu), care necesită pentru încălzire curenti prea mari, utilizarea pilelor în acest scop devine neeconomică. De aceea, cei doi volți necesari încălzirii se obțin din acumulatoare.

Acumulatoarele nu generează energie electrică, ci, după cum arată și denumirea lor, servesc numai la acumularea sau la înmagazinarea acesteia. Cu alte cuvinte, sunt niște rezervoare de electroni. Încărcarea lor se face legindu-le la o sursă de curent continuu, după o schemă anumită.

Acumulatoarele mai des întâlnite pe la noi sunt de două feluri: cu plumb și cu nichel.

Principalele părți ale unui acumulator cu plumb (cu acid sulfuric) sunt: 1 — electrodul pozitiv, constituit din plăci de plumb stăigate ori turnate în formă de grătii, având în alveole pastă din binoxid de plumb (PbO_2) de culoare maro; 2 — electrodul negativ, format tot din lezi de plumb cu grătii, în alveolele acestor electrozi este depus plumb (Pb); 3 — un vas (bac) de sticlă sau material plastic, prevăzut cu un capac (smolit, la bancurile de nichel) cu găuri, prin care ieșă amioniile polilor și se poate face refacerea electrolitului. Tensi-

unui acumulator cu plumb este de aproximativ 2 V pe element. Acumulatoarele din această categorie trebuie încărcate lunar (chiar nu au fost întrebunțate) și ori de câte ori tensiunea unui element este de 1,8 V.

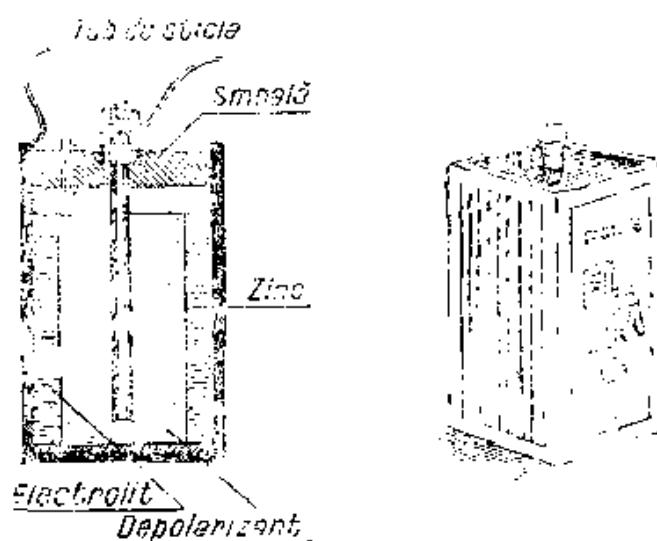


Fig. 52.

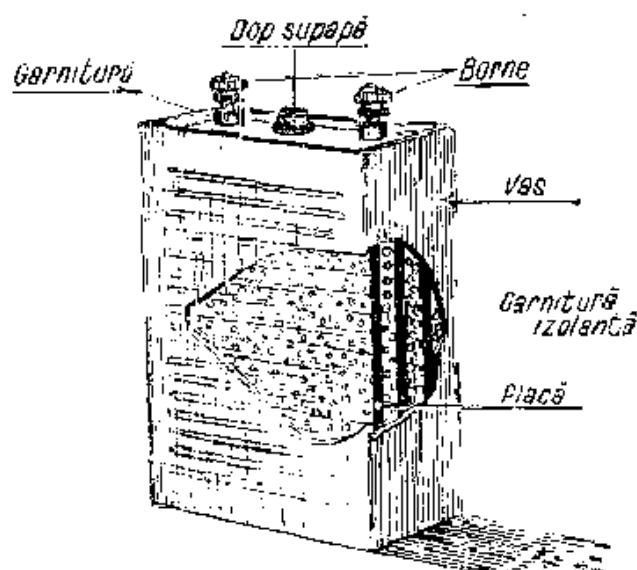


Fig. 53.

Acumulatoarele cu nichel (bazice) sunt de două tipuri: cu cadmiu-nichel și cu fero-nichel. Dintre acestea, primele sunt mai bune.

Un acumulator cu nichel se compune dintr-un vas de oțel nichelat (fig. 53), în interiorul căruia se află cîte un grup de plăci pozitive și negative. Plăcile pozitive sunt constituite dintr-o bandă de oțel nichelat perforată, care conține în alveolele sale pastă de hidroxid de nichel, cu un adăos de 20% grafit. Plăcile negative sunt alcătuite dintr-o bandă de oțel nenichelată, perforată și încărcată cu praf de cadmiv, fier și oxizii lor — la acumulatoarele cu cadmiu-nichel — și cu praf de fier, cu adăos mic de oxid de mercur și alte substanțe — la acumulatoarele cu fero-nichel.

Plăcile de același fel se leagă la un loc cu un conductor, care se sudează apoi la borna aferentă, fixată pe capac prin intermediul unui izolator de trecere din bachelită sau ebonită. Capacul care face parte integrantă din vasul metalic al acumulatorului, mai este prevăzut și cu un orificiu cu filet, astupat cu un dop de construcție specială. Prin orificiu se toarnă electrolitul (hidrat de potasiu), iar dopul face și oficiul de supapă, permitind ieșirea gazelor care se formează în acumulator în timpul încărcării și descărcării, și impiedicind totodată pătrunderea aerului. Tensiunea livrată de un acumulator de acest tip este de cca 1,4 V.

În afară de tensiunea pe care o furnizează, oricare acumulator, indiferent de tip, mai este caracterizat prin *capacitatea sa*, care este cantitatea de electricitate, în amperi-ore, pe care o poate livra după ce a fost încărcat complet. De exemplu, dacă un acumulator poate să furnizeze timp de 48 ore un curent de 1 amper, capacitatea sa este de 48 amperi-ore.

Legarea elementelor. Pilele și acumulatoarele se utilizează mai rar sub formă de elemente și, în general, numai pentru a furniza tensiunea de încălzire necesară tuburilor electronice.

De cele mai multe ori ele se leagă în *baterii*, care permit obținerea unor tensiuni sau curenți mai mari decât poate da un singur element. Gruparea elementelor în baterii este o chestiune elementară pe care trebuie să o cunoască oricine.

Mai multe elemente (pile ori acumulatoare) pot fi legate în *serie* (fig. 54 a), atunci cînd se urmărește obținerea unei tensiuni mai ridicate. În acest caz polul pozitiv al primului element se leagă cu polul negativ al celui de al doilea element, polul pozitiv al celui de al doilea se leagă cu polul negativ al celui de al treilea element și.m.d. Presupunind că s-au legat mai multe elemente în serie, polul pozitiv al primului element și polul negativ al ultimului constituie cei doi poli ai bateriei rezultante. Tensiunea unei asemenea baterii este egală cu tensiunea unui element

înmulțită cu numărul elementelor. Dacă, de exemplu, legăm în serie trei pile de 1,5 V, tensiunea bateriei va fi de 4,5 V. Înălțimea curentului furnizat de o baterie de acest fel este egală cu aceea cîndă de un singur element.

În practică se întâlnesc frecvent situații în care este nevoie ca intensitatea curentului să fie mai mare decât aceea furnizată de un singur

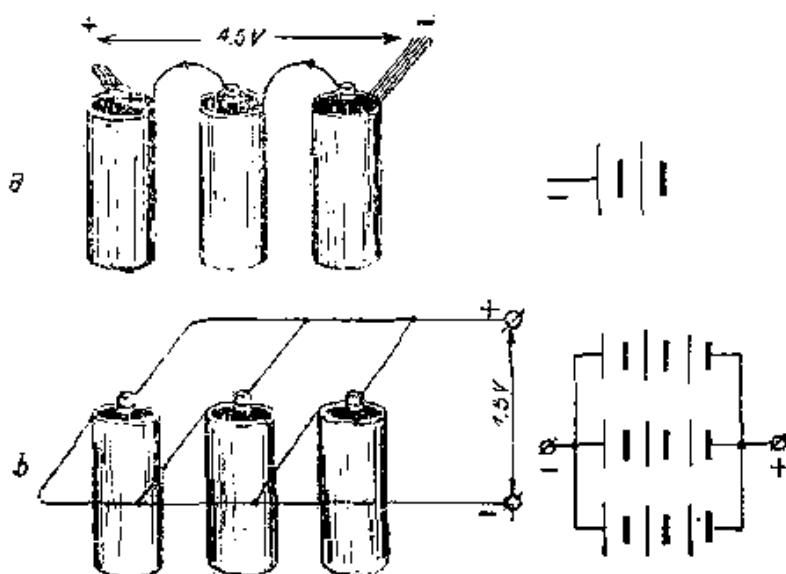


Fig. 54.

element. În astfel de cazuri, soluția o constituie legarea elementelor în paralel sau în derivație (fig. 54 b).

O baterie grupată în acest fel se realizează legînd toți polii pozitivi în un singur conductor și toți polii negativi la alt conductor. Prinul conductoare va fi *plusul*, iar secundul *minusul* bateriei.

Înălțimea curentului livrat va fi egală cu suma intensităților fiecărui element component, iar tensiunea va fi egală cu tensiunea unui singur element. Astfel, dacă se leagă în paralel trei elemente de 1,5 V și 0,1 A, se va obține o baterie de 1,5 V și 0,3 A. În alte cazuri este nevoie să mărească simultan atât tensiunea cât și intensitatea și atunci se va face la gruparea mixtă a elementelor, care constă într-o combinație a celor două sisteme indicate mai înainte.

Astfel, elementele se pot lega la început în serie, în grupe de tensiuni egale, grupă care se leagă apoi între ele în paralel, pentru a obține înălțimea dorită. Bineînțeles că se poate proceda și invers, adică legînd între elementele în paralel, în astfel de grupe egale cîte sunt necesare, și ca, legate ulterior în serie, să poată da tensiunea cerută. Ambele sisteme sunt la fel de bune.

2. Mașini electrice

Prin mașini electrice se înțeleg acele mașini care transformă energia mecanică în energie electrică sau, invers, transformă energia electrică în energie mecanică. Firește că, din punct de vedere al producerii de curenț electric, interesează numai primele.

Mașinile electrice se împart în două mari categorii:

A. *Generatoare electrice*, în care energia mecanică se transformă în energie electrică. Energia mecanică poate fi livrată de un motor cu ardere internă, turbină cu abur sau hidraulică etc.

B. *Motoare electrice*, în care energia se transformă în energie mecanică. Motorul primește energia electrică de la o sursă oricare (de exemplu, de la rețea), iar energia mecanică produsă este folosită în scopuri diferite: la tracțiunea electrică (tramviale, troleibuze, trenuri electrice), la acționarea mașinilor-unei și utilajelor din fabrici și uzine etc.

Mașinile electrice sunt reversibile: orice generator alimentat cu curenț electric se poate transforma — principal vorbind — în motor și, invers, orice motor, antrenat cu un mijloc mecanic oricare, poate produce curenț electric. Din această cauză generatoarele și motoarele electrice nu se deosebesc prea mult între ele, ca aspect exterior și mod de construcție.

Generatoarele electrice pot produce curenț continuu, în care caz sunt denumite *dinamuri*, sau curenț alternativ, cînd se numesc *alternatoare*.

Motoarele electrice pot funcționa, la rîndul lor, funcție de modul de execuție, fie cu curenț continuu, fie cu curenț alternativ.

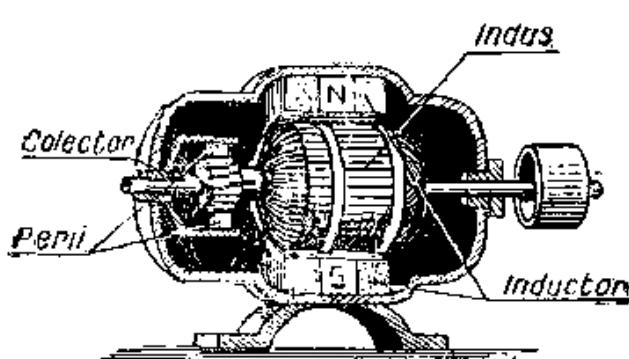


Fig. 55.

Multe bobine. Prin rotirea indușului în interiorul inductorului, în înfășurările indușului ia naștere o forță electromotoare.

Colectorul este un dispozitiv care culege curențul produs și-l dirijează în circuitele de utilizare.

Alternatorul are o alcătuire aproximativă asemănătoare.

Un dinam redus la cea mai simplă expresie, se compune din trei părți principale: *inductor*, *indus* și *colector* (fig. 55).

Inductorul este alcătuit din mai mulți magneti sau electro-magneți, montați în interiorul unei carcase cilindrice. Rolul său este de a produce un cîmp magnetic.

Indusul constă dintr-un miez de fier pe care sunt înfășurate mai

3. Convertizoare și vibratoare

După cum am mai arătat, cele mai multe dintre centralele electrice mari furnizează energie electrică sub forma de curent alternativ. Când este însă nevoie de tensiuni continue se utilizează diverse instalații, care transformă (convertesc) tensiunea alternativă în tensiune continuă.

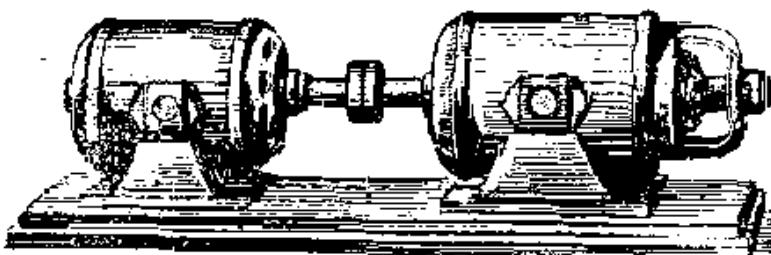


Fig. 56.

Când aceste instalații sunt alcătuite dintr-un grup motor-generator, conținând un motor de curent alternativ, care antrenează indisul (rotorul) unui generator de curent continuu (dinam) se numesc *convertizoare sau comutatrice* (fig. 56).

Avantajul principal al acestor mașini electrice lucrînd în „simbioză” constă în independența totală a tensiunilor din cele două mașini, deoarece înfășurările pot fi alese în mod arbitrar. Randamentul convertizoarelor nu este însă prea mare: el atinge 80...85% la agregatele mari și scade la 50...60% la mașinile de mică putere.

Pentru a ameliora randamentul se construiesc convertizoare cu un singur indis, reprezentînd un motor sincron și un generator de curent continuu cu indis comun. Schema unui convertizor de această familie este arătată în figura 57. Inductoarele N—S sunt alimentate cu curent continuu. Secțiile indisului, executat în scurtcircuit, sunt legate la colector. Pe colector alunecă două perii B_1 și B_2 , care culeg tensiunea continuă. Alături de acestea, de la două puncte diametral opuse ale înfășurării (bobinajului) indisului se iau derivații, care se leagă la două inele D_1 și D_2 , folosite pentru aplicarea tensiunii alternative.

Examinînd distribuția curentului continuu I redată în figură (săgețile simple) și a curentului alternativ i (săgețile duble) în diverse porțiuni ale înfășurării indisului, se constată ușor că, în unele porțiuni ale înfășurării, curenții se adună, iar în unele se scad.

Datorită reversibilității, același convertizor poate să furnizeze curent alternativ dacă este alimentat în curent continuu. Reglînd viteza de rotație se poate obține tensiuni alternative de diverse frecvențe, și această posibilitate este foarte mult folosită în laboratoare. În sfîrșit, dacă se

rotește arborele convertorului cu ajutorul unui motor exterior, convertorul furnizează simultan două tensiuni: una continuu și alta alternativă.

Exploatarea convertizoarelor este însă îngreuiată de necesitatea unui control continuu (pentru ungere, curățarea colectorului și a inelelor de contact etc.).

* * *

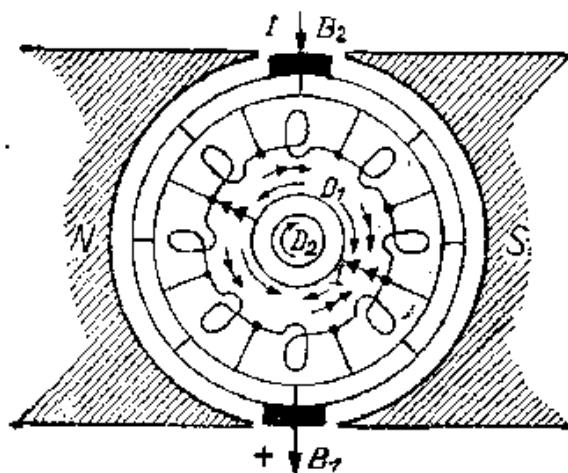


Fig. 57.

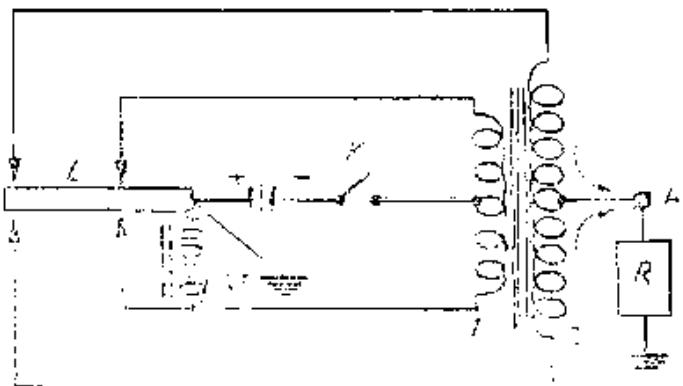


Fig. 58.

Pentru alimentarea instalațiilor transportabile, în special a radioreceptoarelor auto care necesită tensiuni aproximativ mari, se utilizează dispozitive mecano-electromagnetice denumite *vibratori*.

Una din schemele cele mai răspândite este dată în figura 58. Vibratorului i se aplică o tensiune continuă joasă (4—6—12 V) furnizată, în mod obișnuit, de o baterie de acumulatoare. Închizînd întretrerupătorul general K al dispozitivului, electromagnetul M este alimentat și atrage lama L către contactele inferioare; în jumătatea inferioară a înfășurării 1 (primarul) apare un impuls de curent; în același timp electromagnetul este scurtcircuitat și lama se ridică. Deoarece timpul de deschidere este mult mai scurt decît timpul de închidere, în circuitul secundar 2 se induce o forță electromotoare apreciabilă numai la întretrerupere; sensul curentului respectiv este indicat prin săgeată. Ridicîndu-se, lama închide contactele superioare; procesul se repetă, iar curentul de inducție curge, ca și mai înainte, către borna de ieșire A. În modul acesta sarcina R se află sub tensiune înaltă de aceeași polaritate însă pulsatorie. Pulsările înalte de tensiuni sunt „netezite” cu ajutorul unor filtre speciale, pe care le vom studia însă într-un capitol viitor.

Funcționarea vibratorului este identică, practic, cu a bobinei Ruhmkorff.

APARATE ELECTRICE DE MASURA ȘI CONTROL

I. Noțiuni de bază

Reglarea, repararea și experimentarea aparatajului radio implică, în mod obișnuit, efectuarea a numeroase și diferite măsurători electrice.

A măsura o mărime oarecare înseamnă a o compara cu o altă mărime de aceeași natură, luată drept unitate (etalon). De exemplu, cînd măsurăm tensiunea, comparăm valoarea ei cu unitatea de tensiune — VOLTUL, iar cînd determinăm intensitatea curentului, comparăm valoarea acestuia cu unitatea de intensitate — AMPERUL etc.

Măsurarea mărimilor electrice se face cu aparete (instrumente) de măsurat adecvate. Astfel, aparatelor pentru măsurarea intensității curentului se numesc *ampermetre*. Măsurarea mișcărilor de amperi se face cu *miliampermetre*, iar a milionimilor de amperi cu *microampermetre*.

Aparatele care servesc pentru măsurarea tensiunii electrice se numesc *voltmetre*. Tensiunile peste 1 000 V se măsoară cu *kilovoltmetre*, iar mii-mile de volt cu *milivoltmetre*.

Măsurarea rezistențelor electrice se efectuează cu ajutorul *ohmometrelor*.

Funcționarea aparatelor de măsurat mărimi electrice se bazează pe proprietățile curentului electric. Așa, de exemplu, proprietatea curentului de a crea un cîmp magnetic în jurul conductorului pe care-l parcurge se utilizează, după cum vom vedea mai departe, la construirea aparatelor cu sistem magneto-electric și electro-magnetic; proprietatea curentului de a produce căldură la trecerea prin conductoare se folosește pentru construirea aparatelor cu sistem termic etc. Aceste efecte ale curentului electric se transformă, cu ajutorul mecanismului aparatului, într-o deplasare mecanică a indicatorului valorilor mărimii care se măsoară. Acest indicator, în mare majoritate a cazurilor, este un ac, care se rotește pe un ax în așa fel, încît vîrful său să se deplineze de-a lungul unei scale gradate. În practică astfel de instrumente se numesc *aparate cu ac indicator*.

Scala (scara) aparatelor. Indicațiile unui aparat cu ac indicator se citesc pe scara sa. Diviziunile de pe scală se marchează de obicei în valori ale mărimii căreia îi este destinat aparatul: volți, amperi, ohmi etc.

Funcție de sistemul instrumentului, gradațiile scalei pot fi așezate fie la distanțe egale una de celalaltă (scala uniformă), fie la distanțe înegale (scala neuniformă).

Fiecărui interval între două diviziuni vecine de pe scală îi corespunde o valoare bine determinată a mărimii ce se măsoară, care se numește *valoarea diviziunii*.

Rezistența interioară. Majoritatea aparatelor de măsurat sunt astfel construite, încât acele lor indicații se deplasează în momentul în care prin aparat trece un curent (unui curent mai mare corespunzându-i o deviație mai mare a acului, și invers).

În consecință, după valoarea deviației acului indicator se poate aprecia valoarea curentului care trece prin aparat. În felul acesta aparatul de măsură reprezintă un conductor de curent electric și, ca oricare conductor, are și el o anumită rezistență a cărei valoare depinde de construcția și destinația aparatului. Această rezistență se numește rezistență interioară și se exprimă în *ohmi pro volt* (Ω/V), adică în numărul de ohmi care revine fiecarui volt al scalei aparatului.

Forma exterioară a aparatelor. Mecanismul oricărui aparat de măsură se găsește într-o cutie specială, rigidă și etanșă, care-l ferește de deteriorări mecanice și de praf. Funcție de destinația și construcția aparatului, cutiile pot avea diferite forme. Indicațiile aparatului se citesc printr-o deschidere, protejată cu un geam, practicată într-unul din pereții cutiei. În spatele geamului se află scara gradată a aparatului și acul indicator, care se deplasează în fața acesteia.

Conecțarea aparatului la circuitul măsurat se face prin intermediul unor *borne* sau *cleme* speciale, fixate pe aparat.

Aproape toate aparatelor cu ac indicator sunt înzestrate cu un dispozitiv corector care permite așezarea acului exact în dreptul diviziunii zero a scalei. Deoarece acul indicator se deplasează de multe ori de la gradația zero, înainte de măsurare se verifică — obligatoriu — poziția sa și, în cazul observării unei abateri, se reduce acul cu ajutorul corectorului (care are un capăt cu șlit pentru surubelnită) în dreptul diviziunii zero a scalei.

Sistemele aparatelor de măsură. Cele mai răspândite sisteme de aparete de măsură sunt cele magneto-electrice, electro-magneticice și termice.

Aparatele magneto-electrice își bazează principiul de funcționare pe înșușirea conductorului de a se deplasa într-un cîmp magnetic, atunci cînd este parcurs de un curent electric.

Construcția simplificată a unui aparat magnetolectric este arătată în figura 59. La capetele unui magnet permanent (1) sunt fixate piesele polare (2) din oțel moale. Între ele este fixat rigid un miez cilindric de oțel (3). În întregierul dintre piesele polare și miez poate să se rotească liber pe axul (4) o bobină-cadru (5), în care se află miezul de oțel. Bobina se compune dintr-o carcăsă dreptunghiulară din aluminiu, pe care este înfășurată o sîrmă subțire de cupru, izolată. Pe ax (4) este fixat un ac indicator (6), al cărui vîrf se poate deplasa în fața unei scale gradate. Cadrul este menținut în poziția inițială de două arcuri spirale (7), prin care vine curentul de măsurat.

La trecerea curentului electric prin spiralele cadrului se formează în jurul acestuia un cîmp magnetic. Ca rezultat al acțiunii reciproce a acestui cîmp cu cîmpul magnetului permanent, cadrul se va roti într-o parte sau în alta, funcție de sensul curentului care va trece prin el. Deci *aparatele de măsură magnetolectrice servesc numai pentru măsurarea curentului continuu*. La conectarea aparatului la un circuit de curent alternativ, cadrul lui ar trebui să-și schimbe sensul de rotație, în ritmul frecvenței curentului, dar, din cauza inerției sale mecanice mari, chiar la o frecvență foarte scăzută, nu poate urmări schimbările de sens ale curentului, ci rămîne în dreptul gradației zero, reacționînd la aceste schimbări numai prin trepidările acului indicator.

Pentru asigurarea sensului necesar curentului din cadrul, conectarea instrumentului la rețeaua de curent continuu trebuie să se facă în concordanță cu semnele bornelor : (+) și (-).

Aparatele magnetolectrice servesc atât pentru măsurarea curenților, cât și tensiunilor, diviziunile de pe scală fiind marcate, corespunzător, în unități de intensitate de curent (A, mA, μ A) sau de tensiune (kV, V, mV, μ V).

Aparatele magnetolectrice sunt cele mai precise dintre toate instrumentele de măsurat cu ac indicator.

Mărimea erorii, la cele mai bune, nu depășește 0,2% din indicația maximă. În plus, ele posedă o mare uniformitate a scalei și o dependență relativ mică față de cîmpurile magnetice perturbatoare, precum și de temperatură.

Ele au însă limite de măsurare mici. De aceea, pentru măsurarea unor curenți mai mari decît permite scala, se conectează la aparat — în paralel — rezistențe denumite *șunturi*, iar pentru extinderea limitei de măsurare a tensiunilor rezistente adiționale (în serie). Mărimea rezistenței interioare a voltmetrelor de tip magnetolectric poate să atingă valori curente de $20\,000\ \Omega/V$ și chiar mai mult.

Pentru măsurarea curentului alternativ, în aparatele mai complicate se includ dispozitive de transformare (redresare) a acestuia în curent continuu.

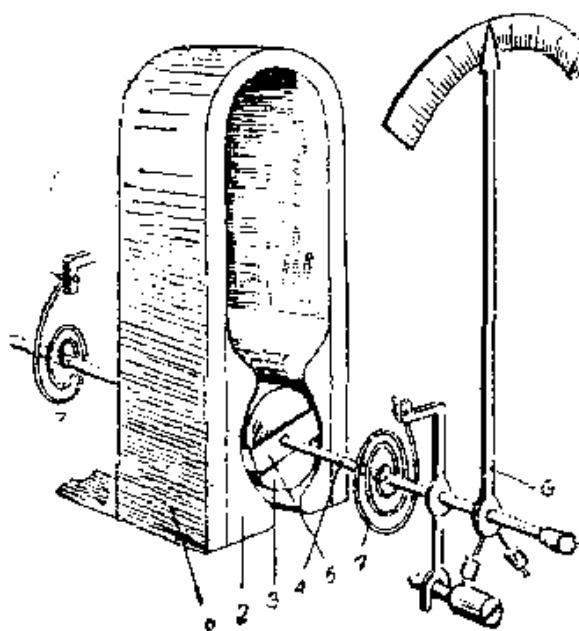


Fig. 59.

Aparatele electromagnetice funcționează datorită acțiunii cîmpului magnetic creat de curentul măsurat asupra unui miez de oțel moale.

Construcția unui astfel de instrument este reprezentată schematic în fig. 60. Partea mobilă a acestui instrument este constituită dintr-un disc (1) din oțel moale, care rotindu-se în jurul axului, poate să intre

în interiorul unei bobine plate (2). Unghiul de rotație al discului este indicat pe scală de către un ac (5) fixat rigid pe disc, care este menținut în poziția de repaus printr-un arc spiral (nefigurat în schemă). Pistonașul (4) legat de acul indicator, contribuie la amortizarea rapidă a oscilațiilor acului prin deplasarea în interiorul unui cilindru curb (3).

Atunci cînd prin spirele bobinei trece un curent, în jurul ei ia naștere un cîmp magnetic, sub acțiunea căruia discul începe să fie atras spre interiorul bobinei, rotindu-se simultan în jurul axului. Cu cît curentul care trece prin bobină este mai mare, cu atît discul este atras mai adînc în inter-

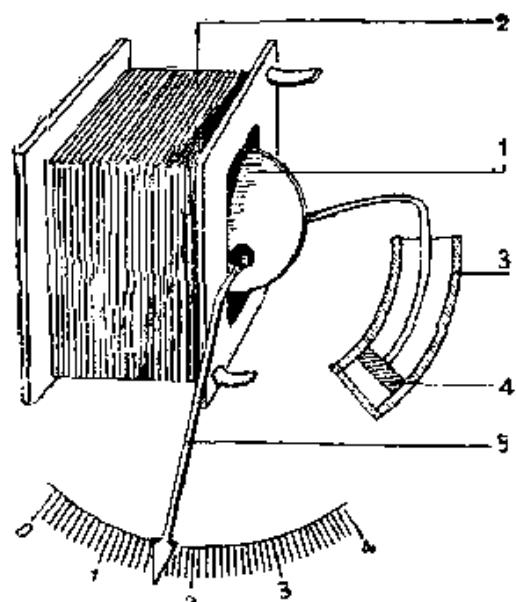


Fig. 60.

riorul bobinei și acul indicator, solidar cu el, va devia cu un unghi mai mare. Astfel, după unghiul de deviație al acului se poate aprecia valoarea curentului care trece prin bobină sau tensiunea sub acțiunea căreia curentul trece prin bobină.

Scala aparatelor electromagnetice este neuniformă, diviziunile fiind mai apropiate între ele la începutul și la sfîrșitul acesteia.

Devierea acului indicator producîndu-se întotdeauna în același sens (îndiferent de sensul curentului din bobină), aceste aparete se folosesc atât pentru curent continuu, cât și pentru cel alternativ. Trebuie, însă, reținut că acțiunea pe care o are cîmpul magnetic al bobinei aparatului asupra miezului depinzînd de frecvența curentului măsurat — devenind mai slabă la creșterea acesteia — acul indicator, la frecvențe relativ înalte, nu va devia, deși în bobină există curent. Din această cauză aparatelor electromagnetice nu pot servi decît la măsurarea curentului alternativ de joasă frecvență, indicațiile lor fiind corecte numai pentru frecvența la care au fost etalonate (de obicei 50 Hz). Din același motiv, indicațiile instrumentului fiind diferite de la curent continuu la curent alternativ, pe scalele aparatelor din această categorie se gradează două rînduri de diviziuni: un rînd pentru curent continuu (c.c.=) și un rînd pentru curent alternativ (c.a.~).

Indicațiile aparatelor electromagnetice sunt mai puțin precise decât ale celor magnetoelectrice: în medie eroarea lor atinge $1\cdots 1,5\%$, din indicația maximă. De asemenea, rezistența lor interioară redusă (cca. $100\Omega/V$) le face puțin sensibile și, ca atare, neindicate pentru măsurarea tensiunilor din aparatajul radio (cu excepția tensiunii rețelei de alimentare, a încălzirii tuburilor electrice a acumulatoarelor etc.). În plus, datorită dependenței indicațiilor acestei familii de apărate de influența cîmpurilor magnetice exterioare, la efectuarea măsurătorilor trebuie să avem grijă ca în apropierea aparatului să nu existe conductoare prin care circulă curenti considerabili.

Aparatele termice sunt construite pe principiul alungirii unui fir metallic datorită încălzirii acestuia prin trecerea curentului electric.

Alcătuirea schematică a unui instrument termic este dată în figura 61. Între două suporturi izolante (1) este întins un fir subțire, calibrat (2), executat de obicei din aliaj de platină și iridiu, de care este fixat încă un fir de întindere (3), care trage în jos primul fir.

De firul de întindere este legat un fir de mătase (4), trecut peste un tambur mic (5), de care este fixat acul indicator (6). Capătul firului de mătase este prins de un arc (7).

La trecerea curentului prin firul calibrat, acesta se încălzește și se alungește, căpătind o „sägeată”. Din această cauză arcul va trage firul de mătase, care, înfășurat fiind pe tambur, va roti tamburul și, odată cu el, acul indicator, care se va deplasa spre dreapta scalei. Valoarea curentului care trece prin fir sau a tensiunii sub acțiunea căruia trece acest curent se apreciază în raport cu unghiul de deviație a acului.

Cu toate că, în principiu, este posibil să se măsoare cu acest tip de apărate atât intensitatea curentului cât și tensiunea, ele sunt utilizate în practică numai pentru măsurarea intensității curentului, deoarece rezistența lor interioară nu depășește $6\cdots 10\ \Omega/V$.

Aparatele termice pot fi folosite atât la măsurarea curentului continuu, cât și a celui alternativ, chiar de radio-frecvență, deoarece întinderea

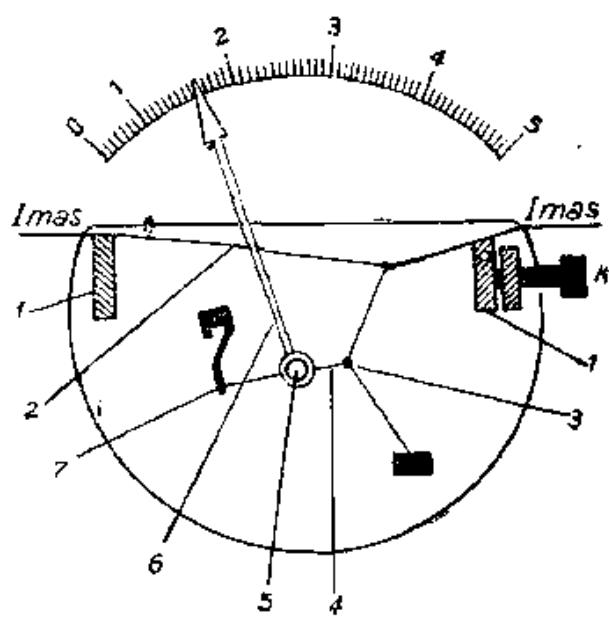


Fig. 61.

firului care, după cum am spus, condiționează funcționarea unui astfel de aparat, se produce la încălzirea lui atât cu curent continuu, cât și cu curent alternativ.

Când se încreză cu aparete termice trebuie să se țină seama de faptul că suprasarcina cea mai neînsemnată de curent poate provoca arderea instantanea a firului, care are un diametru foarte mic (de ordinul 0,03 mm).

2. Măsurarea intensității curentului

Pentru măsurarea intensității curentului într-un circuit oarecare, se conectează aparatul (ampermetrul, miliampermetrul etc.) în *serie* cu circuitul (fig. 62). Curentul care trece prin circuit va trece în acest caz și prin aparat. Deci mărimea curentului din circuit poate fi apreciată după unghiul de deviație a acului indicator.

Dacă rezistența interioară a instrumentului va fi mare, prin conectarea lui în circuit se va micșora simțitor intensitatea curentului care parurge circuitul (deoarece rezistența totală a circuitului va crește) și aparatul va indica o intensitate mai mică decât aceea pe care ar avea-o curentul în lipsa aparatului. Deci, cu cît rezistența interioară a acestuia este mai mică, cu atât mai aproape de realitate vor fi indicațiile sale.

3. Măsurarea tensiunii curentului

În figura 63 se arată modul de conectare a aparatului pentru măsurarea tensiunii (a voltmetrului) în diferite porțiuni ale unui circuit. După cum observați, aparatul se conectează în *paralel* (derivație) în punctele

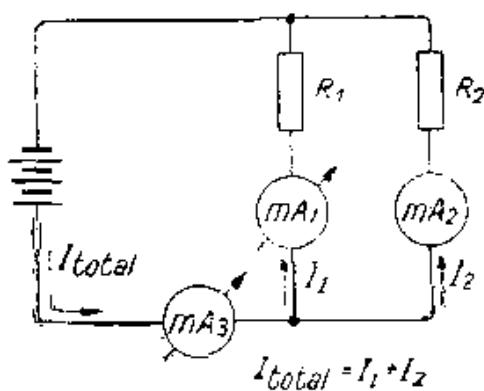


Fig. 62.

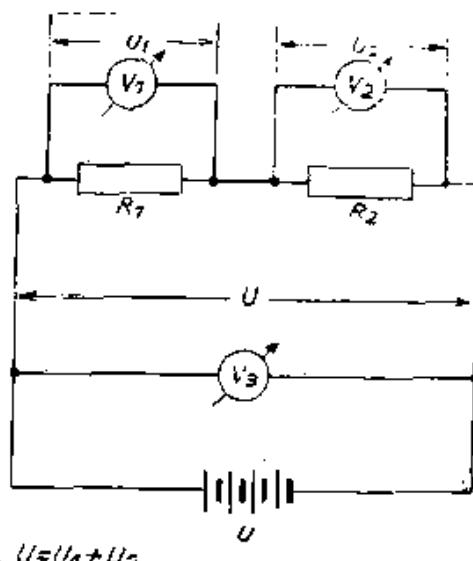


Fig. 63.

între care urmează să se măsoare diferența de potențial (tensiunea). Sub acțiunea acestor diferențe de potențial, prin aparat va trece un curent care va provoca deviația corespunzătoare a acului indicator; după valoarea acestei deviații ne vom putea da seama și de valoarea diferenței de potențial dintre punctele în care a fost conectat instrumentul. Cu cît această valoare va fi mai mare, cu atât va trece prin aparat un curent mai mare și cu atât mai mare va fi deviația acului, și invers. Dacă rezistența interioară a instrumentului, care se conectează în paralel cu o porțiune dată a circuitului, va fi mică în comparație cu rezistența acelei porțiuni, conectarea unui astfel de instrument va micșora simțitor valoarea rezistenței totale între punctele de conectare a instrumentului, din care cauză tensiunea între aceste puncte va scădea de asemenea, instrumentul indicând tocmai această tensiune scăzută. Este evident deci, că un instrument cu o rezistență interioară mai mare nu va modifica atât de mult rezistența totală a porțiunii de circuit măsurate și, ca atare, nu va denatura peste limitele admisibile — în practică — valoarea reală a tensiunii.

4. Măsurarea rezistențelor

Măsurarea rezistențelor se efectuează determinând simultan, cu un ampermetru sau miliampermetru și cu un voltmetru, curentul care trece prin rezistență de măsurat și căderea de tensiune care se produce în rezistență datorită curentului respectiv (fig. 64).

Valoarea rezistenței se calculează apoi cu ajutorul formulei binecunoscute :

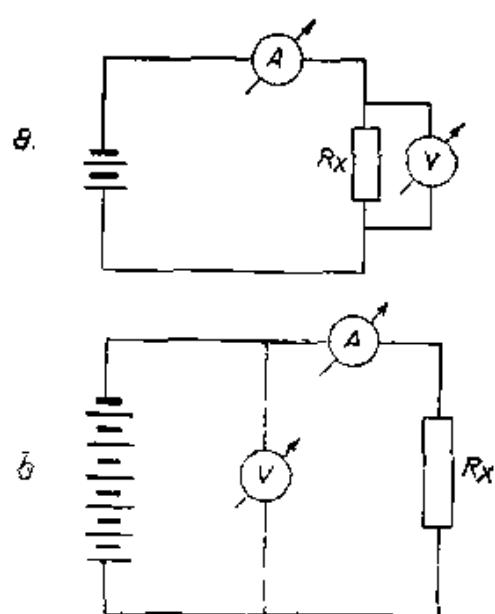
$$Rx = \frac{U}{I}.$$

În practică valoarea rezistențelor se măsoară mai rapid cu ajutorul unui aparat denumit *ohmmetru* care este alcătuit dintr-un voltmetru și o sursă proprie de curent continuu (o pilă electrică). Scala voltmetrului este etalonată direct în ohmi (fig. 65), valoarea rezistenței măsurate fiindu-se direct.

Schema unui ohmmetru simplu este indicată în figura 66. Cu bornele și 2 scurtcircuite, voltmetrul va indica la capătul scalei (în dreapta) căderea tensiune a bateriei; prin urmare diviziunea care corespunde rezistenței zero pe scala ohmilor se va marca cu zero.

În cazul bornelor libere, ceea ce corespunde cu conectarea la ele a rezistențe cu o valoare infinit de mare, acul indicator al voltmetrului

trului nu va devia, ci va rămâne la zero; prin urmare diviziunea zero a scalei va corespunde unei valori infinit de mari a rezistenței măsurate, din care cauză ea se marchează cu semnul infinit (∞).



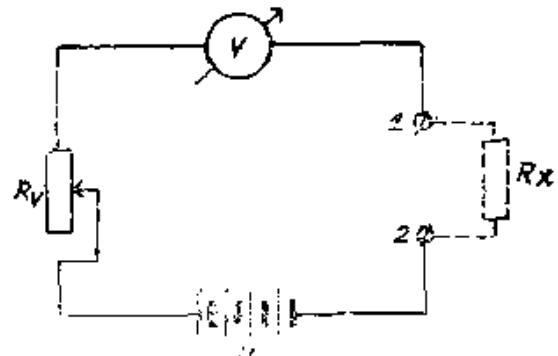
8. Schema pentru măsurarea rezistențelor mici

9. Schema pentru măsurarea rezistențelor mari

Fig. 64.



Fig. 65.



R_x = rezistență ce măsurat
 R_V = rezistență pentru educerea acoului
 la zero, cind V scade (prin ușoară)

Fig. 66.

Celelalte diviziuni ale scalei ohmilor se marchează în punctele pînă la care deviază acul la măsurarea rezistențelor precise cu care se face etalonarea. Aceste gradații sunt așezate pe scală neuniform.

5. Mavometrele

Mavometrele sunt aparete de măsură căre, folosind același miliampermtru indicator, pot să măsoare, pe scale diferite, tensiuni, intensități sau rezistențe, prin simplă comutare a unor rezistențe în circuitul instrumentului. Pentru măsurarea curentilor și tensiunilor alternative, mavometrele sunt prevăzute cu o celulă de redresare (cu cuproxid sau seleniu), iar pentru a face și oficiul de ohmmetru, dispun și de o sursă proprie de curent continuu.

Organizarea intimă a unui astfel de aparat este arătată în figura 67. După cum se observă, el poate fi construit ușor, cu condiția procurării unui miliampmetru precis, cu scara 0...1 mA și rezistență internă de $50\ \Omega$.

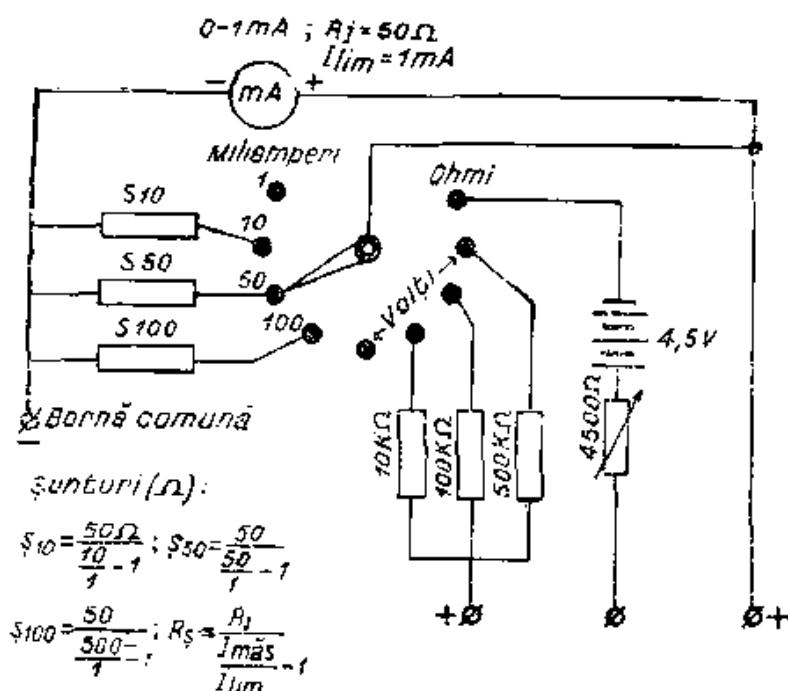


Fig. 67.

OSCILAȚIA ȘI CIRCUITELE OSCILANTE

I. Noțiuni generale despre oscilații

Printre părțile componente de importanță capitală ale aparatelor de radioeranisie și recepție se numără și așa-numitele *circuite oscilante* în care iau naștere sau sunt induși curenți alternativi de radiofrecvență.

Pentru a ne face o idee mai clară despre aceste circuite, vom vorbi mai întâi despre produsul lor: *oscilațiile electrice*, pe care le-am mai amintit, sumar, cu ocazia studierii curentului electric alternativ. Pentru o mai ușoară înțelegere vom porni însă, ca și altădată, de la echivalentul mecanic al acestor fenomene: *oscilația mecanică*.

Dintre nenumăratele tipuri de oscilații întâlnite în natură, oscilațiile mecanice sunt, desigur, cele mai cunoscute.

Pentru a le înțelege vom apela la un pendul (fig. 68), adică la o greutate suspendată de un fir. În mod normal, pendulul stă vertical, într-o poziție de echilibru (de repaus). Dacă înclinăm pendulul cu mâna într-o parte și apoi îl dăm drumul, greutatea începe să coboare, însă nu se

oprește în poziția de echilibru, ci trece în partea cealaltă, apoi se întoarce executând în continuare o serie de mișcări de o parte și de alta a poziției sale de echilibru.

Mișcarea pendulului din poziția 1 în poziția 2 și înapoi, în poziția inițială, se numește *oscilație*, fiind, din punct de vedere matematic, identică cu oscilația explicată cu ajutorul cercului trigonometric atunci cînd am vorbit despre curentul alternativ.

Oscilațiile pendulului se numesc *libere* deoarece iau naștere numai datorită energiei primite de acesta la început (prin ridicarea din poziția de echilibru în poziția 1), fără ca după aceasta să mai intervină o forță din afară.

Depărtarea maximă a pendulului față de poziția de echilibru se numește *amplitudine*. În timpul mișcării pendulului amplitudinea oscilațiilor se reduce mereu, pînă ce pendulul se oprește. Aceste oscilații, a căror amplitudine scade cu timpul, se numesc *amortizate* (fig. 69). Amortizarea oscilațiilor pendulului se datorează faptului că energia înmagazinată de pendul inițial se consumă prin frecarea axului (în punctul de fixare) și pentru învingerea rezistenței aerului.

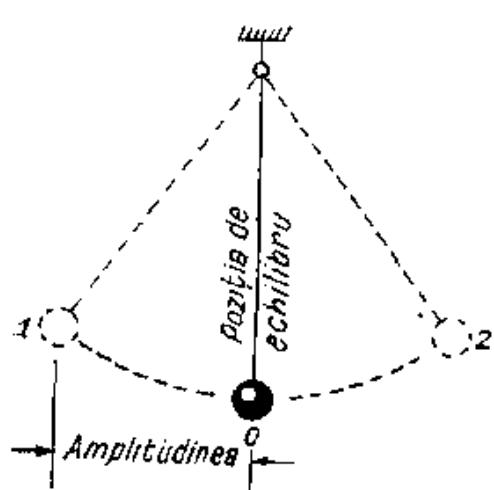


Fig. 68.

Fig. 69.

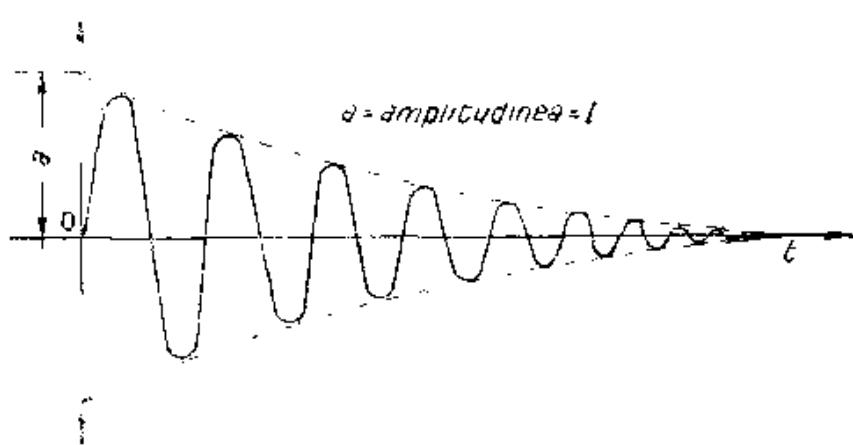


Fig. 69.

Reamintindu-ne că timpul în care se efectuează o oscilație se numește *perioadă* (T), vom sublinia că aceasta depinde de lungimea pendulului : cu cât sirul este mai scurt, cu atît perioada este mai mică, și invers. Așadar, perioada nu depinde de amplitudine : în timp ce ampli-

judineea scade mereu, perioada oscilațiilor rămâne aceeași, pentru un pendul de lungime constantă. Numărul de oscilații pe secundă se numește *frecvență* (*f*).

După cum am arătat, oscilațiile libere ale unui pendul sunt amortizate. Dacă vom împinge însă din cînd în cînd pendulul cu mîna, vom

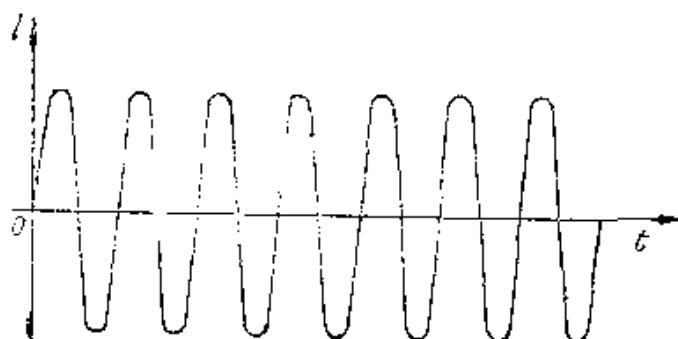


Fig. 70.

obține *oscilații neamortizate sau întreținute* (fig. 70). Aceste oscilații vor dura atîta timp cât acționăm asupra pendulului, completînd periodic energia pierdută, iar amplitudinea lor va rămîne aproape aceeași.

Oscilațiile electrice. Vorbind despre curentul alternativ, arătăm că el se caracterizează prin curgerea electronilor cînd într-un sens, cînd într-altul ; cu alte cuvinte, curgerea lor „pendulează“ dintr-o parte într-alta, adică *oscilează*.

În radio, curenții alternativi, adică oscilațiile electrice, se produc cu ajutorul dispozitivelor menționate la începutul acestui capitol : circuitele oscilante.

2. Circuite oscilante

Un circuit oscilant (închis) se compune dintr-o bobină *L* și un condensator *C* (fig. 71).

Să examinăm acum funcționarea unui circuit oscilant prin comparație cu oscilațiile mecanice ale unui pendul (fig.72).

A. Pentru început încărcăm condensatorul *C* la o tensiune *U*, conectîndu-l la o sursă oarecare de curent continuu (de exemplu o pilă electrică). În acest fel una din armăturile sale devine pozitivă, iar cealaltă negativă. Deci, condensatorul a înmagazinat o cantitate de energie, întocmai ca un pendul care, scos de o forță exterioară din poziția de echilibru, posedă o energie potențială.

B. Legind condesatorul la bornele bobinei, el începe să se descarce, iar în bobină va lua naștere un curent. Tensiunea dintre armăturile condensatorului scade pînă la zero, pe măsură ce intensitatea curentului din bobină crește. Astfel energia condensatorului se transmite acum bobinei.

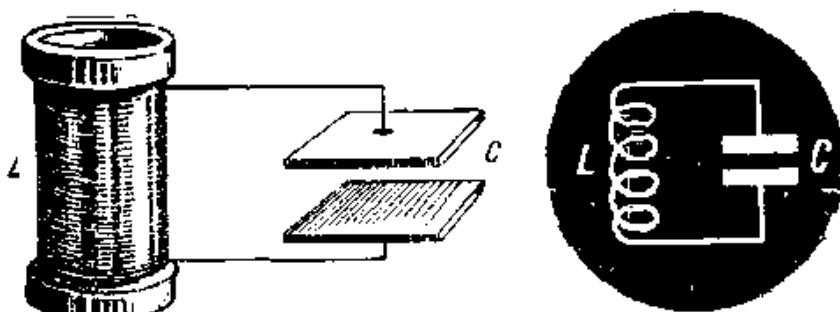


Fig. 71.

La fel se petrec lucrurile la pendul care, începîndu-și oscilația, își transformă energia potențială în energie cinetică (de mișcare), care e maximă în momentul cînd pendulul trece prin poziția de echilibru (cînd viteza sa e maximă).

C. Deși tensiunea condensatorului a ajuns la zero, curentul continuă să circule, fiind întreținut de energia înmagazinată acum în bobină. Curentul încarcă din nou condensatorul, însă de data aceasta în sens invers față de polarizarea inițială (semnele armăturilor se inversează). Deci, energia înmagazinată de bobină este redată condensatorului. și la pendul fenomenul se petrece asemănător: datorită energiei cinetice (inerției) el nu se oprește în poziția de echilibru, ci continuă deplasarea în partea opusă.

D. Condensatorul începe acum să se descarce, iar prin bobină circulă un curent de sens invers celui dinainte. La sfîrșitul acestei operații condensatorul este complet descărcat, iar energia se acumulează în bobină. Fenomenul este identic cu cel petrecut în poziția B, însă sensurile (semnele) curentilor și tensiunilor indicate prin curbele de variație a intensităților (I) și a tensiunilor (U) sunt inverse.

E. În această poziție curentul, întreținut de energia acumulată în bobină, încarcă iarăși condensatorul C , găsindu-se din nou în situația inițială, după cum rezultă din examinarea polarizării condensatorului și a curbelor I și U .

Cu aceasta ia sfîrșit un ciclu de variații, adică se termină o oscilație completă atât la pendul, cât și la circuitul oscilant. Bineînțeles, fenomenul se repetă, producîndu-se a doua oscilație, apoi a treia etc., în circuit luînd naștere curenti alternativi, adică oscilații electrice.

În realitate, aceste fenomene nu se produc la infinit, întrucât ca și în cazul pendulului, în circuit apar pierderi electrice (în conductoare, în bobină, în dielectricul condensatorului etc.) care duc la amortizarea oscilațiilor.

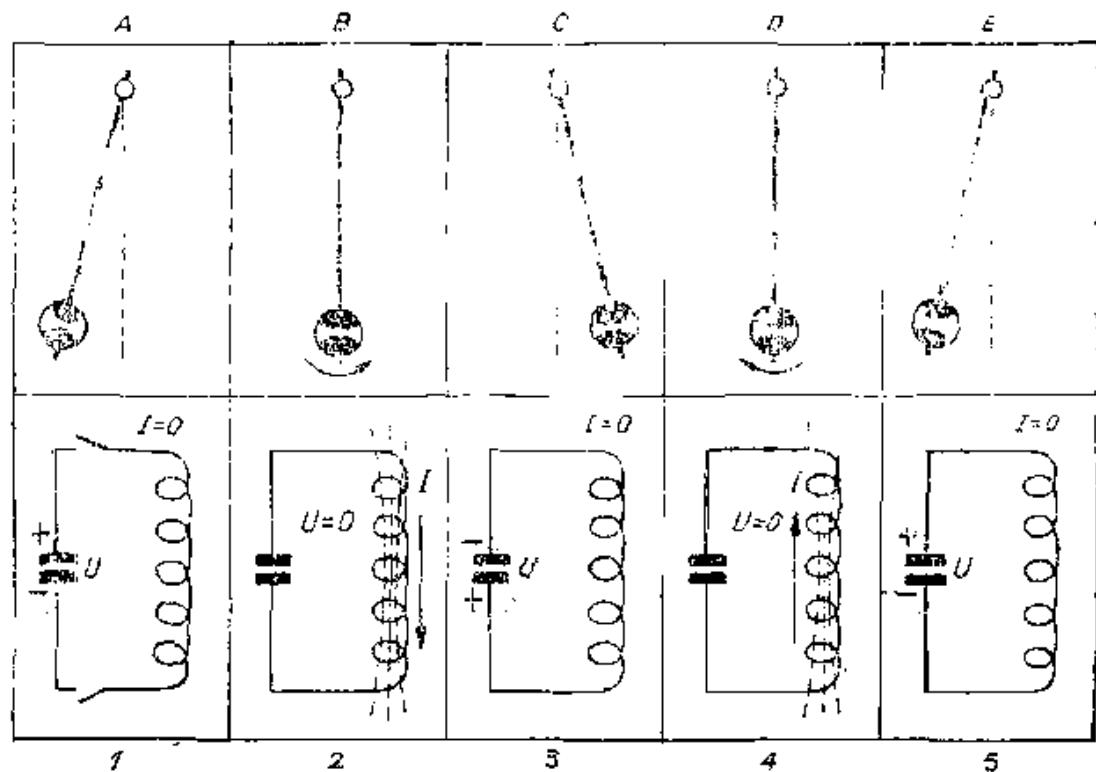


Fig. 72.

Dar după cum frecvența oscilațiilor unui pendul depinde de lungimea acestuia, tot așa oscilațiile produse de un circuit oscilant au o anumită frecvență, numită *frecvență proprie de oscilație* care depinde de capacitatea condensatorului și de inductanța bobinei.

Cu cât capacitatea condensatorului și inductanța bobinei sunt mai mari, cu atât frecvența oscilațiilor produse va fi mai mică și viceversa. De unde rezultă, deci, că frecvența oscilațiilor produse de un circuit oscilant poate fi modificată după dorință, alegind valori potrivite pentru capacitatea condensatorului și inductanța bobinei.

Această operație se numește *acordarea circuitului oscilant* și, în practică, se realizează mai ușor prin folosirea condensatoarelor variabile, și a bobinelor cu inductanță variabilă (cu miezuri ajustabile sau de tip variometru).

Frecvența proprie a circuitului oscilant, denumită și *frecvență de rezonanță* se calculează cu ajutorul formulei lui Thomson:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Pentru a lămuri noțiunea de rezonanță, ne vom aminti că oscilațiile libere se amortizează în timp scurt. Pentru a avea oscilații întreținute (permanente), trebuie să introducem periodic în circuit o energie din afară. Atunci cînd frecvența oscilațiilor din circuit devine egală cu frecvența oscilațiilor din exterior, se produce însă un fenomen foarte interesant și, după cum se va vedea, de importanță inestimabilă: amplitudinea oscilațiilor din circuit capătă o valoare foarte mare. Acest fenomen se numește *rezonanță*.

O analogie sugestivă a rezonanței electrice o oferă rezonanța acustică: se știe că sunetul unui diapazon (care este tot o oscilație) este mult întărit dacă se fixează pe o cutie (rezonator) dimensionată pentru a vibra (oscila) cu aceeași frecvență. Pe acest principiu se întemeiază, de altfel, execuția tuturor instrumentelor muzicale cu corzi, de la vioară la contrabas, și a multor altora încă.

Formula lui Thomson a fost dedusă plecînd de la faptul că într-un circuit oscilant în care apar oscilații libere, reactanța inductivă a bobinei X_L este egală cu reactanța capacativă X_C a condensatorului:

$$X_L = X_C \text{ sau } L\omega = \frac{1}{C\omega},$$

Cînd această relație e satisfăcută, spunem că circuitul este *acordat*, impedanța sa este minimă și egală numai cu rezistența ohmică a circuitului considerat, întrucît se anulează paranteza de sub radical din formula generală a impedanței:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}.$$

Relația $L\omega = \frac{1}{C\omega}$ se poate scrie: $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 2\pi f$, de unde rezultă tocmai formula lui Thomson dată mai sus:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Un circuit oscilant — acordat pe o frecvență oarecare — este caracterizat prinr-o anumită *curbă de rezonanță* (A sau B din figura 73).

Aceasta constă din repartizarea grafică a valorilor intensității sau ale tensiunii alternative, funcție de frecvența proprie a circuitului considerat.

Când inductanța și capacitatea circuitului sunt legate în paralel cu sursa de oscilații forțate (reprezentată printr-un generator de c.a.), rezonanța corespunde unui minimum de curent și maximum de tensiune

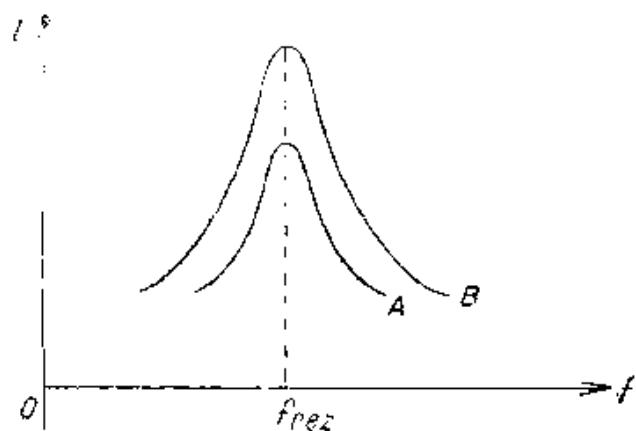


Fig. 73.

la bornele circuitului (fig. 74 — rezonanță *paralelă* sau *de curent*), iar cînd acestea sunt conectate în serie cu generatorul de oscilații întreținute (rezonanță *serie* sau *de tensiune*) alura curbei este cea indicată în figura 75.

Cu cît rezistența circuitului oscilant este mai mică, cu atît curba de rezonanță este mai „îngustă” și ca atare, *selectivitatea* circuitului mai ascuțită.

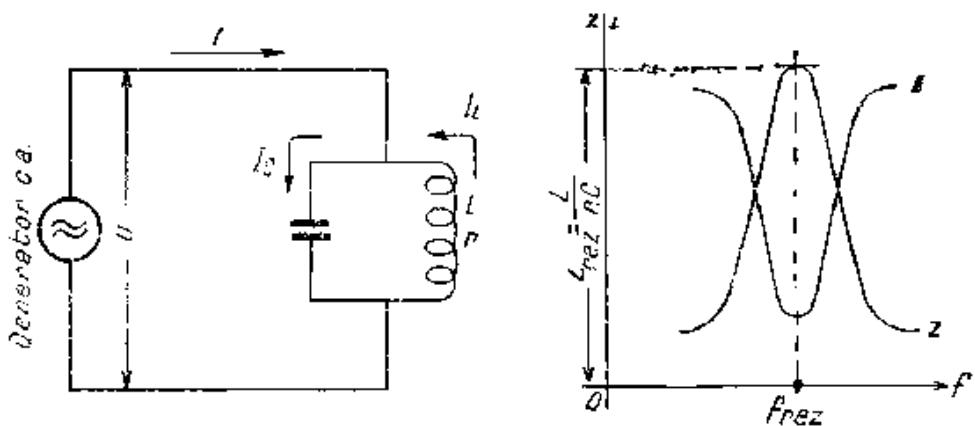


Fig. 74.

Prin selectivitate trebuie să înțelegem acea însușire a unui circuit oscilant care-i permite să intre în rezonanță maximă pentru un cîmp de frecvență cît mai îngust, ceea ce, în cadrul unui radioreceptor, se traduce printr-o putere de „separare” mărită a diverselor stații de radioemisie recepționate.

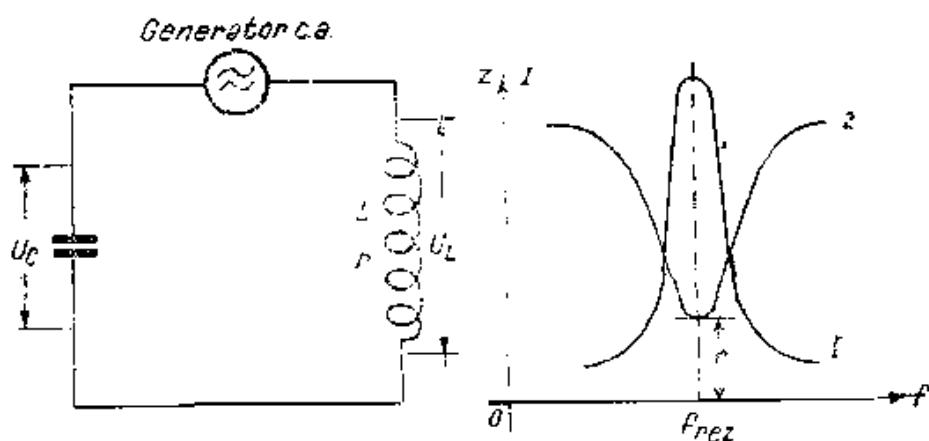


fig. 75.

3. Cuplarea circuitelor oscilante

În majoritatea montajelor radio pot fi întîlnite circuite oscilante (rezonanțe) „asociate” sau — mai exact — *cuplate* între ele. Cuplajul poate fi *direct* sau *galvanic* (capacitiv, inductiv sau rezistiv), *indirect* (capacitiv, electrostatic) și, în fine, *electromagnetic*.

Se pot realiza, de asemenea, și cuplaje mixte. După cum am mai arătat în capitolul anterior, în circuitele cuplate bobinele fiind paralele, oscilațiile ce se nasc într-una din ele se transmit celeilalte (fig. 76). Cînd cele două bobine sunt apropiate, cuplajul circuitelor este numit *strîns*, iar cînd ele sunt mai îndepărtate, *slab* sau *larg*.

Cuplajul indirect ori direct capacitiv oferă o selectivitate înaintată și este utilizat în aproape toate filtrele de bandă — după cum vom vedea — de la intrarea radioreceptoarelor.

În cuplajul cel mai obișnuit — cuplajul electromagnetic Tesla sau Bourne (fig. 77), utilizat pentru transformatoarele de radiofrecvență — valoarea cuplajului poate fi schimbată prin modificarea distanței dintre bobine. *Coeficientul de cuplaj* (k) depinde, după cum știm, de fluxul produs de bobina primară asupra celei secundare.

Transferul maxim de energie de la primar la secundar nu coincide cu cuplajul maxim, ci este oferit de un *cuplaj critic* (k_{crit}).

Prin schimbarea cuplajului variaza, nu numai transferul de putere ci se schimbă totodată și aspectul curbei de rezonanță a circuitului secundar (fig. 78). Astfel, în cazul unui cuplaj slab, se obține o curbă de mică amplitudine (A), iar în momentul atingerii cuplajului critic, o curbă

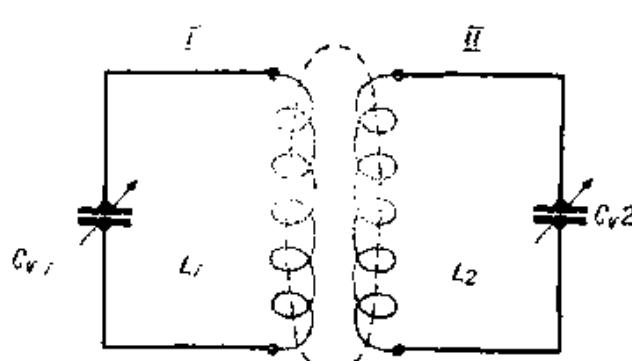


Fig. 76.

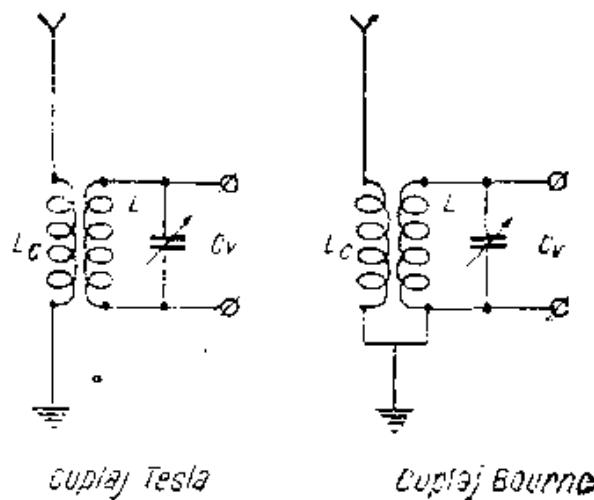


Fig. 77.

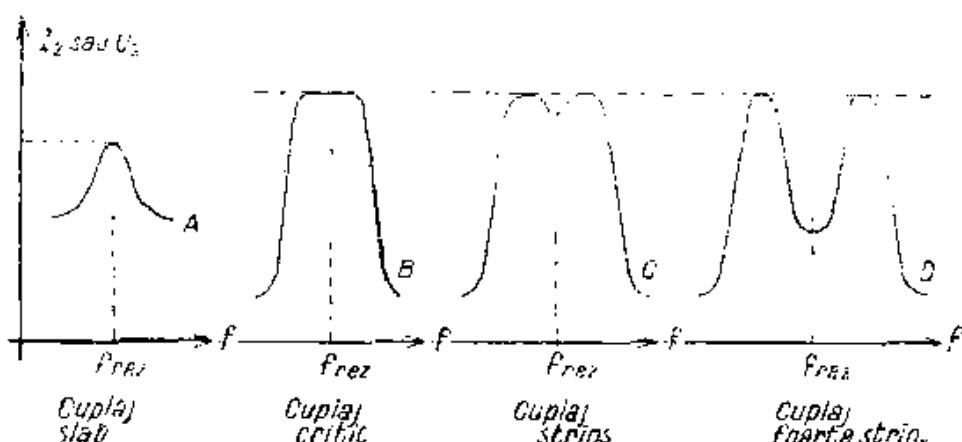


Fig. 78.

optimă (B), după care curba se întește treptat pînă capătă aspectul unei „duble cocoase de cămilă” (C și D). Această ultimă situație este foarte nedorită și, în consecință, se evită atunci cînd se execută cuplarea unor circuite oscilante.

4. Ecranarea circuitelor

Prin *ecranare* sau *blindare* se înțelege, în termeni electronici, protejarea unui circuit față de acțiunea parazită a altui circuit, cu ajutorul unor plăci sau țesături metalice numite *ecrane* sau *blindaje*.

Ecranele pot servi atât pentru înălțurarea cuplajului inductiv, cât și pentru a celui capacativ. Pentru evitarea cuplajului inductiv, în cazul frecvențelor joase, se folosesc ecrane (blindaje) din materiale feromagnetic, de exemplu din tablă de oțel de 0,5...1,5 mm grosime. În acest caz este utilizată permeabilitatea magnetică ridicată a oțelului, care permite concentrarea liniilor de forță magnetică și închiderea lor numai prin ecrane, fără a se mai împrăștia decât în afara. Pentru frecvențele înalte ecranarea cea mai bună a cîmpurilor magnetice se realizează cu metale diamagnetice, dintre care cele mai întrebuintate sunt cuprul și aluminiul.

Pentru ca pierderile inerente datorite curentilor ce se nasc în ecrane să nu fie prea mari, este necesar ca ecranele să nu fie așezate prea aproape de bobinele protejate. În acest sens este de dorit ca diametrul și lungimea ecranului să nu fie mai mici decât dublul valorilor respective ale diametrului și lungimii înfășurării. În asemenea caz factorul de calitate Q al circuitului, despre care vom vorbi la punctul următor, rămîne aproape același.

Trebuie însă să rețineți că prezența ecranelor micșorează cu 10...20% inductanța bobinelor.

Cuplajele parazite capacitive dintre circuite se combat introducind între acestea un ecran metalic diamagnetic, pus la potențial zero (la masă). Atunci cînd acest ecran trebuie să înăture numai cuplajul parazit capacativ, fără a diminua și cuplajul inductiv, el se execută sub formă de plasă de sîrmă, constituță însă numai din „urzeală” și conectată la pămînt într-un singur punct. Aceasta constituie un așa-numit ecran *electrostatic* care în fizică elementară își găsește echivalent în bine-cunoscuta „cușcă a lui Faraday”.

În scheme, ecranele se reprezintă sub forma unor linii punctate.

5. Calculul și realizarea practică a circuitelor oscilante

După cum veți vedea în capituloarele următoare, nu există radioreceptor care să nu aibă cel puțin un circuit oscilant sau acordat, alcătuit, în majoritatea cazurilor, dintr-un condensator variabil montat în paralel cu o bobină de inductanță (fig. 79), sau mai pe scurt, cu o bobină.

Indiferent de forma execuției și de frecvența curentului care le parcurge, toate bobinele utilizate în radioreceptoare se comportă întrocmai ca solenoizii cu care ați făcut cunoștință anterior. Asfel, toate bobinele au o inductanță L , care opune trecerii curentului alternativ o reactanță inductivă X_L . Reactanța inductivă este cu atât mai mare, cu cît bobina are mai multe spire și cu cît frecvența este mai ridicată. Explicind acest

fenomen, tehnicienii au găsit o altă utilizare a inductanțelor în ipso receptoare (în afară de circuitele acordate), și anume folosirea lor ca rezistențe ce împiedică pătrunderea curentului alternativ într-un circuit sau altul. Așa au apărut bobinele de soc, sau șocurile de radio sau audio-frecvență.

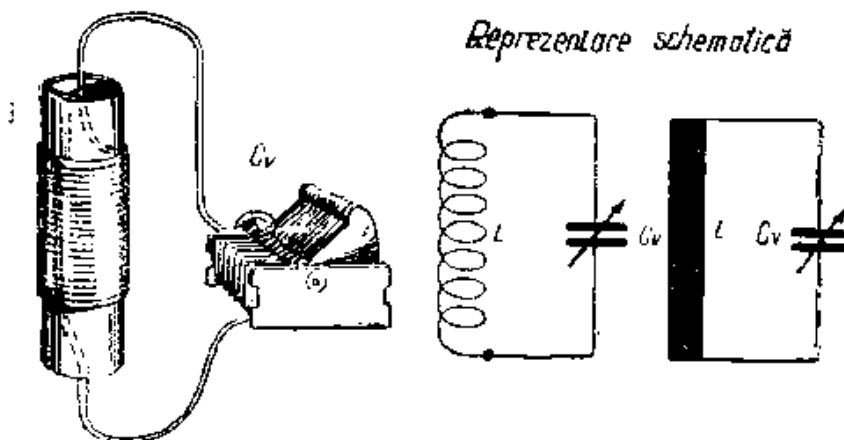


Fig. 79.

Bobine cu un singur strat. Cea mai simplă bobină poate fi văzută în figura 80. Ea este alcătuită dintr-un conductor izolat, înfășurat spiră lîngă spiră, într-un strat, pe o carcăsă (suport) cilindrică confectionată din material izolant.

Și mai simple sunt bobinele autoportante, bobinate fără carcăsă (pe aer) arătate în figura 81, care se utilizează pe scară largă în circuitele acordate ale receptoarelor și emițătoarelor de unde scurte și ultrasecurte.

La executarea oricărei bobine (indiferent de forma sa constructivă) trebuie să se ia o serie de precauții pentru evitarea aparițiilor factorilor care dăunează calității sale.

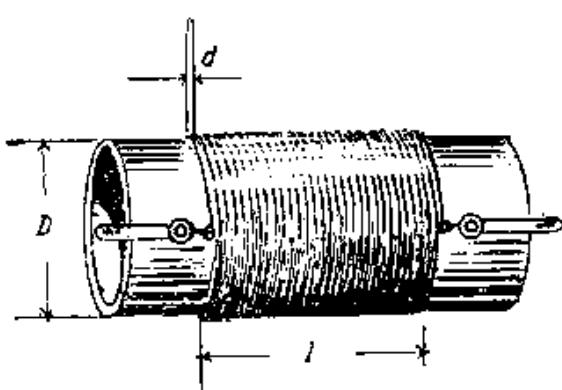


Fig. 80.

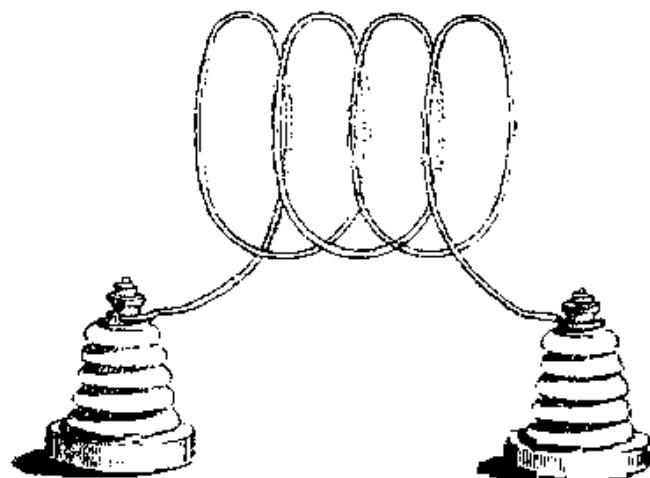


Fig. 81.

În general aceste măsuri se rezumă la evitarea pierderilor de diferite nături, care au loc într-o bobină. Astfel, în primul rând, o bună bobină pentru un circuit acordat trebuie să aibă o cît mai mică rezistență în radiofrecvență; cu alte cuvinte ea trebuie să fie executată dintr-un conductor cît mai scurt cu putință. Din acest punct de vedere putem constata matematic că, în cazul bobinelor din figurile 80 și 81, raportul optim între diametrul bobinei (D) și lungimea (l) a bobinajului este de 2,46 ($\sim 2,5$). În practică, însă, adeseori nu este posibil să se mențină cel mai favorabil raport D/l , deoarece s-ar obține bobine foarte voluminoase. De aceea se poate considera ca fiind mulțumitoare rapoarte între D și l , apropriate de unitate ($l=0,4\dots 1,2 D$).

De asemenea pentru a se reduce rezistența, secțiunea conductorului trebuie să fie cît mai mare, cu atât mai mult cu cît curentii de radiofrecvență circulă, după cum știți, numai la suprafața conductorilor (datorită efectului de suprafață, denumit și *efect pelicular sau skin effect*). Din acest motiv, în radioreceptoarele de calitate se utilizează pentru bobinaj un conductor special: liță de radiofrecvență, constituit din mai multe fire subțiri izolate cu email și răsucite la un loc. Suprafața totală a acestuia este mult mai mare decât a unui singur fir cu diametrul identic.

O altă sursă de pierderi o constituie materialul dielectric al carcasei și însuși izolamentul conductorului. De aceea, pentru a se evita pierderile în dielectric, se recomandă utilizarea pe scară cît mai largă a bobinelor confectionate *pe aer* iar cînd acestea nu se pot executa, a carcaselor din material dielectric de calitate (calit, trolitul etc.). În plus,

nu se recomandă, din acest punct de vedere, folosirea abuzivă a cleiului și nitrocelulozei și a fișilor de celuloid utilizate adeseori pentru rigidizarea bobinajului pe carcase sau pentru imobilizarea spirelor la bobinele *pe aer*. În locul acestora se recomandă lacul de trolitul și fișii (benzi) din același material.

În fine, pentru a se realizează bobine de înaltă calitate, mai trebuie îndeplinită o condiție esențială: realizarea unei capacități proprii (*interioare*) mici, care să evite *efectul de proximitate*. Din figura 82 se poate observa

că două spire alăturate ale aceleiași bobine se comportă întotdeauna ca armăturile unui mic condensator, formînd în acest fel o punte de trecere pentru curentii de radiofrecvență (care știm că străbat cu ușurință condensatorul). În acest fel bobina este de fapt săntată de un condensator (C_p), rezultat din însumarea capacităților dintre spire.

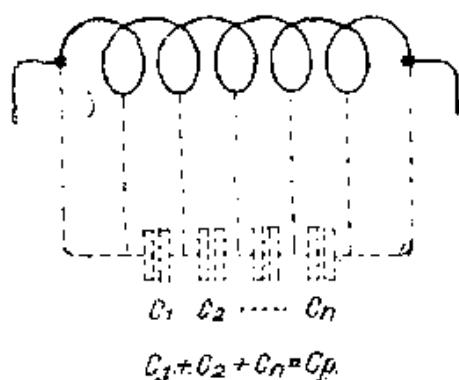


Fig. 82.

Din această cauză, la bobinele pentru unde scurte și foarte scurte, spirele se distanțează puțin, executându-se așa-zisa bobinare *cu pas forțat*.

Practic capacitatea proprie a bobinelor cilindrice cu un singur strat de spire lipite depinde numai de diametrul bobinei, dacă lungimea bobinajului (l) rămâne constantă. De aici rezultă că un diametru prea mare pentru o bobină, mai ales în domeniul undelor scurte, este irațional, întrucât banda de frecvență în care aceasta se poate acorda, utilizând un condensator variabil dat, se îngustează mult. De aceea, diametrul maxim utilizat pentru bobinele din gamele de unde scurte și ultrascurte nu depășește, în general, 30...35 mm.

După enumerarea acestor factori, de care depinde calitatea unei bobine de inductanță, considerăm necesar să precizăm un termen care constituie corolarul tuturor factorilor și pe care îl veți întâlni adesea în viitoarea dumneavoastră activitate de radioconstructor. Acesta este *factorul de calitate (Q)* al bobinei, reprezentat matematic prin raportul dintre reactanță inductivă și rezistență bobinei,

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

în care: ω = pulsația = $2\pi f$ (f fiind frecvența de lucru, în MHz);

L = inductanță, în μH ;

R = rezistență, în Ω .

În cazul în care se are în vedere capacitatea condensatorului C , în pF, care împreună cu bobina formează circuitul acordat, factorul de calitate rezultă din expresia:

$$Q = \frac{1000}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Orice radioamator trebuie să știe să-și dimensioneze, la rigoare, circuitele acordate ale montajului pe care urmează să-l construiască. Această afirmație devine cu atât mai variabilă cu cât, uneori, nu se pot procura condensatorul variabil și carcasele bobinelor identice cu aceleia indicate în lista de materiale anexate schemei. În asemenea situație el se vede obligat să redimensioneze circuitele, în funcție de materialul de care dispune. De aceea, dăm mai jos relațiile necesare pentru dimensionarea unui circuit acordat (vezi fig. 79).

Inductanța bobinei circuitului se calculează pentru frecvența maximă (f_{max}) a gamei*, și capacitatea inițială totală (C_{min}) a circuitului care

* Vezi capitolul „Undele electomagnetice”.

reprezintă suma capacității reziduale a condensatorului variabil (C_{rez}), a capacității proprii a bobinei (C_p) și a restului montajului — capacitățile tubului, capacitățile conexiunilor etc. (C_m):

$$L = \frac{25\ 330}{f_{max}^2 C_{min}}$$

în care: L este exprimat în μH ;

f_{max} — în MHz;

C_{min} — în pF.

Practic, C_{min} este egal cu 25...30 pF, sau chiar mai mult.

Numărul de spire al bobinei (w) poate fi calculat cu precizie satisfăcătoare utilizându-se următoarele formule:

Pentru bobinele cilindrice, cu un singur strat, cînd lungimea înfășurării (l) este mai mare decît raza bobinei ($D/2$):

$$w = \frac{\sqrt{5L(9D+20l)}}{D}$$

Dacă lungimea înfășurării bobinei este mai mică decît raza ei, adică $l < D/2$, rezultate mai precise se obțin cu expresia:

$$w = \frac{\sqrt{10L(4D+11l)}}{D}$$

Bobine cu mai multe straturi. Atunci cînd numărul necesar de spire este prea mare (de obicei pentru găurile de unde lungi sau medii), din motive de economie se preferă în montajele pentru începători bobinarea spiră lîngă spiră, în mai multe straturi suprapuse, care se execută comod pe o carcasă cu sănțuri (fig. 83 a) sau între două rondele (fig. 83 b). Această bobinare este denumită „în vrac“.

În astfel de cazuri numărul de spire al bobinei se calculează cu formula:

$$w = \frac{\sqrt{12.5L(3D+9l+10t)}}{D}$$

în care:

$$D = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$$

este diametrul mediu al bobinei (conform fig. 83 a), iar t adincimea radială a înfășurării ($t = (D_{max} - D_{min}) / 2$).

Bobinele fagure. În circuitele acordate pentru gamă undelor lungi din receptoarele de tip mai vechi se întâlnesc aşa-numitele *bobine fagure*, la care conductorul bobinat formează o figură ce seamănă, întrucâtva, cu fagurii albinelor (fig. 84 a).

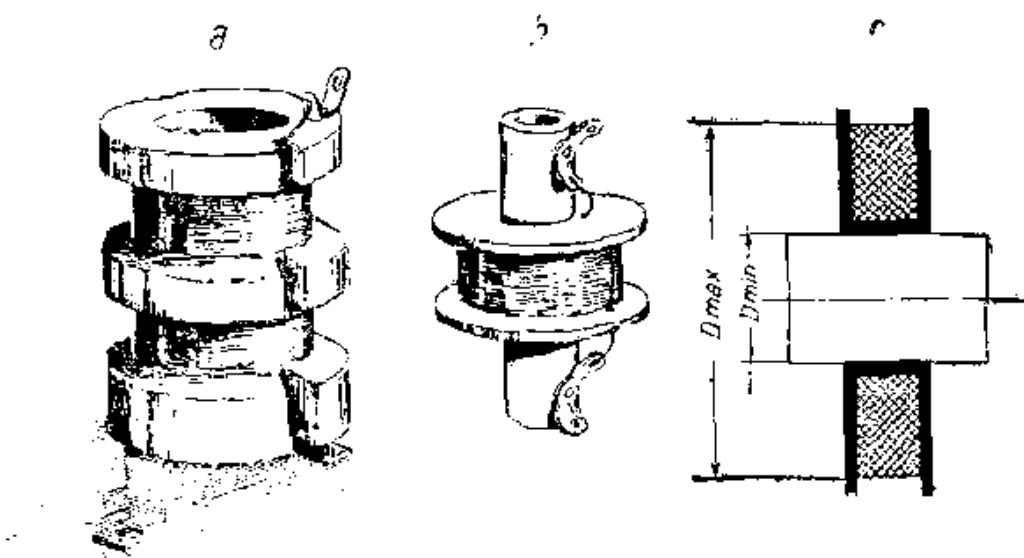


Fig. 83.

Bobinele fagure se execută perfect numai cu mașini speciale și relativ complicate. O metodă mai simplă de realizare, la îndemâna oricărui radioamator, va fi descrisă ceva mai departe.

Pentru calculul acestor bobine se utilizează relații destul de complicate și insuficient de exacte, care necesită întotdeauna, în practică, retușuri ulterioare. De aceea apreciem că prezentarea acestora nu ar fi de nici un folos cititorului nostru.

Bobinele tip universal. Mult mai utilizate decât bobinele în fagure sunt bobinele înfășurate după sistemul denumit *universal* (fig. 84 b). Acest tip de înfășurare se deosebește de cel prezentat anterior (fagure), prin aceea că spirele se bobinează una lîngă alta, păstrîndu-se însă disponerea în zigzag.

Avînd o inductanță ridicată, ca și bobinele fagure, bobinele universale sunt utilizate mai mult pentru undele medii și lungi. Capacitatea lor proprie este mai redusă decât a bobinelor în vrac.

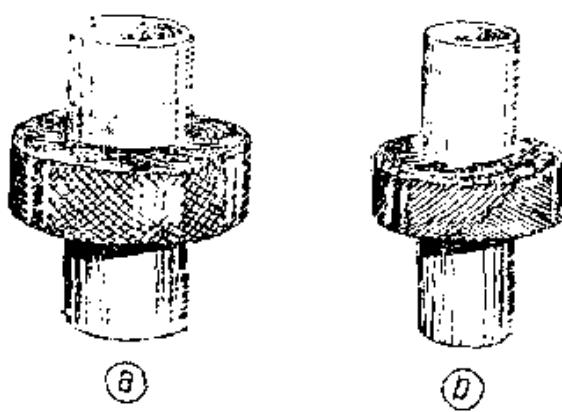


Fig. 84.

Bobinele cu miez de fier divizat. Mareea majoritate a radioreceptoarelor moderne utilizează, în diversele lor circuite acordate, bobine cu miez de fier divizat sau, cum li se mai spune, cu *ferrocort*. Aceste bobine (fig. 85) sunt alcătuite, de regulă, din carcase simple sau cu şanțuri, cilindrice ori poligonale, din material dielectric plastic, în interiorul cărora se află miezuri magnetice, constituite din granule coloidale de fier pur (cu diametrul între 1 și 5 microni), obținute prin reducerea carburii de fier gazoase cu hidrogen și dispuse într-o masă de liant dielectric. Prezența particulelor de fier (care pot fi constituite și din aliaje feroase, ca al-si-fer, carbonil, magnetită etc.) permite mărirea apreciabilă a inductanței bobinelor, și, implicit, micșorarea dimensiunilor. Divizarea miezului feros a fost absolut necesară pentru a se evita pierderile datorate curenților Foucault și fenomenului de hysterezis.

În cele mai multe cazuri, miezul magnetic se execută reglabil, pentru a putea ajusta, după dorință, inductanța bobinelor. În acest scop, el se filetează sau se fixează la o tijă filetată, din alamă. Bobinele cu miez magnetic divizat pot fi bobinate și după sistemul *universal*, în care caz

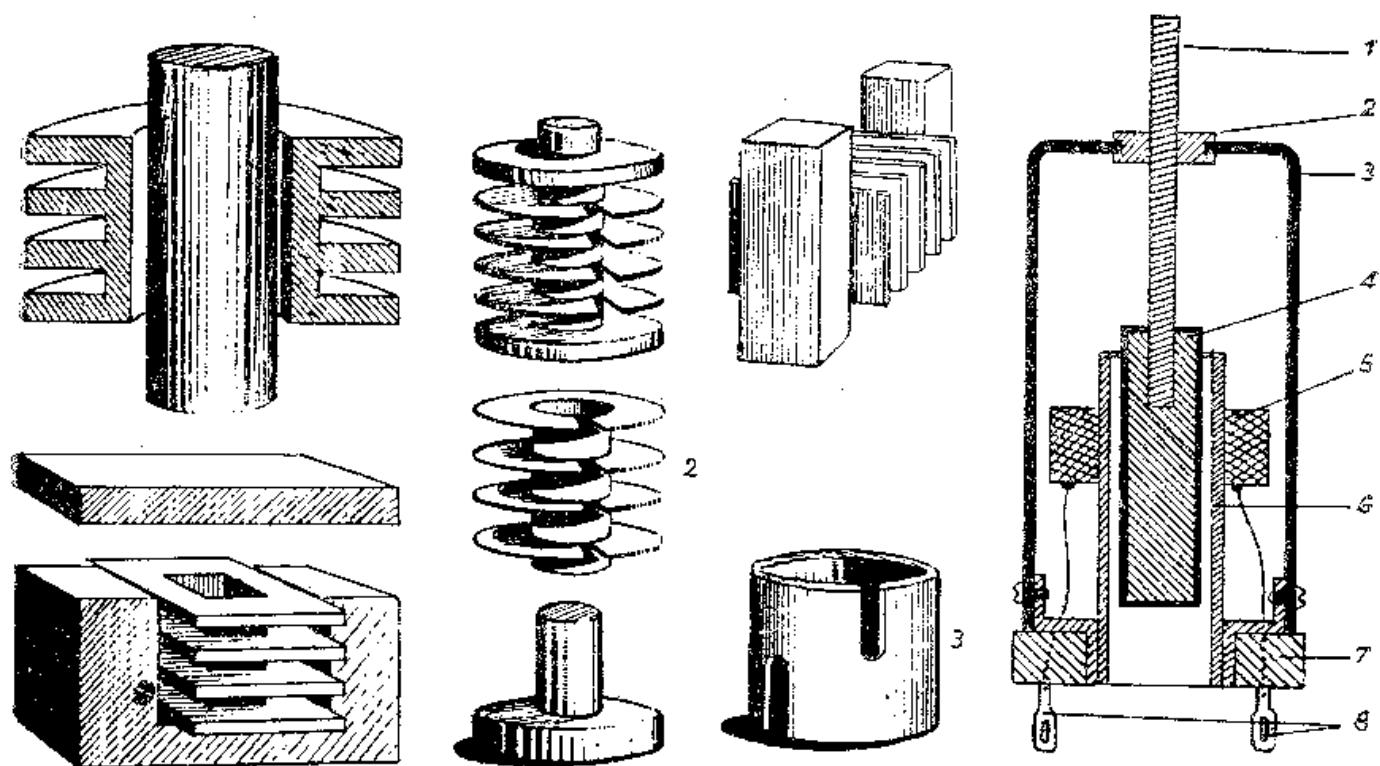


Fig. 85.

carcasa nu mai are nevoie de şanțuri. Când numărul necesar de spire este mare, bobinajul universal se execută în mai multe secțiuni, pentru diminuarea capacității proprii.

Pentru a se obține un factor de calitate mare (în jurul a 300 sau mai mult), bobinajul se execută de multe ori cu liță de radiofrecvență.

Bobinele „fund de coș“. Sînt unele dintre cele mai simple și totodată cele mai vechi tipuri de bobine de inductanță. Ele nu se mai întrebui-țează de mult în receptoarele cu tuburi, însă, avînd în vedere simplitatea extremă în execuție, sînt încă indicate pentru primele construcții ale radioamatorului.

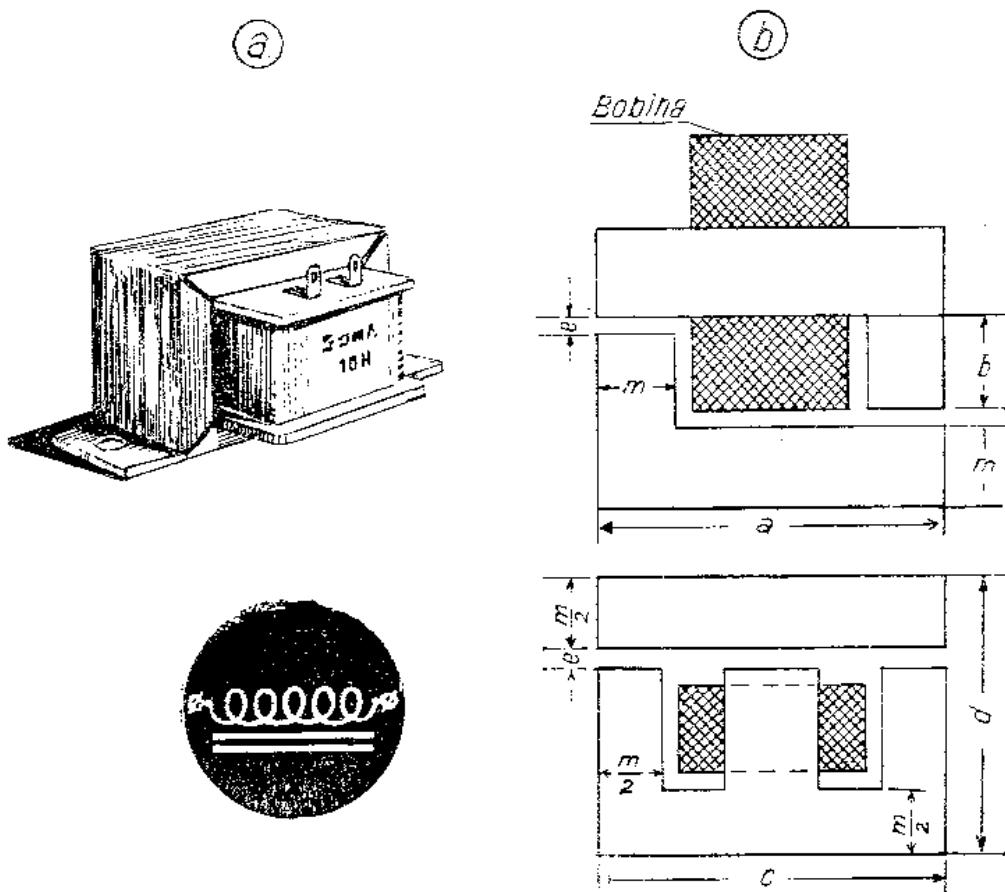


Fig. 86.

Bobinele de soc de audiofrecvență. Bobinele de soc de audiofrecvență (denumite și drossesele), notate prescurtat *bobine de soc AF*, intră în compoñența filtrelor utilizate în redresoare, unde servesc la netezirea pulsăriilor curentului sau sînt folosite ca „sarcini anodice“ în amplificatoare de audiofrecvență, care nu debitează pe transformatoare de cuplaj sau de ieșire. În asemenea cazuri, ele se comportă întocmai ca înfășurările primare ale transformatoarelor.

În figura 86 a este arătată construcția unei astfel de bobine și reprezentarea sa schematică. După cum se vede, ea se deosebește de un transformator de audiofrecvență obișnuit prin aceea că are numai o singură înfășurare.

Inductanța unei astfel de bobine, în henry, depinde de intensitatea curentului electric filtrat și de condițiile de calitate impuse filtrajului.

În tabelul V sunt date toate caracteristicile bobinelor de soc AF, la diferite intensități de curent și inductanțe, pentru două forme de tole, indicate în figurile 86 b și c.

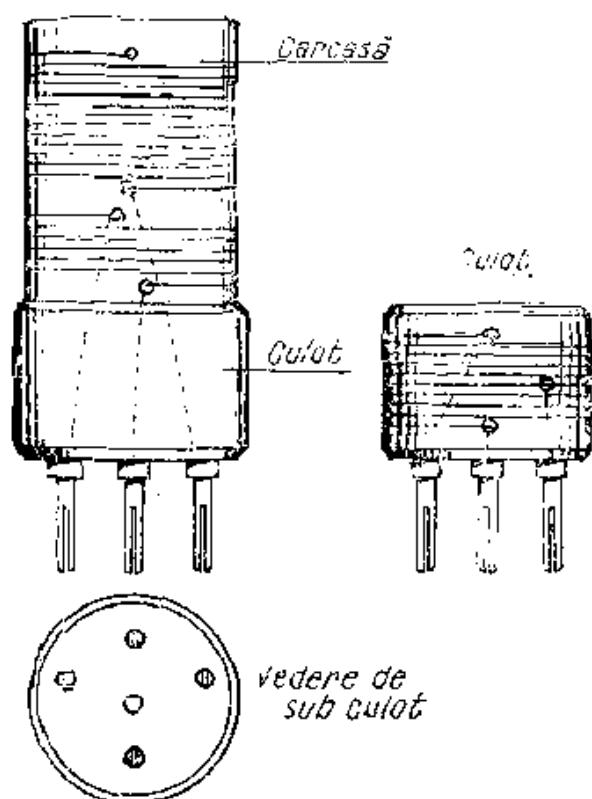


Fig. 87.

scurte : 15 ··· 50 m ; unde medii : 200 ··· 600 m ; unde lungi : 800 ··· 2 000 m). Rezultă de aici că va trebui să existe neapărat un dispozitiv care să permită schimbarea inductanțelor (bobinelor) și, implicit, trecerea de la o gamă la alta.

În practică, comutarea gamelor se poate realiza în mai multe feluri. Dintre toate acestea, la îndemâna radioamatorului începător sunt numai două : folosirea bobinelor schimbătoare (fig. 87) și utilizarea comutatoarelor de diverse tipuri (fig. 88).

Bobinele schimbătoare se execută pe carcase speciale, prevăzute cu piciorușe de contact — în genul culeturilor tuburilor electronice — care se introduc în socluri montate pe receptor. Schimbând bobina, se schimbă și gama.

Orice radioamator poate realiza bobine schimbătoare reușite, folosind culouri de bachelită, provenite de la tuburile vechi, cu 5 piciorușe, în care se introduc carcasele bobinelor (fig. 87).

Comutarea bobinelor. În toate radioreceptoarele destinate pentru recepționarea mai multor lungimi de undă vom întâlni, fără nici o excepție, un sistem oarecare de comutare (schimbare) a gamelor.

În majoritatea cazurilor sistemul respectiv se reduce la schimbarea bobinelor circuitelor, acordate, deoarece, după cum am văzut mai înainte, cu un condensator variabil de maximum 500 pF (cum sunt cele întrebunțăte în receptoarele normale) și utilizând aceeași bobină, nu este posibil să se recepționeze decât o bandă de frecvențe relativ îngustă. Practic și teoretic se poate demonstra că un circuit acordat ce utilizează o astfel de capacitate (500 pF) poate să acopere, funcție de bobina conectată în paralel cu el, numai una din gamele în care există stații de radiodifuziune (unde

Tabelul V

Intensitatea curentului și diametrul conductorului	Selfinductia (W)	m	s	h	c	d	e	Inductia (gaș) (g)	Nr. de spire	Lung. conductor (m)	Rezistență în circuit continuu (Q)
50 mA (conductor cu \varnothing 0,18 mm)	0,5 1 5 10 15	12,5 12,5 12,5 12,5 12,5	40,5 43 48,5 53 56	12,5 14 19 21,5 21,5	50 53 63 68 68	28 30,5 36,5 40,5 43,5	0,43 0,48 0,53 0,76 0,89	1000 1400 3400 4200 5600	1600 2300 5200 7600 9500	125 190 510 810 1080	83 127 345 545 725
idem	5 10 15 20 30	19 19 19 19 19	61 63 66 68 76	19 19 19 25,5 28	76 76 76 81 89	42 44 47 49 57	0,58 0,76 0,89 1,12 2,54	2000 2800 3300 4000 5100	3500 5000 6300 7600 14000	400 610 800 1000 2150	270 410 546 678 1145
idem	10 15 20 30 50 100	25,5 25,5 25,5 25,5 25,5 25,5	76 76 79 89 96 96	19 19 19 25,5 28 107	89 89 89 92 63,5 70,5	50,5 50,5 53,5 63,5 63,5 63,5	0,77 0,89 1,12 2,54 3,900 4,500	2200 2500 2800 3900 4500 18000	3800 4800 5700 11000 18000 3360	540 710 860 1880 3360 2890	365 478 580 1270 1280 2890
idem	100	51	140	25,5	153	89	6,35	2200	8900	2350	1590
100 mA (conductor cu \varnothing 0,25 mm)	0,5 1 5 10 15	12,5 12,5 12,5 12,5 12,5	40,5 44,5 53 66 66	16 18 21 24 24	57 81 73 40,5 47	28 32 44 44 47	0,43 0,48 0,58 0,58 0,76	2000 2800 4000 6000 5400	1600 2300 3500 5200 5000	137 140 215 215 215	46 72 160 200 230
idem	5 10 15	19 19 19	53 63 66	16 20 24	70 78 86	34 44 47	0,48 0,58 0,58	1900 4000 5000	1500 3500 4800	165 540 600	56 160 200
idem	10 15 20 30 50 100	51 51 51 51 51 51	25,5 25,5 25,5 25,5 25,5 25,5	71 76 79 97 97 118	19 21,5 23 53,5 53,5 15	45,5 50,5 53,5 53,5 53,5 132	0,58 0,76 0,89 0,89 0,76 0,76	3100 4200 5000 5000 4200 67	2600 3800 4800 4800 2000 1900	385 595 690	130 200 260
idem	10 15 20 30 50 100	51 51 51 51 51 51	120 123 111 21 22 150	17 19 21 50 50 15	69 72 82 2,5 2,5 67	0,89 1,12 2,5 2,5 2,5 0,76	2500 3800 5000 5000 3700 1900	2400 3800 5000 5000 3300 2800	460 740 780 1410 2550 860	160 200 250 480 860	

Uneori, cînd bobinele se utilizează pentru frecvențe ridicate, ele se pot confectiona înfășurînd conductorul chiar pe culoțul de bachelită.

Prin intermediul comutatoarelor, schimbarea gamelor se poate face în două feluri: scurtcircuitînd porțiuni de bobină (fig. 89 a) sau schim-

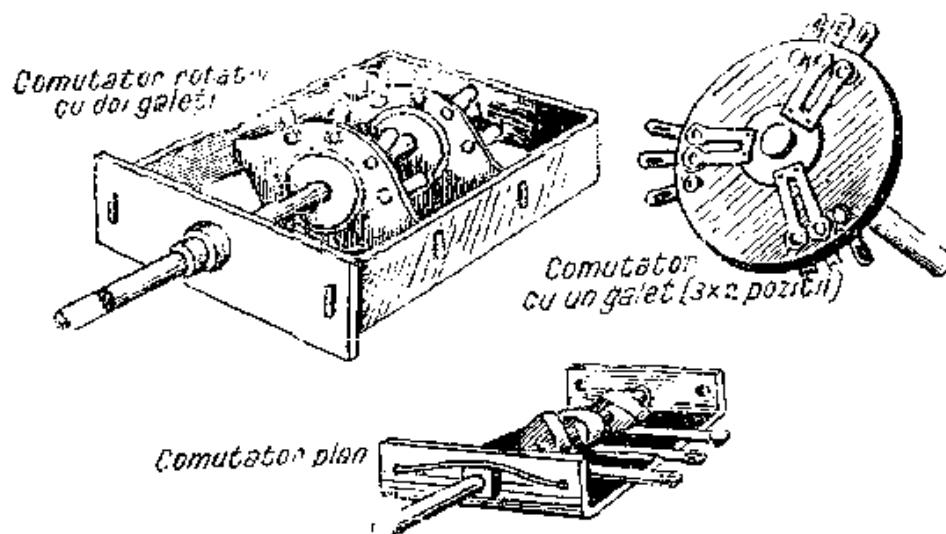


Fig. 88.

bînd bobinele, pe rînd (fig. 89 b). Primul sistem nu este cel mai bun, deoarece apar pierderi datorite curenților ce se induc în înfășurările nefolosite, sau fenomenelor de rezonanță electromagnetică care se produc în acestea.

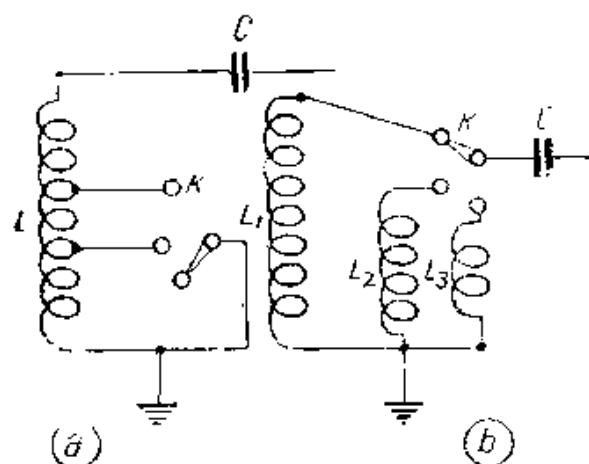


Fig. 89.

Atunci cînd întregul ansamblu de bobine face corp comun cu comutatorul, avem de-a face cu un *bloc de bobine*.

UNDELE ELECTROMAGNETICE

1. Formarea undelor electromagnetice

Spațiul înconjurător este străbătut neîncetat de o mulțime de *unde*. Dintre acestea numai o foarte mică parte este percepă de simțurile noastre.

Sunetele, lumina, căldura, electricitatea și încă multe alte manifestări ale naturii ne apar sub forma unor unde. Oamenii de știință au arătat că la baza multor fenomene, a căror origine ne apare uneori de neînțeles, se află vibrațiile, oscilațiile de diverse naturi.

O coardă de vioară, de exemplu, vibrând, se mișcă dintr-o parte într-alta de un anumit număr de ori pe secundă. Auditiv, mișările ei se traduc prin apariția unui sunet, a cărui tărie este proporțională cu amplitudinea oscilațiilor sale. Cu cât amplitudinea este mai mare, cu atât sunetul este mai puternic.

Toate oscilațiile produc unde. Sunetul, de pildă, fiind o înșiruire de oscilații repetitive, înseamnă că va naște și el unde sonore, care se vor răspândi, se vor *propaga* în mediul înconjurător.

Propagarea undelor sonore are loc numai datorită existenței aerului. Mișările corzii de vioară se transmit moleculelor aerului, întocmai ca şocul provocat pasagerilor dintr-un vehicul la o frânare bruscă. Propagarea mișării aerului din aproape în aproape, pînă la urechile ascultătorului, este tocmai unda sonoră despre care vorbeam.

Tot în legătură cu aceasta mai trebuie să iată că moleculele în cauză nu se deplasează, ci transmit numai mișcarea. Așadar, *unda transportă energie*.

Mecanismul formării undelor poate fi pus în evidență printr-o experiență foarte simplă: aruncăm pe suprafața liniștită a unei ape un dop de plută. Din locul în care acesta atinge apa încep să apară, unul după altul, valuri sub formă de cercuri. Ele cresc mereu în diametru ajungînd pînă la marginea apei. Viteza de deplasare a acestor unde lichide rămîne neschimbată, în timp ce înălțimea valurilor scade treptat. Observăm, de asemenea, că în timpul propagării lor undele lichide ridică și coboară dopul cu regularitate, fără a-l deplasa însă din locul inițial.

Undele nu apar însă singure, ci sub forma unui aşa-numit *tren de unde*, denumire ce vrea să arate că ele merg unele după altele, ca vagoanele unui tren. Undele obținute pe această cale se amortizează, pierzînd din amplitudine pe măsură ce trece timpul.

Pentru a obține unde permanente (întreținute), ar trebui să obligăm dopul, prin vreun mijloc oarecare, să execute într-o undă oscilații cu amplitudine egală.

Distanța dintre crestele a două valuri consecutive este *lungimea de undă* (fig. 90), iar spațiul parcurs de creasta unui val într-o secundă se cheamă *viteză de propagare*.

Undele lichide au viteze destul de mici, de ordinul zecilor de metri pe minut. Undele sonore aleargă prin aer cu vreo 340 de metri pe se-

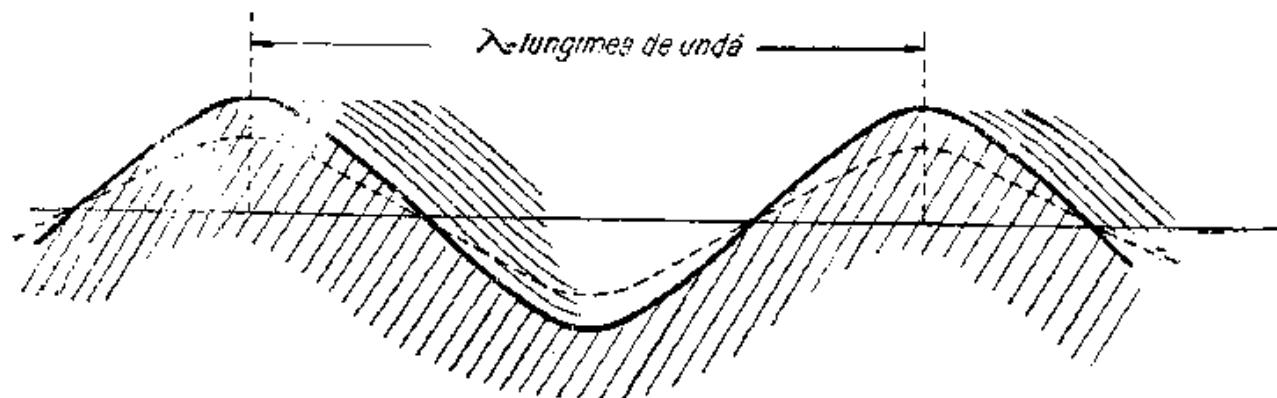


Fig. 90.

cundă, adică mult mai încet decât un glonte. Cele mai rapide sunt undele de lumină și *undele electromagnetice*; viteza lor este de cca. 300 000 km pe secundă. De acestea din urmă ne vom ocupa mai pe larg în cele ce urmează.

Undele electromagnetice apar oriunde au loc oscilații electrice. Ele se propagă în toate direcțiile și prin toate corpurile dielectrice și de loc prin metale sau alte coruri bune conducătoare de electricitate. În amintirea omului de știință care le-a descoperit și le-a studiat — fizicianul german Heinrich Hertz — ele se numesc și *unde hertziene*.

Undele electromagnetice sunt de aceeași natură cu undele luminoase, cu razele de căldură și cu razele X (Roentgen), de care diferă numai prin lungime și mecanismul producerii lor. Fiind generate de curent alternativ de radiofrecvență, rezultă că dacă acesta ar putea fi obținut la frecvențe oricără de ridicat, s-ar putea produce succesiv, pe măsura ridicării frecvenței, raze infraroșii, raze luminoase, raze ultraviolete, raze X și raze gama, după cum se vede în figura 91, în care se indică spectrul frecvențelor undelor electromagnetice.

Undele electromagnetice iau naștere în conductoarele prin care circulă, după cum am menționat mai sus, curent alternativ de radiofrecvență. În jurul acestor conductoare apar cîmpuri alternative: unul electric și altul magnetic formînd împreună un *cîmp electromagnetic* (fig. 92). Acest cîmp resultant care se poate propaga în spațiu în toate direcțiile, cu o viteză de aproape 300 000 km pe secundă, este tocmai unda electromagnetică.

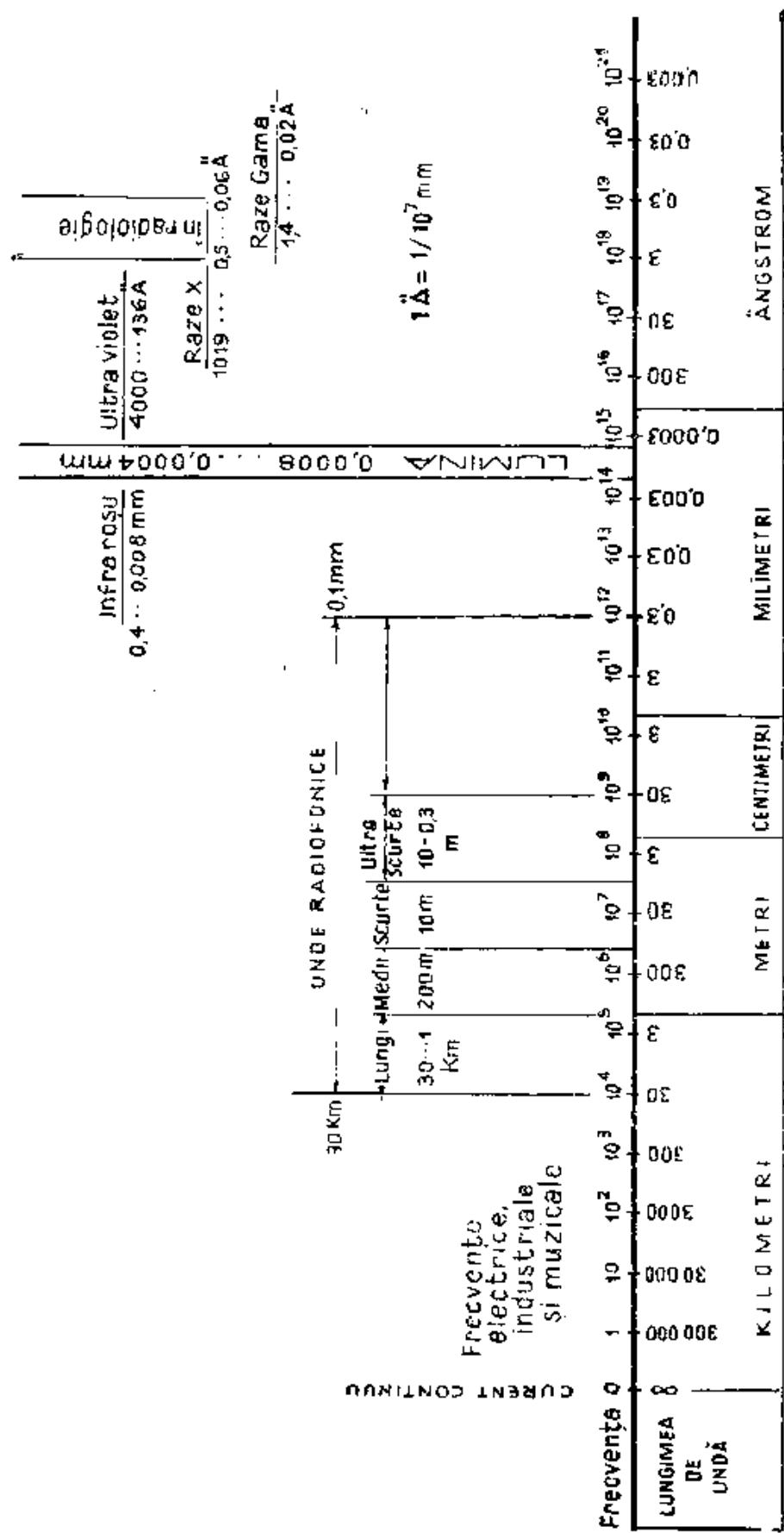


Fig. 91.

Cîmpurile variabile, electrice și magnetice, nu pot exista independent unul față de altul.

Orice variație a unui cîmp electric duce la apariția unui cîmp magnetic și, invers, orice variație a unui cîmp magnetic are ca urmare apariția unui cîmp electric.

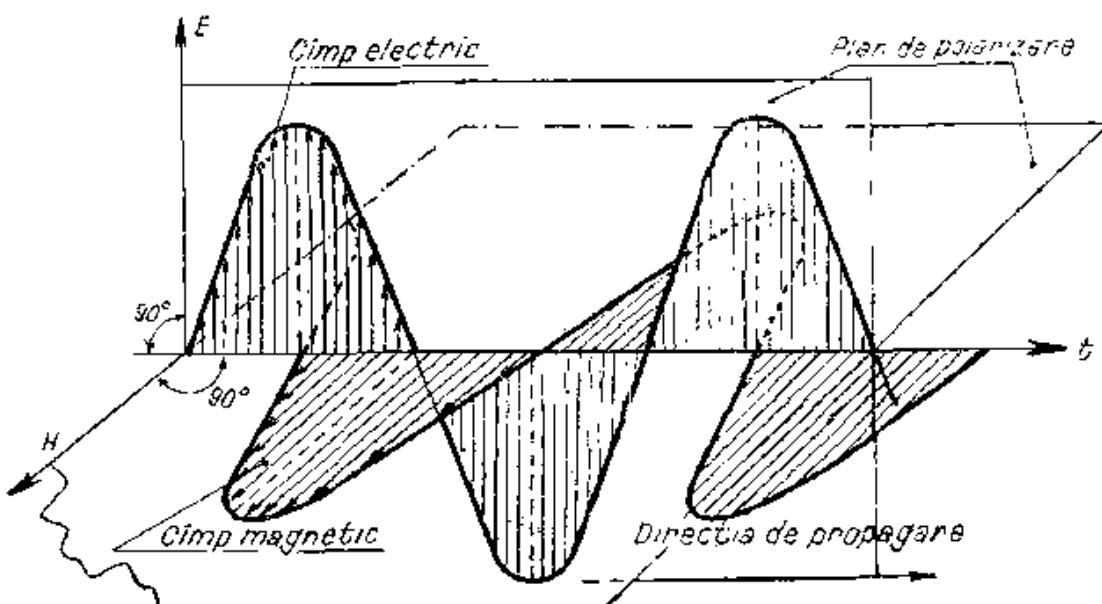


Fig. 92.

Nu se poate numi cîmp electromagnetic un grup de două cîmpuri, unul electric și altul magnetic existent într-un punct al spațiului înconjurător, atîta vreme cît cele două cîmpuri nu sunt variabile. În asemenea caz, ambele cîmpuri sunt de sine stătătoare, neexistînd între ele nici un fel de influență. Cîmpul electromagnetic este întotdeauna o rezultantă a cîmpurilor electrice și magnetice variabile.

Interdependența dintre cîmpul electric variabil și cîmpul magnetic variabil explică și cauza propagării cîmpului electromagnetic — a undei deci — în spațiu. Variațiile cîmpului electric produc în spațiul înconjurător un cîmp magnetic care nu rămîne constant ci se schimbă, deoarece se schimbă și cîmpul electric care l-a produs. Dar variațiile cîmpului magnetic produc, la rîndul lor, un nou cîmp electric, care de asemenea variază, producînd din nou un cîmp magnetic și.m.d. Astfel, cîmpul electromagnetic este un proces oscillatoriu mobil, care cuprinde succesiv noi porțiuni de spațiu.

Propagîndu-se în spațiu, cîmpul electromagnetic pierde legătura cu conductorul în jurul căruia a luat naștere. se poate întrerupe curentul din conductor, dar unda electromagnetică își continuă călătoria în spațiu.

În sistemul de unități practice, intensitatea cîmpului electric se măsoară în volți pe metru (V/m), iar intensitatea cîmpului magnetic, în amperi pe metru (A/m).

Cînd mediul este aerul, intensitățile cîmpurilor sunt legate între ele prin relația :

$$\frac{E}{H} = 120 \pi$$

Această mărime este numită adesea impedanță caracteristică a spațiuului.

Viteza constantă de propagare în mediul omogen este o proprietate importantă a undelor radio. În calcule, aerul poate fi considerat, cu aproximativ, drept mediu omogen.

Viteza de propagare a undelor radio în vid este de 300 000 km/s.

Într-un mediu oarecare, viteza de propagare „v“ este determinată de permeabilitatea dielectrică specifică și permeabilitatea magnetică μ a mediului respectiv :

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}$$

unde $c=300\ 000$ km/s.

Unda electromagnetică poartă în sine energia primită de la curentul din conductor. Cu alte cuvinte, un conductor parcurs de un curent alternativ radiază energie electromagnetică în spațiu.

Cu cît puterea curentului alternativ din circuit este mai mare, cu atât mai mare va fi și energia radiată. Într-o măsură și mai mare, radiația depinde de frecvență. Dacă frecvența crește de 2...3...4 ori etc., energia undelor electomagnetice, radiată în unitatea de timp, crește, respectiv, de 4...9...16 ori etc. Așadar, curenții alternativi de audio-frecvență radiază o cantitate de energie neglijabilă în comparație cu cea de radiofrecvență. Deci pentru a se obține o radiație de energie de mare putere, absolut necesară pentru a efectua în condiții optime transmisarea undelor electomagnetice (radiofonice) la distanțe mari, trebuie să utilizăm curenți de radiofrecvență de ordinul sutelor de mii și milioanelor de hertz.

Astfel stînd lucrurile, putem trage concluzia că undele electomagnetice se pot caracteriza prin frecvența lor, care se exprimă, ca și a curenților alternativi care le generează, în hertz, kilohertz sau megahertz. În afară de aceasta, ele se mai pot caracteriza și printr-o altă mărime importantă, expusă anterior cu ajutorul fenomenului analog al formării undelor lichide : *lungimea de undă*, care se notează cu litera grecească λ (lambda).

Lungimea de undă (λ) este distanța parcursă de undă într-o perioadă (T), adică în decursul unei oscilații complete.

Cunoscând frecvența undelor electromagnetice și viteza lor de propagare (300 000 km/s) se poate determina ușor lungimea de undă. Să presupunem, de exemplu, că frecvența curentilor din conductorul care radiază unde este de 1 000 000 Hz. În acest caz, perioada oscilațiilor este $T = 1s/1\ 000\ 000 = 0,000\ 001$ s. Într-o secundă unda parcurge un drum de 300 000 km sau de 300 000 000 m; deci, în 0,000 001 s, ea va parcurge o distanță de $300\ 000\ 000/1\ 000\ 000 = 300$ m, care reprezintă tocmai lungimea de undă.

Dacă frecvența curentilor din conductorul radiator devine de două ori mai mică, adică de 500 000 Hz sau 500 kHz, perioada oscilațiilor se va dubla, devenind egală cu 0,000 002 s. În acest timp unda va parcurge și ea un drum dublu: 600 m, în loc de 300 m. Astfel, cu cît frecvența este mai mică, cu atât lungimea de undă va fi mai mare și dimpotrivă, cu cît frecvența este mai mare, cu atât lungimea de undă va fi mai mică.

Relațiile dintre frecvența, viteza și lungimea undei pot fi deci exprimate printr-o formulă simplă:

$$\lambda(m) = \frac{300\ 000\ 000}{f(Hz)} \text{ sau } \lambda(m) = \frac{300\ 000}{f(kHz)}$$

și

$$f(Hz) = \frac{300\ 000\ 000}{\lambda(m)} \text{ sau } f(kHz) = \frac{300\ 000}{\lambda(m)}.$$

Exemplu de calcul:

Să se determine lungimea de undă a unei stații de radioemisie luând pe frecvență de 1 500 kHz:

$$\lambda = \frac{300\ 000}{1\ 500} = 200 \text{ m.}$$

2. Clasificarea undelor electromagnetice

Din spectrul foarte larg de frecvențe ocupat de undele electromagnetice (fig. 91), numai o anumită porțiune prezintă, în stadiul actual al tehnicii, valoare practică pentru radiocomunicații.

Această porțiune revine *undelor radiofonice*, care ocupă un spectru de frecvențe cuprins între 10 kHz și 300 000 000 kHz (300 000 MHz) și corespunde unor lungimi de undă de 30 000 m și, respectiv, 1 mm.

Întregul spectru de unde radiofonice se împarte într-o serie de benzi (game) cu proprietăți diferite, mai ales în ce privește propagarea și metodele de producere.

Conform convențiilor internaționale în vigoare, gamele de unde radiofonice sunt următoarele :

A. *Undele lungi* (U.L.), cu o lungime de undă cuprinsă între 30 000 m și 3 000 m, corespunzînd frecvențelor limită de 10 kHz și 100 kHz.

B. *Undele medii* (U.M.), care ocupă o gamă situată între 3 000 și 200 m, sau între 100 și 1 500 kHz. Dintre acestea, undele cuprinse între 2 000 m (150 kHz) și 200 (1 500 kHz) sunt repartizate pentru radiodifuziune, gama respectivă fiind denumită *gama de radiodifuziune*. În practică, această gamă este divizată și ea, convențional, în *unde medii*, de la 200 m la 560 m și în *unde lungi*, de la 750 m la 2 000 m.

În afara stațiilor de radiodifuziune naționale, în gama de 200...2 000 m lucrează un număr mare de stații radiotelegrafice navale, militare etc. Astfel, lungimea de undă de 600 m este destinată radiocomunicațiilor navale pentru lansarea apelului de ajutor — S.O.S. — de către navele aflate în pericol, iar pe lungimile de undă de 580 la 750 m emit radiostațiile de pe coastă și de pe vase.

C. *Undele scurte* (U.S.), cuprinse între 200 și 10 m, respectiv 1 500 kHz și 30 000 kHz (30 MHz). După unele clasificări această gamă se subdivide în *unde intermediare* (200...50 m sau 1 500...6 000 kHz) și *unde scurte propriu-zise* (50...10 m).

D. *Undele ultrascurte* (U.U.S.), între 10 m și 1 mm lungime de undă, împărțite, la rîndul lor, în patru subgame :

- I. . unde metrice (U.M.) : 10...1 m sau 30...300 MHz ;
- II. unde decimetrice (U.D.M.) : 100...10 cm, sau 300...3 000 MHz ;
- III. unde centimetrice (U.C.M.) : 10...1 cm, sau 3 000...30 000 MHz ;
- IV. unde milimetrice : 10...1 mm, sau 30 000...300 000 MHz.

3. Propagarea undelor radiofonice

Unda electromagnetică și, în particular, undă radiofonică, reprezintă o formă de manifestare a mișcării materiei. În trecut unii oameni de știință presupuneau că întreg spațiul fără aer, precum și toate intervalele libere dintre particulele corpurilor obișnuite sunt umplute cu materie specială — eterul universal — și că undele radiofonice ar reprezenta un proces oscilatoriu, care s-ar produce în acest eter. Deși fizica modernă nu confirmă existența eterului, s-a păstrat totuși pînă astăzi — mai ales la radioreporterii și la poeți — obiceiul de a spune „stația de radiodifuziune radiază energie în eter“ sau „undele radiofonice zboară prin eter“...

În realitate, procesul de propagare a undelor radiofonice este destul de complicat. Un rol important în desfășurarea acestuia îl joacă structura atmosferei terestre.

Sub influența razeelor solare, razeelor cosmice și altor radiații, care vin spre Pămînt din Univers, aerul se ionizează. Aceasta înseamnă că unii atomi ai gazelor care intră în compoziția aerului se descompun în electroni liberi și în ioni pozitivi. Aerul ionizat nu mai păstrează calitățile sale dielectrice, ci devine un semiconducțior, care influențează considerabil propagarea undelor.

În urma unor cercetări științifice minuțioase, s-a stabilit că stratul ionizat al atmosferei — aşa-numita *ionosferă* — este constituită din mai multe straturi, aşa cum se indică în figura 93.

La o înălțime de aproximativ 50 km se află stratul *D*, care există numai în timpul zilei. Stratul următor, *E*, este situat la cca. 100 km. Își mai sus se află stratul *F*, care noaptea se găsește la o înălțime de 250...300 km, iar ziua se împarte în două straturi: *F₁* la aproximativ 200 km și *F₂* la 300...400 km.

În cursul propagării lor deasupra Pămîntului undele radiofonice dă naștere următoarelor fenomene :

A. Dispersarea energiei undelor. Plecind de la sursă în toate direcțiile, energia undelor se distribuie pe spații din ce în ce mai mari ; ca atare cantitatea de energie ce revine unei unități — să spunem metru liniar — va fi din ce în ce mai mică. Pentru a evita această dispersie se utilizează, după cum se va vedea, dispozitive speciale cu radiație dirijată (antene directive).

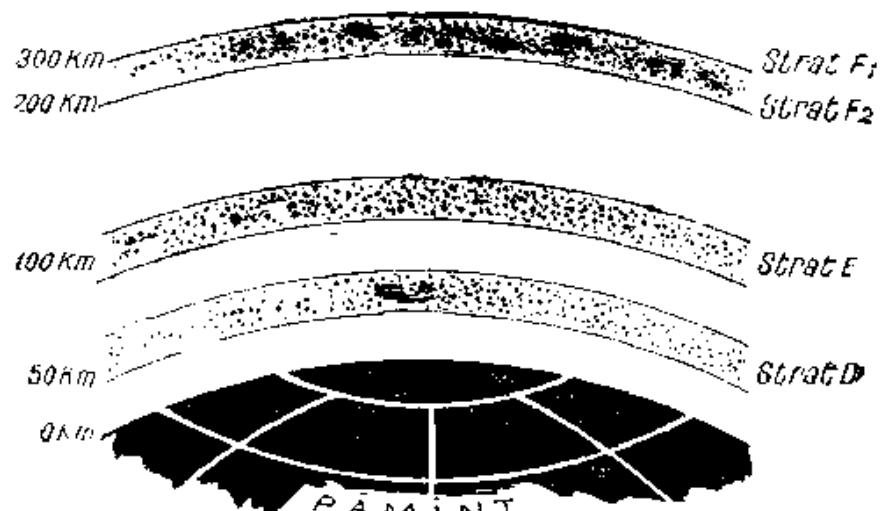


Fig. 93 .

B. Absorbția undelor. La trecerea undelor radiofonice prin diferite medii se observă o absorbție a energiei lor. Absorbția lipsește numai cînd unda se propagă în vid. În aer (neionizat) absorbția este foarte mică, iar în dielectricii solizi, în semiconductoare și în conductoare, corespun-

zător mai mare. Dacă unda întâlneste în cale vreun conductor, acesta îl absoarbe o bună parte din energie. Acest fenomen își găsește explicația în faptul că unda electromagnetică produce oscilații ale electronilor liberi din conductoare, dând astfel naștere unui curent de radiofrecvență.

Pentru producerea acestui curent se consumă o parte corespunzătoare din energia undei.

Pe acest fenomen se bazează, după cum se va vedea, captarea undelor radiofonice cu ajutorul antenelor (radiorecepția).

C. Reflecția și refracția undelor. Dacă o undă se propagă într-un mediu omogen, drumul ei va fi o linie dreaptă; în locurile de trecere dintr-un mediu într-altul se observă însă fenomene de reflecție și de refracție, întocmai ca la razele de lumină (fig. 94 a și b). Aceste fenomene apar totdeauna la limita de separație dintre două medii cu constante dielectrice diferite.

D. Difracția undelor. Acest fenomen constă în înconjurarea diferențelor obstacole de către unde. Întâlnind, în calea lor, de exemplu, o clădire sau un munte, ele îl pot „escalada”, curbindu-și traseul (fig. 94 c).

Cu cât unda este mai lungă, cu atât ea poate înconjura mai ușor obstacolele. Desigur, însă, că acest înconjur al obstacolelor nu se face „laminar” adică urmărind perfect conturul, ci cu oarecare abatere. Din această cauză, în spatele obstacolelor escaladate apare o zonă de *umbra electrică*, denumită *zonă de tăcere*, în care unda nu poate fi recepționată. Așa se explică de ce în anumite zone de munte unele stații de radiodifuziune nu pot fi ascultate.

E. Interferența undelor. Prin interferență se înțelege însumarea, într-un anumit loc din spațiu, a două sau mai multor unde, având aceeași frecvență sau frecvențe apropiate. Pot interfera, adică se pot însuma,

Fig. 239

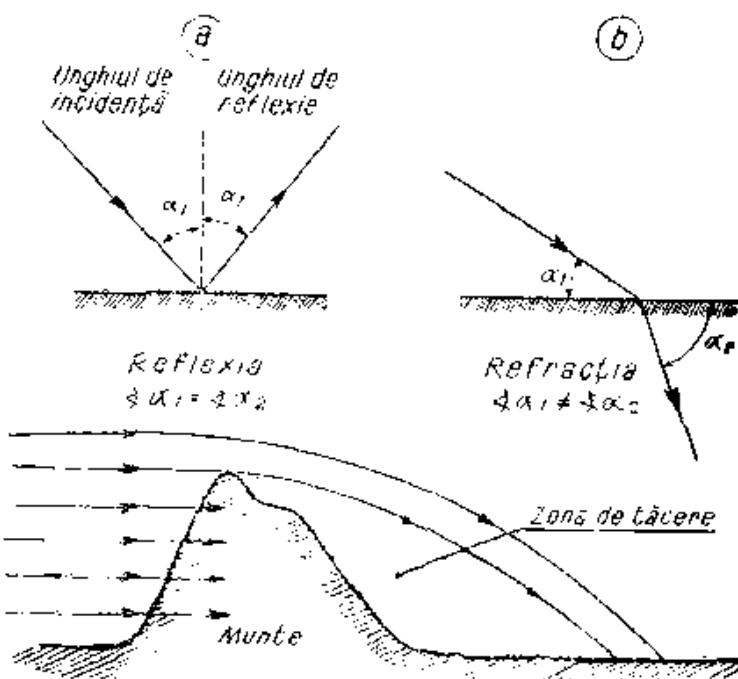


Fig. 94.

unde venite de la diferite stații de radioemisioane și atunci apar perturbații, care se manifestă în aparatele de recepție sub forma unor fluierături supărătoare.

Alteori se întâmplă însă să interfereze undele aceluiasi emițător, după ce au parcurs drumuri diferite pînă la locul de recepție. În acest caz, datorită *diferenței de fază* dintre undele sosite, se produce întărirea sau slăbirea undei (*fading*).

Orice conductor (radiatator) pus în situația de a produce unde electomagnetice, generează două tipuri de unde : *de suprafață* și *spațiale*.

Dintre acestea primele sunt radiate orizontal și se propagă de-a lungul suprafeței Pămîntului, în păturile inferioare ale atmosferei, iar celelalte sunt radiate sub un unghi oarecare față de suprafața Pămîntului.

Să vedem acum cum se comportă diferitele familii de unde din punct de vedere al propagării.

Undele lungi se propagă exclusiv prin unde de suprafață, urmînd curbura Pămîntului și ocolind diversele obstacole întîlnite, datorită capacitatei lor mari de difracție.

Undele medii pot fi împărțite, funcție de particularitățile de propagare, în trei subgame. Astfel undele cu $\lambda=1\ 000 \cdots 3\ 000$ m se propagă la fel cu undele lungi, iar undele cu $\lambda=200 \cdots 600$ m se propagă slab ziua, cînd sunt puternic absorbite, și mult mai bine noaptea, cînd, în absența Soarelui, ionizarea atmosferei și stratosferei se modifică. De asemenea, undele medii de lungime mai mică sunt supuse unui fading puternic datorită interferenței undei de suprafață cu cea spațială.

A treia subgamă o constituie undele cu $\lambda=600 \cdots 1\ 000$ m, la care fadingul există (dar apare mai slab decît la undele cu $\lambda=200 \cdots 600$ m), iar propagarea de zi este mult mai slabă decît cea de noapte.

Undele scurte oferă și mai interesante particularități în privința propagării. Datorită frecvențelor lor ridicate, absorbția acestor unde este foarte puternică, undă de suprafață avînd o mică rază de acțiune (cîțiva zeci de kilometri). Cu cît puterea radiată este mai mică și lungimea de undă mai scurtă, cu atât raza de acțiune este mai mică. După zona de audibilitate, determinată de undă de suprafață apare o zonă de tăcere (fig. 95 a) în care unda nu poate fi recepționată (în special pentru undele mai scurte de 80 m). Lățimea acestei zone depinde de lungimea de undă, de oră, de anotimp și de activitatea Soarelui, care se manifestă mai puternic din 11 în 11 ani.

După zona de tăcere urmează o nouă zonă de audibilitate, datorită undelor spațiale care, reflectate de ionosferă, se întorc pe Pămînt. Datorită acestui fenomen se pot realiza legături radio la distanțe foarte mari cu puteri înșimne, cum au de altfel toate stațiile radioamatorilor (în comparație — firește — cu stațiile de radiodifuziune).

Undele scurte sînt supuse unui fading puternic și aproape permanent, iar uneori prezintă, în plus, fenomenul — foarte interesant— de *ecou*. Ecoul acesta se datorește sosirii undelor în punctul de recepție pe două căi : pe drumul cel mai scurt dintre emițător și receptor și pe partea ocolită a Pămîntului (peste antipozi) după ce au parcurs adică un

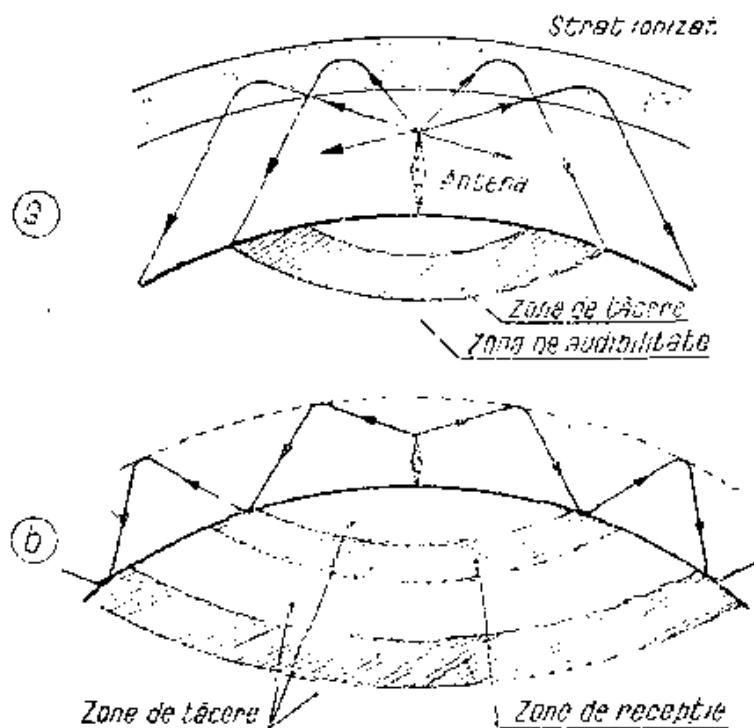


Fig. 95.

drum de minimum 38 000 km (dacă propagarea s-ar face în undă directă de suprafață), ceea ce echivalează cu o întârziere a undelor de cca. 1/7 secunde.

În realitate distanța străbătută de unda ecou este mult mai mare, deoarece ea parcurge o traiectorie în zigzag, reflectîndu-se de mai multe ori între cele două uriașe oglinzi sferice pe care le constituie, de fapt, pentru undele scurte, ionosfera și Pămîntul însuși (fig. 95 b).

Undele metrice, decimetrice și centimetrice nu sînt reflectate de către ionosferă. Din această cauză undele spațiale nu au, în majoritatea cazurilor, valoare practică. De asemenea, fiind puternic absorbite de către obstacolele înălținate, nu se pot folosi ca unde de suprafață, decît atunci cînd între emițător și receptor nu există corperi opace din punct de vedere al propagării.

Se observă totuși că aceste unde sînt reflectate de unele corperi și sufăr, într-o oarecare măsură, efectele refracției și difracției. Astfel, pe principiul reflecției U.U.S. sînt construite instalațiile de radiolocație

(radar), iar datorită difracției și, în special, refracției lor în straturile inferioare ale atmosferei se pot realiza uneori radiocomunicații care depășesc mult rază vizibilității directe.

4. Utilizarea undelor radiofonice

A vorbi despre utilizarea undelor radiofonice, după atîtea pagini dedicate acestor neobosite călătoare, pare sinonim cu a repeta, în altă formă, faimoasa ghicitoare : „mănăstire într-un picior, ghici, ciupercă! ...“

Și totuși... Unda radiofonică este cărăușul nevăzut pus de omul de știință să realizeze comunicația fără fir, radioul adică. Și, după cum în orice comunicație există un expeditor și un destinatar, aşa și în radiocomunicații trebuie să existe cel puțin o *stație de emisie* și o *stație de recepție*. Cu ajutorul figurii 96 (mult simplificată) vom vedea ce se întâmplă, să zicem, între Radio București și aparatul de radiorecepție existent astăzi în fiecare cămin.

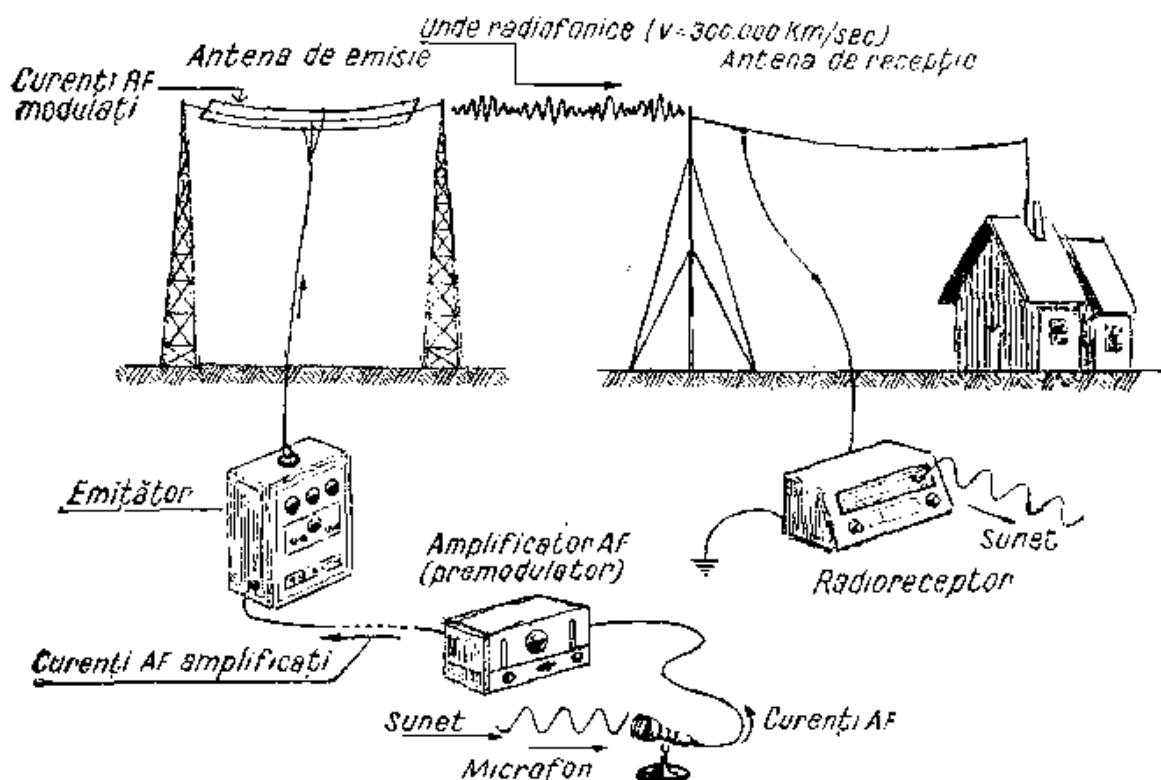


Fig. 96.

La stația de emisie, sunetele produse de o voce sau de un instrument sunt transformate în curenți alternativi de audiofreqvență cu ajutorul unei „urechi electrice“ numită *microfon*. Acești curenți sunt amplificați într-un *amplificator* și trimiși în *emitter*, care constituie partea principală

a stației de emisie. Emițătorul produce curenți de radiofrecvență, pește care se suprapun — operația se numește *modulație* — curenții de audiofrecvență sosită de la amplificator. Curenții alternativi de radiofrecvență, combinați cu curenții de audiofrecvență, sunt trimiși apoi într-un conductor exterior, de construcție specială, care constituie *antena* stației de emisie.

Curenții din antenă dau naștere în spațiul înconjurător undelor elec-tromagnetice (radiofonice), care se răspîndesc în toate direcțiile. În drumul lor prin spațiu ele întîlnesc antena aparatului de radiorecepție și induc în ea curenții alternativi identici, ca frecvențe, cu cei produși de emițător. Din antenă curenții ajung în aparatul de radiorecepție unde, în majoritatea cazurilor, sunt mai întîi amplificați, deoarece energia captată de antenă este mult prea slabă pentru a fi folosită direct.

Mai departe, curenții de radiofrecvență, care au îndeplinit numai rolul de mijloc de transport, sunt separați de curenții de audiofrecvență transportați printr-o operație numită *detectie*, după care aceștia din urmă trec la *difuzor*, unde sunt transformați în sunete identice cu cele pronun-tate în fața microfonului.

În radiocomunicațiile bilaterale, cum sunt și cele efectuate de către stațiiile de radioamatori, se utilizează însă, spre deosebire de emisiunile de radiodifuziune obișnuite (broadcasting), care au loc în telefonie, și emi-siunile radiotelegrafice (în telegrafie), în care microfonul este înlocuit printr-un dispozitiv numit *manipulator* sau *cheie*, folosit pentru a face să apară în antena emițătorului, în ritmul alfabetului Morse, curenți de radiofrecvență, adică unde radiofonice. Este evident însă că în cazul radiocomunicațiilor bilaterale, fiecare stație este înzestrată cu un emițător și un receptor.

Capitolul II

ANTENE

1. Antena — circuit oscilant deschis

Antena constituie, după cum am amintit în treacăt în capitolul anterior și după cum probabil știați deja, un sistem de conductoare utilizat pentru captarea undelor radiofonice, în cazul recepției, și pentru împărtierea acelorași unde în spațiu, în cazul stațiilor de radioemisie. Mai „tehnic“ vorbind, antena transformă energia undelor radiofonice în curenți de radiofrecvență sau transformă energia curenților de radiofrecvență în unde radiofonice.

Prima antenă de radio din lume a fost întrebuită de inginerul rus A. S. Popov în faimosul său „detector de furtuni“ la 7 mai 1885.

Am văzut că un circuit oscilant obișnuit format dintr-o bobină și un condensator, care se mai numește și „închis“, are dimensiuni mici în comparație cu lungimea de undă pe care o generează. Din această cauză el radiază, după cum vom arăta, foarte slab energie electromagnetică.

Din filele anterioare știm că orice conductor prin care circulă energie electromagnetică devine — implicit — un izvor, un radiator, care împărtie energie respectivă în spațiu. Dacă un asemenea conductor este înădit în formă de buclă (fig. 97 a), curenții din el vor circula în sensuri opuse. Undele radiate în aceste jumătăți se află în opozitie de fază și dacă distanța d dintre brațele buclei este mică în comparație cu lungimea de undă, atunci aceste unde se vor anihila reciproc în spațiu. În acest fel, un conductor în formă de buclă nu radiază aproape de loc energie electromagnetică. Prin asimilare, același lucru se poate spune și despre un conductor în formă de spiră patrată (fig. 97 b) sau circulară (fig. 97 c).

Explicația fenomenului este în realitate ceva mai complexă. Astfel, în cazul spirei pătrate curenții din laturile opuse având sensuri opuse, undele radiate de ei au, de asemenea, faze contrare. Din această cauză ele se anulează complet, însă numai într-un plan perpendicular pe planul spirei. De-a lungul planului spirei decalajul dintre cele două unde diferă

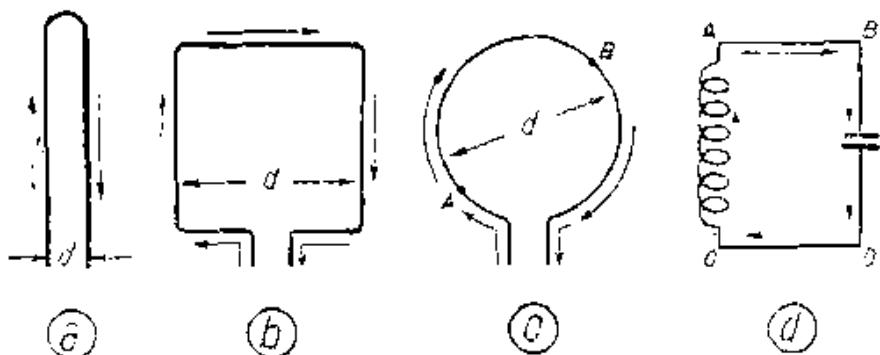


Fig. 97.

puțin de 180° , deoarece una dintre ele parcurge un drum în plus, egal cu latura d a spirei și, ca atare, are o întârziere de fază. Când latura spirei este mult mai mică decât lungimea de undă — cum este de altfel cazul circuitelor oscilante realizate în practică — întârzierea respectivă este neglijabilă și, prin urmare, se poate considera că și undele din planul spirei se anulează reciproc.

Se poate însă schimba construcția circuitului oscilant, în aşa fel încât în elementele lui separate curenții să aibă același sens. În asemenea caz undele radiate nu se vor mai anula reciproc, obținându-se o radiație considerabilă de energie. Aceasta se realizează prin transformarea circuitului oscilant închis într-un *circuit oscilant deschis*, denumit *antenă* (fig. 98).

După cum se observă, îndepărțindu-se armăturile condensatorului și întinzându-se con ușoarele care leagă bobina cu condensatorul într-o linie dreaptă, sensurile curenților din aceste conductoare devin identice (fig. 98 d).

Dacă se întinde și conductorul bobinei într-o linie dreaptă și dacă în locul armăturilor condensatorului se întrebunează conductoare drepte, cu lungime suficient de mare pentru a se putea obține capacitatea necesară (fig. 98 f), atunci radiația circuitului deschis devine maximă, întrucât sensul curenților în toate elementele va fi același.

În practică se păstrează însă o parte din bobina circuitului în vederea cuplajului cu emițătorul (sau cu receptorul).

Pe baza celor arătate mai sus, putem afirma că orice conductor are o inductanță și o capacitate proprie, repartizată pe lungimea lui; el reprezintă de aceea un circuit oscilant (deschis) cu o frecvență proprie.

precis determinată. Ca în orice circuit oscilant, și într-un conductor pot avea loc oscilații electrice libere. În schema din figura 99 a, în poziția 1 a comutatorului h, ambele jumătăți ale conductorului se încarcă cu sarcini diferite de la bateria *B*. Dacă se trece comutatorul în

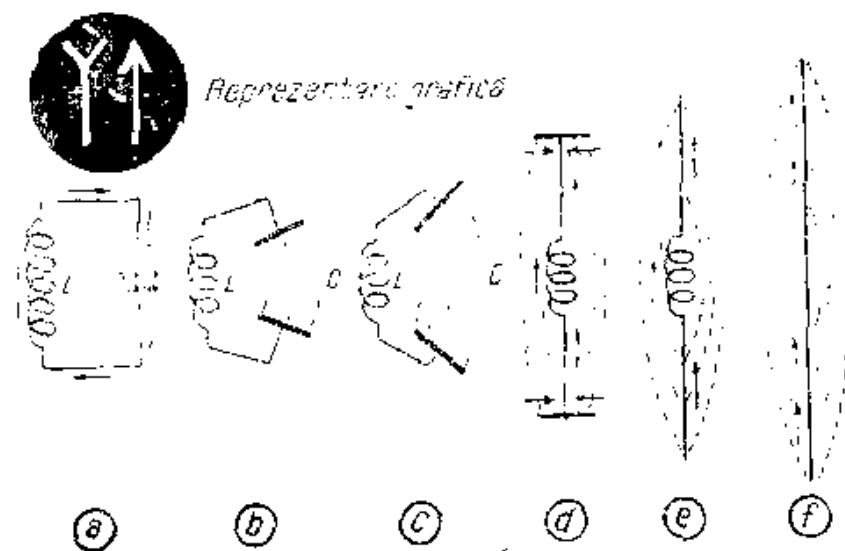


Fig. 98.

poziția 2, electronii vor trece dintr-o jumătate a conductorului în cealaltă, adică vor apărea în conductor oscilații libere amortizate. La fel ca într-un circuit închis, aceste oscilații au loc datorită inductanței și capacității conductorului.

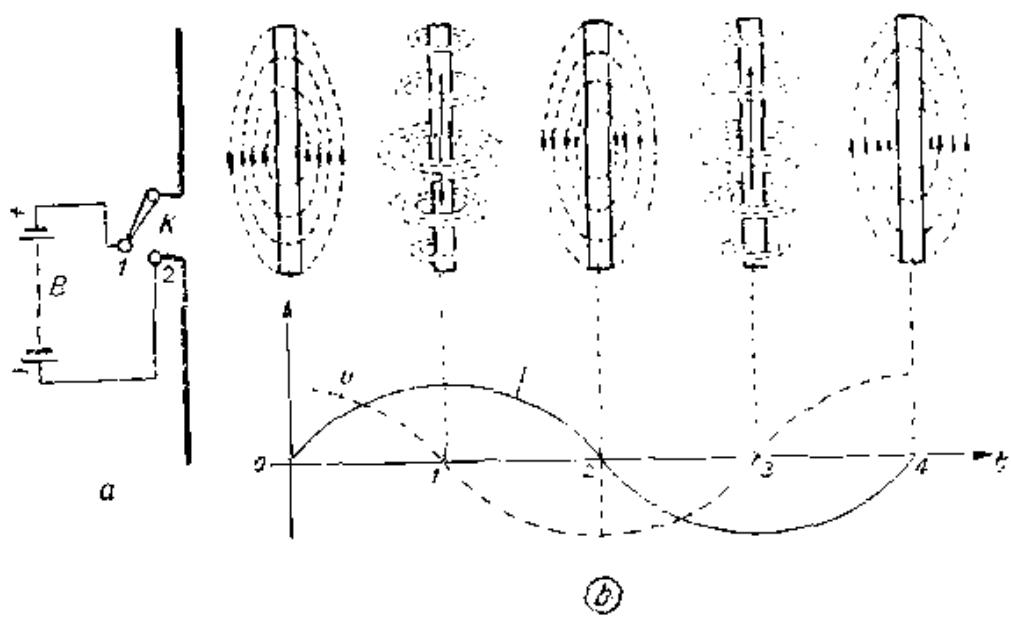


Fig. 99.

Diferitele faze ale evoluției oscilației din conductor sunt reprezentate în figura 99 b. În partea superioară a figurii este indicată repartitia cîmpului electric și a celui magnetic în conductor (antena), iar în partea inferioară sînt arătate curbele de variație a curentului și a tensiunii de-a lungul acestuia. Curba tensiunii și liniile de forță ale cîmpului electric corespunzător sînt reprezentate prin linii punctate, iar curba de curent și liniile de forță ale cîmpului magnetic aferent prin linii continue.

În momentul inițial ($\theta = 0$ — fig. 99 b) conductorul are o oarecare cantitate de energie potențială în cîmpul electric produs de sarcinile concentrate pe jumătățile de sus și de jos ale conductorului. Atunci, în conductor nu circulă nici un curent, iar diferența de potențial dintre punctele limită ale conductoarelor este maximă.

La trecerea electronilor de pe o jumătate a conductorului pe celalătă curentul crește, iar tensiunea scade. Energia cîmpului electric se transformă, treptat, în energia cinetică a cîmpului magnetic produs de curent. După un sfert de perioadă curentul este maxim, ceea ce înseamnă că întregul cîmp electric a fost înlocuit de un cîmp magnetic. În acest moment ($I = I_m$ — fig. 99 b) curentul este maxim, iar tensiunea nulă. După aceea curentul începe să scadă, iar cîmpul magnetic dispare treptat. În cursul acestui proces apare o forță electromotoare de autoinducție, care întreține mișcarea electronilor și le permite să treacă pe celalătă jumătate a conductorului. Astfel, conductorul se refărcă, energia treceând din cîmpul magnetic în cel electric. Spre finele celui de-al doilea sfert de perioadă (momentul 2), întreaga energie este concentrată din nou în cîmpul electric, dar de data aceasta orientarea cîmpului este inversă. În cursul următoarei semiperioade procesul se repetă în sens invers, restabilindu-se starea de lucruri inițială. În momentele intermediiare (care nu sînt reprezentate în figura 99 b) vor exista simultan atît cîmpul electric, cît și cel magnetic, deoarece energia oscilațiilor se va distribui între aceste două cîmpuri.

După cum rezultă din aceeași figură, de-a lungul întregului conductor există atît un cîmp electric, cît și unul magnetic; cîmpul magnetic are cea mai mare intensitate la mijlocul conductorului, unde curentul este maxim, în timp ce la capete curentul este nul și nu există deci nici un cîmp magnetic.

Antena, adică circuitul deschis pe care l-am considerat, reprezentat prin conductor rectiliniu în care pot lua naștere oscilații electrice libere, se numește *radiator simetric* sau, pe scurt, *radiator* ori *dipol*.

2. Lungimea de undă și frecvența proprie

În mod evident, cu cât conductorul din care este constituită este mai lung, cu atât inducțanța și capacitatea unei antene sunt mai mari și, prin urmare, cu atât mai mare este lungimea ei de undă, și corespunzător mai mică frecvența oscilațiilor libere care se nasc în ea.

Dacă se are în vedere că viteza de propagare a curentului de-a lungul conductorului său este egală cu viteza de propagare a undelor radiofonice — 300 000 km/s, se pot deduce ușor formulele de calcul pentru lungimea de undă proprie sau pentru frecvența proprie a antenei.

Am văzut că în timpul unei semiperioade curentul circulă într-un singur sens de-a lungul conductorului antenei. Este clar că lungimea lui este egală cu jumătate din lungimea de undă proprie ($\lambda/2$), deoarece în decursul unei perioade întregi, la viteza de 300 000 km/s, curentul săr parcurge o distanță egală cu o lungime de undă.

Așadar, lungimea (l) a conductorului circuitului deschis este egală cu $\lambda/2$ sau $\lambda=2l$.

Rezultă deci că *lungimea de undă a oscilațiilor proprii ale unei antene este egală cu dublul lungimii conductorului ce o constituie.*

Inlocuind lungimea de undă prin frecvență în relația :

$$\lambda_{(m)} = \frac{300\ 000}{f_{(kHz)}}$$

se obține :

$$\frac{300\ 000}{f_{(kHz)}} = 2l_{(m)}$$

sau :

$$f_{(kHz)} = \frac{150\ 000}{l_{(m)}}.$$

Trebuie să menționăm că în practică, datorită influenței solului sau a unor corpură învecinate, lungimea de undă proprie este ceva mai mare decât dublul lungimii conductorului antenei :

$$\lambda_{(m)} = \frac{2 l_{(m)}}{0.95}.$$

Pentru a se obține o radiație maximă trebuie produse în antenă oscilații întreținute (forțate) de intensitate maximă. Acest lucru se realizează prin cuplarea antenei cu un generator (emitter). Amplitudinea

oscilațiilor induse în antenă va fi maximă în momentul atingerii rezonanței, adică atunci cînd frecvența generatorului va fi egală cu frecvența proprie a antenei (frecvența fundamentală).

Pentru ajustarea, adică acordarea frecvenței antenei la frecvența generatorului, ar trebui, logic, să se modifice lungimea conductorului

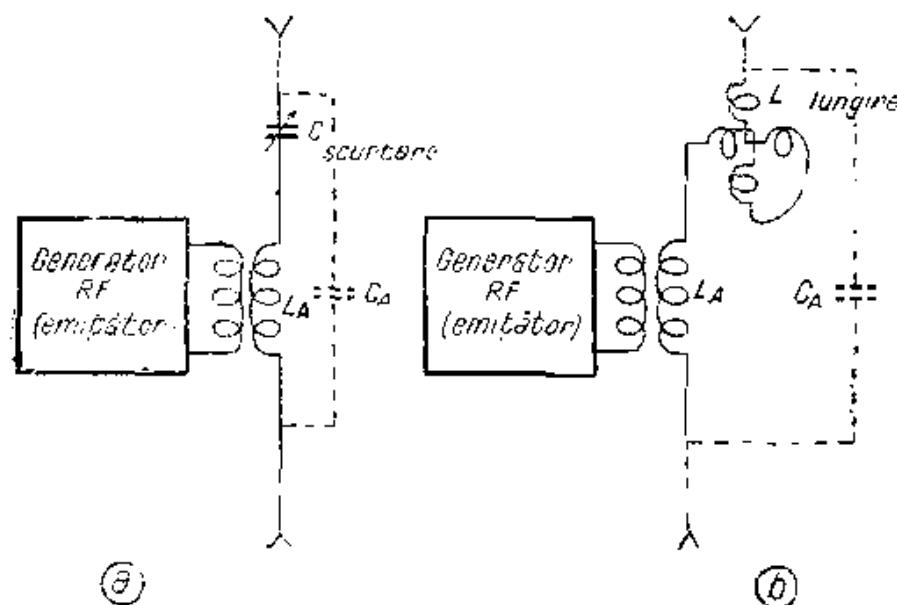


Fig. 100.

acesteia. În practică acest lucru se realizează într-alt mod. Astfel, în loc să alerge cu o foarfecă, cu un colac de sîrmă și cu o scară de pompieri pentru a scurta sau a lungi antena, oamenii de știință au găsit niște mijloace infinit mai practice: pentru a scurta antena se leagă în serie cu ea un condensator variabil (fig. 100 a), iar pentru a o lungi se conectează, tot în serie cu ea, o bobină, care uneori poate fi realizată cu inductanță variabilă (variometru), ca în figura 100 b.

3. Distribuția intensității și tensiunii de-a lungul antenei

O particularitate importantă a circuitului deschis, care-l deosebește de unul închis, constă în repartiția neuniformă a intensității curentului (sau simplu: curentul) de-a lungul conductorului. Astfel, la capete intensitatea curentului este nulă, deoarece acolo electronii nu au unde să se deplaseze și nici de unde să vină, antena fiind izolată electric; pe măsura îndepărțării de capete, curentul crește și devine maxim la mijlocul conductorului. Această distribuție neuniformă a curentului de-a lungul antenei este reprezentată prin curba I (trasată cu o linie conți-

nuă) din figura 101. Într-o reprezentare de acest fel, trebuie să ne imaginăm că în orice punct al antenei, curentul este reprezentat grafic prin distanța dintre acest punct și curba I.

Punctele în care curentul se anulează (în cazul de față capetele antenei) se numesc *noduri de curent*, iar punctele în care curentul este maxim (mijlocul conductorului) se numesc *ventre de curent*.

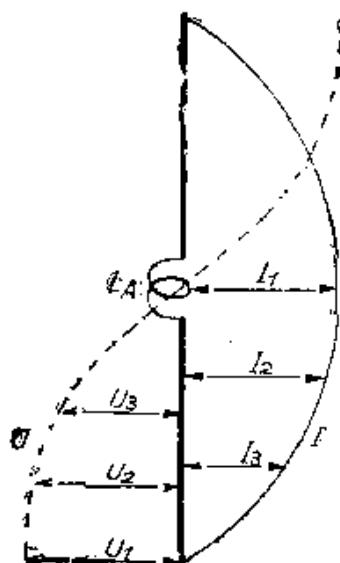


Fig. 101.

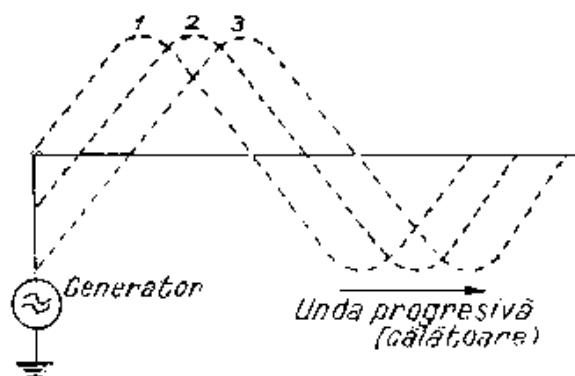


Fig. 102.

Și tensiunea se distribuie, de asemenea, neuniform. S-a convenit să se numească „tensiune într-un punct oarecare al antenei” diferența de potențial dintre punctul considerat și simetricul său situat pe cea de-a doua jumătate a conductorului. În figura 101 curba punctată arată distribuția tensiunii de-a lungul antenei, valorile pozitive fiind reprezentate de o parte a conductorului, iar cele negative, de cealaltă parte.

Tensiunea maximă, adică *ventrul de tensiune*, se află totdeauna la capetele conductorului (de unde și necesitatea de a se izola perfect antena), iar *nodul de tensiune* se găsește la mijloc, unde tensiunea se anulează.

După cum se observă din figura 101, ventrele de tensiune coincid cu nodurile de curent, și invers, ventrele de curent cu nodurile de tensiune. Astfel, curbele de distribuție a curentului și tensiunii sînt decalate una față de cealaltă cu un sfert de lungime de undă, în lungul firului.

Fenomenele care se produc într-o antenă pot fi explicate mai complet dacă se ia în considerație propagarea undelor electromagnetice de-a lungul unui conductor. Astfel, dacă la un generator de radiofreqvență conectăm un conductor izolat la capătul opus, în el se va pro-

paga, cu 300 000 km/s, o undă progresivă de curent și de tensiune, care este de săptă o undă electro-magnetică rezultată a cimpurilor magnetice și electrice variabile ce apar de-a lungul conductorului.

Variatia permanentă a celor două cimpuri permite reprezentarea grafică a curentului și tensiunii numai pentru un moment oarecare. În figura 102 se arată distribuția curentului și tensiunii în cazul unei unde progresive (călătoare), în trei momente succesive diferite.

O reprezentare sugestivă a unei unde progresive poate fi obținută ușor printr-o experiență simplă: legind unul din capetele unei sfuri lungi de un punct fix și scuturînd capătul liber, de-a lungul sfurii va călători, șerpuind, o undă progresivă.

Când undă progresivă de curent și de tensiune ajunge pînă la un obstacol oarecare, de exemplu un dielectric (izolatorul) de la capătul conductorului), se produce o reflexie a undei, și undă reflectată revine în sens invers, mergeînd în întîmpinarea undei directe (incidente). Cele două unde se însumează și se obține, ca rezultat, o distribuție specială de curent și tensiune numită *undă staționară* (fig. 103).

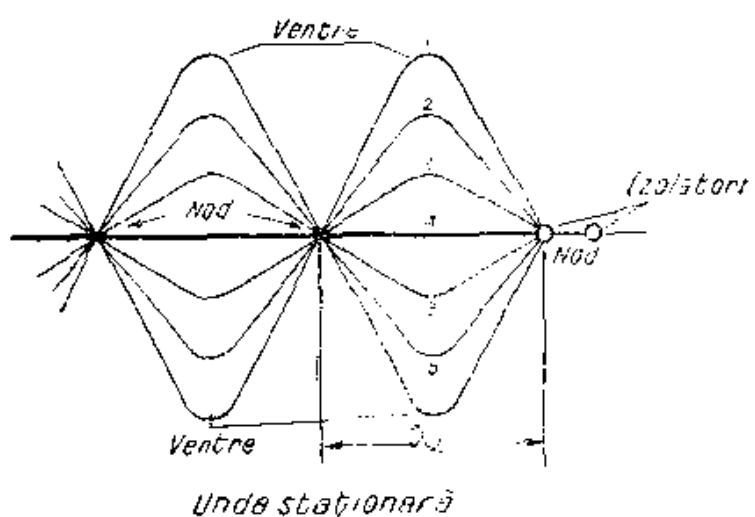


Fig. 103.

Pentru o undă staționară este caracteristică prezența nodurilor și a ventrelor de curent și de tensiune, decalate între ele ca poziție cu $1/\frac{4}\lambda$. Sub acest aspect se poate asemuri antena în $\lambda/2$ cu o coardă de oțel care, vibrînd, devine sediul unor unde staționare sonore (fig. 104).

Mai trebuie însă reținut că un circuit deschis, spre deosebire de unul închis, nu are numai o singură frecvență de oscilație, ci poate fi excitat de un generator și pe armonicile superioare ale frecvenței fundamentale, a căror frecvență este de un număr întreg de ori mai mare decît aceasta.

Până acum am considerat însă distribuția curentului într-o antenă izolată. Există însă și antene care au unul din capete pus la pămînt (la masă), cum sunt de exemplu antenele verticale de tip Marconi.

În cazul acestei categorii de antene, în punctul de punere la pămînt nu poate să fie un ventru de tensiune, deoarece potențialul pămîntului

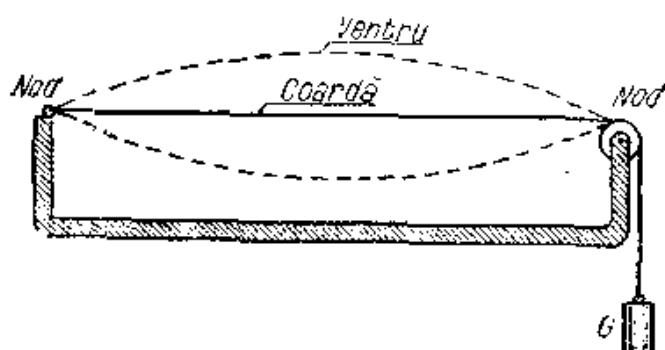


Fig. 104.

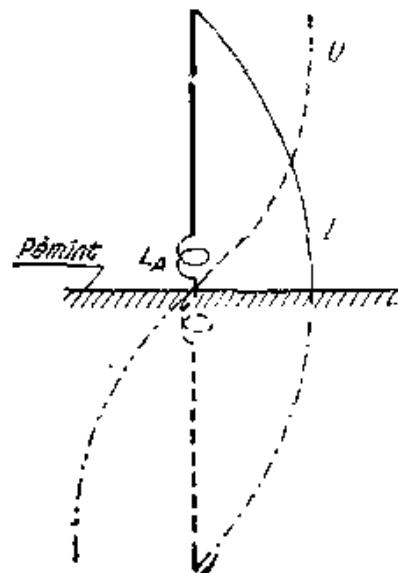


Fig. 105.

este totdeauna nul. Prin urmare, la suprafața Pămîntului există un nod de tensiune și un ventru de curent. Din această cauză o antenă pusă la pămînt, care rezonează pe frecvența fundamentală, va avea de-a lungul ei o undă de $1/4 \lambda$. Distribuția curentului și tensiunii în acest caz arată ca în figura 105, în care se poate observa că pămîntul joacă rolul unei oglinzi, în care se reflectă imaginea unei jumătăți de antenă virtuală.

Pentru antenele puse la pămînt lungimea conductorului (radiotrușului) devine :

$$l = \frac{\lambda}{4} .$$

Această lungime este în realitate ceva mai mare decât rezultă din calcul, datorită influenței solului și obstacolelor înconjurătoare. În practică :

$$l_{(m)} = 0,95 \frac{\lambda_{(m)}}{4} .$$

Cind pământul nu este bun conductor de electricitate, antenele verticale se leagă de unul sau mai multe conductoare întinse orizontal, deasupra solului, care constituie astfel un „pămînt artificial” sau o *contragrăutate*.

4. Radiația antenelor. Directivitatea

Energia radiată de o antenă oarecare în $\lambda/2$ nu se propagă uniform în spațiul înconjurător. Astfel, în funcție de tipul antenei, de lungimea și de înălțimea sa față de sol, intensitatea undelor radiate poate varia în diverse puncte din spațiu între zero și o valoare maximă oarecare. Cu alte cuvinte antenele dipol prezintă particularitatea de a rada mai bine în anumite direcții, adică de a fi *directive*. În teoria antenelor, pentru a dispune de un termen de referință, s-a introdus însă noțiunea de *antenă izotropă*, care reprezintă un radiator ipotetic, nedirectiv.

Preferințele directive ale unei antene se exprimă printr-o aşa-numită *diagramă de directivitate*, care arată variația amplitudinii undei radiate (a semnalului emis) în funcție de direcția de propagare, fără a se lua însă în considerație influența pămîntului.

Dacă am considera un dipol în $\lambda/2$ (fig. 106) intensitatea cîmpului electromagnetic radiat, măsurată la distanțe fixe față de antenă, variază după o suprafață curbă, care poate fi generată prin rotirea unei curbe în formă de „opt” în jurul dipolului cu 360° . În acest fel se obține un volum de revoluție, sub forma aproximativă de tor nestrăpuns (fig. 107). Secționând acest volum cu un plan orizontal (A) se obține tocmai curba plană care l-a generat, denumită *diagramă sau caracteristică de radiație orizontală*. În majoritatea cazurilor acțiunea directivă

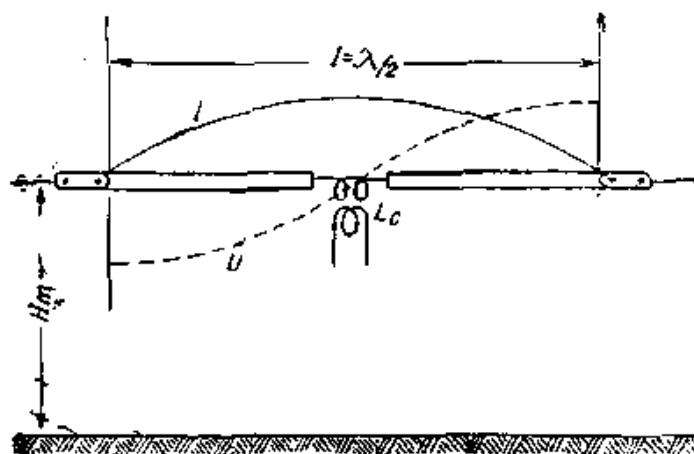


Fig. 106.

a unei antene poate fi apreciată cu ajutorul acestei diagrame, completată cu caracteristica (diagrama) de directivitate verticală (situată într-un plan vertical B , care conține și dipolul respectiv).

Distanța (vectorul) \vec{OA} , din figura 108, reprezintă mărimea și direcția radiației maxime. Considerind $OA = 1$, dreptele $OB = OC =$

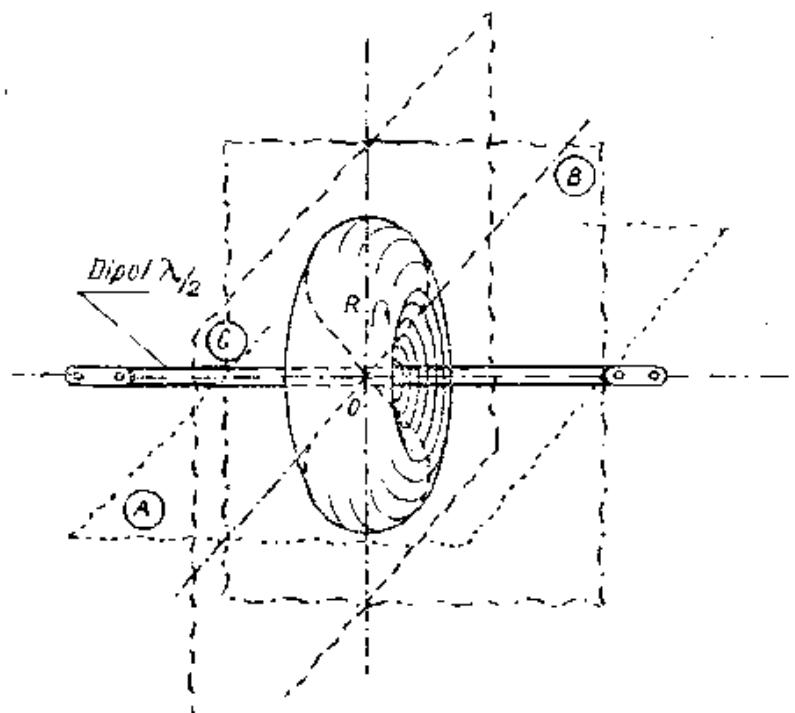


Fig. 107.

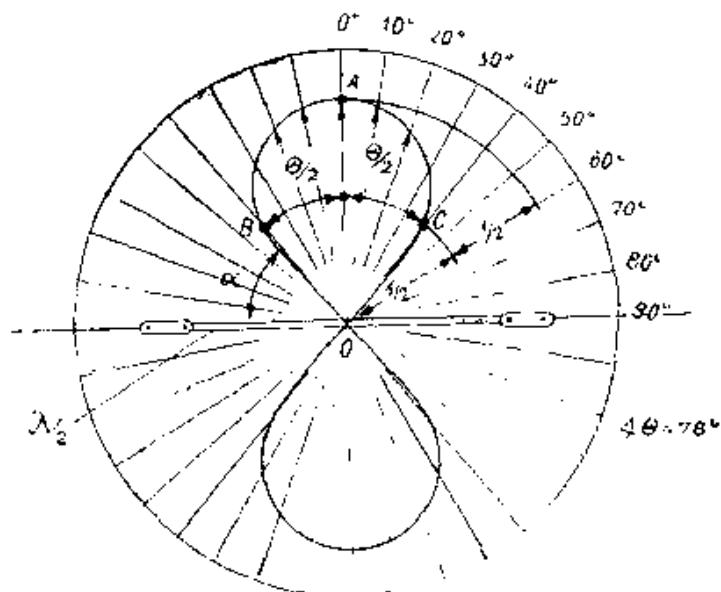


Fig. 108.

$\Rightarrow \frac{OA}{2} = \frac{1}{2}$ cuprind între ele unghiul de direcțivitate θ , în interiorul căruia energia de radiofreqvență radiată de dipol nu poate să scadă sub jumătatea energiei maxime radiate (adică sub $3 \text{ dB} = 1/2 \text{ grad S}$)*. Pentru un dipol în $\lambda/2$ situat în spațiul liber (adică neinfluențat de pămînt), $\theta = 78^\circ$.

Diagrama de radiație fiind simetrică, pentru a putea fi trasată, este suficientă efectuarea măsurătorilor în limita unghiului $\alpha=0^\circ \dots 180^\circ$. În practică însă trebuie să se țină seama și de influența pământului, care poate modifica similitor alura diagramei.

Intersectînd corpul de revoluție R , din figura 107, cu un plan vertical C perpendicular pe dipol, se obține o diagramă verticală, de formă circulară D_1 (fig. 109), dacă nu se ține seama de influența menționată.

Diagrama verticală se apreciază calitativ după forma „lobilor” D_{III} și, în special, după mărimea unghiului β , al celui mai apropiat lob de planul orizontal A , denumit și *unghi de undă* sau *unghi de plecare (radiatie)*. Acest unghi este extrem de important pentru radiocomunicațiile

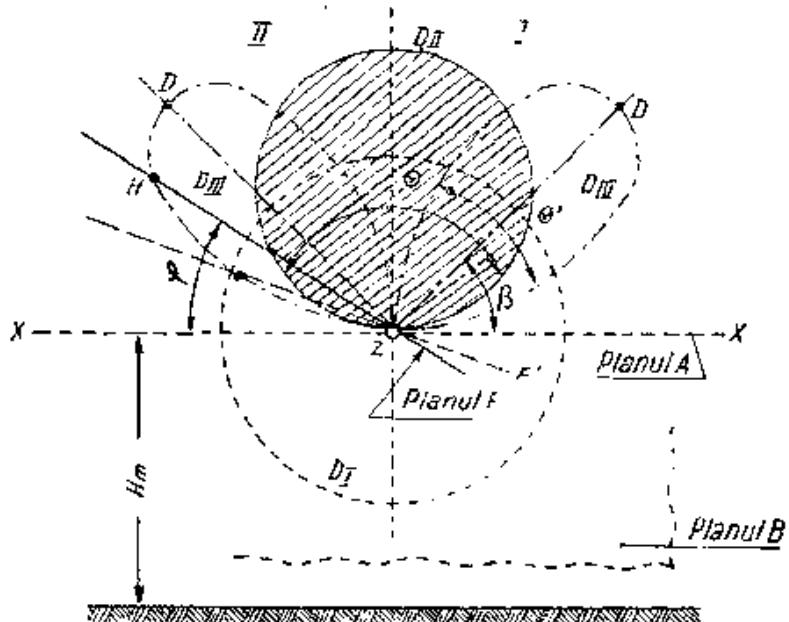


Fig. 109.

pe unde scurte și ultrascurte, la mari distanțe (DX), care se efectuează, după cum știm, numai în undă spațială reflectată, succesiv, de ionosferă și de Pămînt). Pentru distanțe mai mari de 1 000 km, în funcție de lunigimea de undă, anotimp, ora din zi sau noapte, acest unghi trebuie să

* După scara „S” de la 1...9, în codul radioamatorilor.

aibă valori cuprinse între 5° și 30° . După cum se observă din abacă prezentată în figura 110, trasață pentru domeniul undelor ultracurte, β scade atunci cind Hm crește. Pentru unghiuri pînă la 6° valoarea sa se determină cu relația:

$$\beta = 14,3 \frac{n\lambda}{Hm}$$

în care: n este numărul de ordine al lobului;

β — lungimea de undă, în metri;

Hm — înălțimea dipolului orizontal în metri.

Lobii secundari, cu unghiuri de undă mai mari decît β , au o valoare practică mult mai scăzută, pe seama lor fiind puse radiocomunicațiile la distanțe mijlocii, cu caracter capricios și efemer.

Numărul acestor lobi, cuprins într-un cadran (de exemplu, cadrul I) depinde de numărul de $\lambda/2$ cuprins în înălțimea Hm a dipolului.

Cunoașterea diagramei verticale de radiație a dipolului orizontal permite să se aprecieze corect și diagrama orizontală a acestuia, care

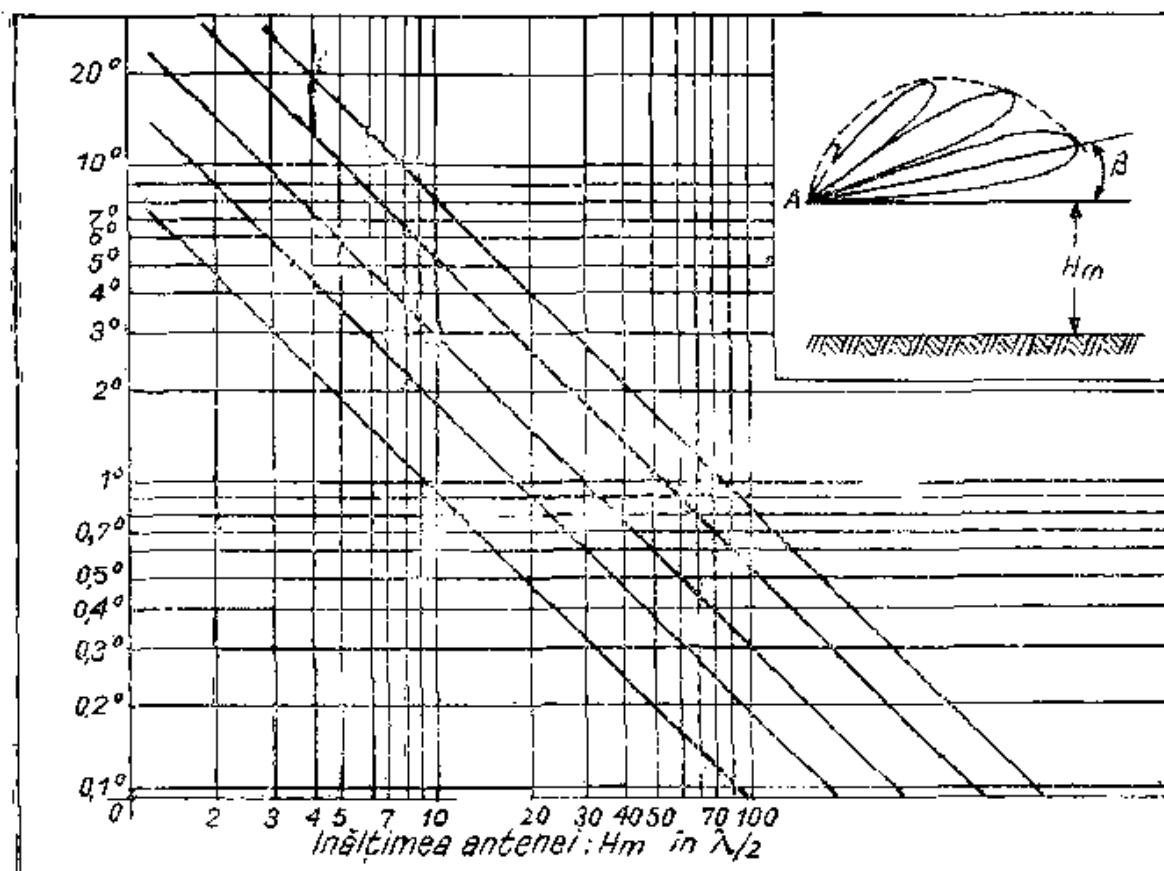


Fig. 110.

poate fi obținută pentru o anumită direcție de radiație intersectând diagrama verticală cu un plan F (fig. 109), înclinat cu un unghi ϕ (corespunzător direcției radiației) față de planul orizontal A . Lățimea diagramei orizontale, precizată prin unghiul θ , se schimbă în funcție de unghiul ϕ sub care o măsurăm, cea mai mare valoare obținându-se atunci cind planul F trece prin punctele Z și D (adică prin mijlocul lobului D_{III} , care corespunde radiației maxime). Cea mai mică valoare a unghiului θ apare cind planul considerat (F') este aproape tangent la lobul D_{III} .

Efectul directiv al unui dipol în $\lambda/2$ se schimbă o dată cu modificarea poziției sale față de pămînt. Cind este așezat vertical, ca în figura 111 a, diagrama sa de radiație orizontală este un cerc (fig. 111 b), al cărui diametru depinde de unghiul ϕ față de planul orizontal. Direcția și intensitatea maximă de radiație este reprezentată de vectorul R din figura 111 a (din volumul de revoluție generat prin rotația lobului în jurul dipolului), care determină împreună cu planul orizontal, unghiul de undă β , cu aceeași semnificație ca și în cazul dipolului orizontal (fără a se supune însă formulei prezentate anterior!).

Amplasarea verticală a dipolului permite obținerea unei radiații omnidirectionale, sub un unghi de undă mic, foarte avantajos pentru trafic la distanțe mari (în cazul emisiei), calitate care, după cum se va arăta mai departe, este pusă în evidență la antenele verticale, în $\lambda/4$, denumite *ground-plane*.

Influența pămîntului este mult mai puternică în cazul antenelor asimetrice, la a căror funcționare participă direct. Această influență se pune în evidență prin metoda „imaginii“ vibratoarelor (radiatoarelor) antenelor, folosindu-se următoarea constatare, pe care am amintit-o de altfel: acțiunea vibratorului așezat deasupra suprafeței terestre, plane, ideal conductoare, este egală cu acțiunea comună a acestui vibrator și a imaginii sale din spațiul liber, având aceleași dimensiuni și aceeași sursă de alimentare. Sarcinile vibratorului imagine (virtual)

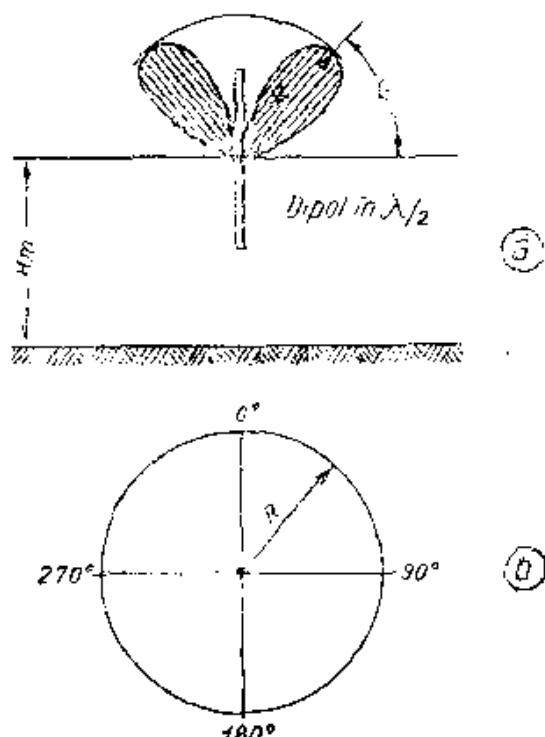


Fig. 111.

sunt contrare ca semn cu cele ale vibratorului real (fig. 112). Datorită acestui fapt, sensul curentului din imaginea vibratorului vertical coincide cu al vibratorului real, iar la imaginea vibratorului orizontal asymmetric, așezat paralel cu suprafața Pământului, este opus sensului din vibratorul real.

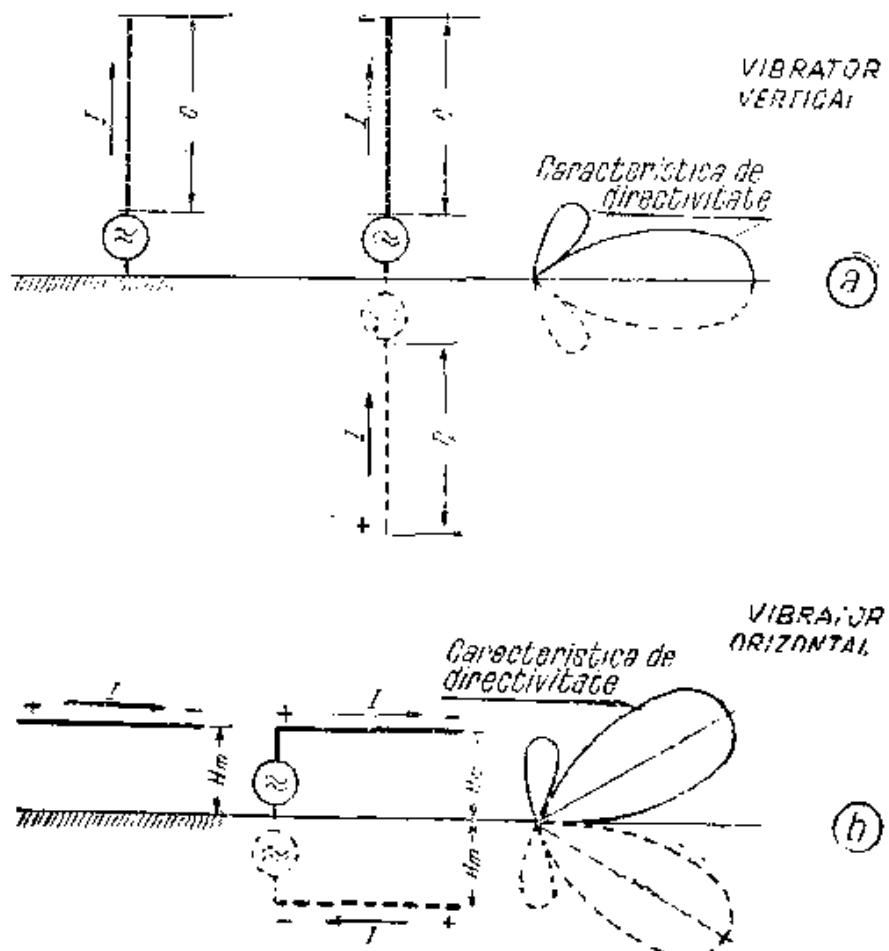


Fig. 112.

Referitor la antenele verticale asymetrice, în $\lambda/4$, trebuie să rețineți că au un unghi de radiație foarte mic, care le face foarte potrivite, în ciuda lipsei de directivitate, pentru lucru la distanțe mari, în DX , cum se spune în limbajul radioamatoricesc.

5. Caracteristicile principale ale antenelor

Înainte de a trece la enumerarea principalelor caracteristici ale antenelor, trebuie să subliniem că, indiferent de destinația antenelor — pentru emisie sau pentru recepție — parametrii lor calitativi sunt identici datorită reversibilității fenomenelor.

Pe lîngă diagrama de directivitate, la aprecierea calitativă a antenelor se mai folosesc, în practică, o serie de parametri, care nu trebuie ignorati de viitorul radioamator.

Cei mai importanți dintre aceștia sunt:

A. *Coeficientul de directivitate (D)* care arată de câte ori ar trebui mărită puterea unui emițător lucrînd cu o antenă izotropă (nedirectivă) în locul celei directive, pentru ca intensitatea semnalului la locul de recepție să rămână neschimbată.

În mod obișnuit, coeficientul *D* se transformă în decibeli*, cu ajutorul relației:

$$D_{dB} = 10 \lg D.$$

În acest caz, coeficientul de directivitate capătă denumirea de *cîștișător al antenei*.

B. *Randament (η_A)* care este raportul dintre puterea radiată P_r și puterea totală care vine în antenă, putere mai mare decît P_r , cu valoarea pierderilor :

$$\eta_A = \frac{P_r}{P_r + P_A}.$$

C. *Coeficientul de amplificare (G)* este produsul dintre coeficientul de directivitate a antenei și randamentul ei.

D. *Rezistența de radiație (R_r)*, în ohmi, care exprimă legătura dintre puterea radiată (în wați) și intensitatea (în amperi) care circulă într-un punct oarecare al antenei :

$$R_r(\Omega) = \frac{P_r}{I_A^2}.$$

* Decibelul (dB) nu este o unitate de măsură obișnuită — ca metrul, litru, kilogramul etc., ci un număr definit pentru a exprima raportul valorilor succesive ale aceleiași mărimi, susceptibil de variații în cursul unui fenomen oarecare, care urmează să fi perceput fizologic.

Astfel, dacă notăm cu P_1 puterea aplicată la bornele de intrare ale unui amplificator și cu P_2 puterea amplificată, culeasă la bornele de ieșire, valoarea amplificării în decibeli va fi :

$$A_{dB} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}.$$

Prezența logaritmului zecimal în relația de mai sus este justificată de fenomenul fizologic concretizat în legea lui Fechner: intensitatea senzației variază cu logaritmul excitării. De exemplu, dacă dispunem la difuzorul unui radioreceptor de o putere de ieșire de 10 miliwați și apoi de o altă de 100 miliwați, sunetul corespunzător ultimei se audă numai de două ori mai tare decât acela care corespunde primei puteri.

De obicei R_r se determină pentru punctul în care se află un ventru de curent sau la bornele de intrare.

În general rezistența are însă un caracter complex, adică pe lângă componentă activă (pur ohmică) ea are și o componentă reactivă X_r ; deci ea are natura unei impedanțe (Z_r).

E. Rezistența antenei (R_A), în ohmi, care se definește ca suma dintre rezistența de radiație și rezistența de pierderi R_p , ce caracterizează energia consumată pentru încălzirea conductoarelor și izolatoarelor, pierderi în pămînt și în sistemele de punere la pămînt:

$$R_A(\Omega) = R_r + R_p$$

Dacă rezistența antenei este calculată în raport cu curentul de la bornele antenei, atunci ea se numește *rezistență de intrare a antenei* ($R_{A\text{ intr.}}$).

F. Impedanța caracteristică (Z_A), în ohmi, care determină gama de frecvențe. Pentru un singur conductor cilindric, cu lungimea l (ce se poate asimila radiatorului — vibratorului — nesimetric), impedanța caracteristică este:

$$Z_A(\Omega) = 60 \left(\ln \frac{2l}{d} - l \right)$$

în care d = diametrul conductorului, în metri.

Pentru radiatorul simetric:

$$Z_A(\Omega) = 120 \left(\ln \frac{2l_{(m)}}{\pi d_{(m)}} - 0,577 \right) \cdot$$

G. Înălțimea efectivă (h_{ef}), în metri care este un parametru convențional, folosit mai ales în calculul antenelor de recepție, reprezintă înălțimea unei antene ipotetice care ar receptiona sau ar radia aceeași energie ca și antena reală, dar la care curentul este egal pe toată lungimea ei cu valoarea curentului din ventrul antenei reale (fig. 113). Rezultă deci că suprafața limitată de curba de distribuție a curentului în antena reală este egală cu suprafața unui dreptunghi cu baza I_{AV} și înălțimea h_{ef} .

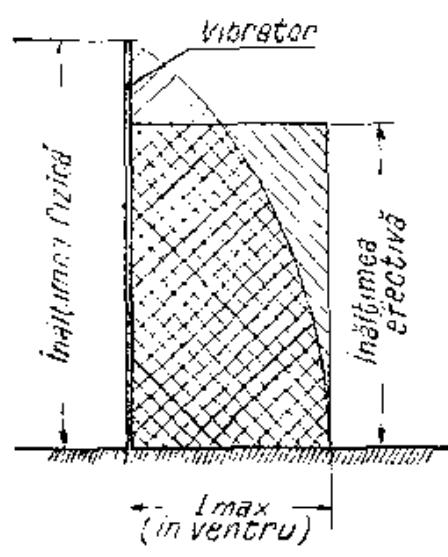


Fig. 113.

H. Raportul față-spate $\left| \frac{F}{S} \right|$, care este raportul dintre intensitatea cîmpului emis în direcția principală de radiație și a cîmpului emis în direcția opusă. Acest parametru este luat în considerație numai pentru antenele directive speciale.

6. Linii de alimentare

Pentru transportul energiei de radiofreqvență de la emițător la antena de emisie sau de la antena de recepție la receptor se folosesc sisteme alcătuite din unul sau mai multe conductoare, denumite *linii de alimentare sau fideri*.

Între fiderii antenelor de recepție și cei ai antenelor de emisie nu există deosebiri principale.

Într-un fider de calitate transportul energiei trebuie să se efectueze cu eficacitate maximă, adică pierderile să fie minime. În afară de aceasta, fiderii nu trebuie să radieze și nici să recepționeze. Astfel, o linie de alimentare care radiază, devenind, cu alte cuvinte, sediul unor unde staționare, va crea pierderi suplimentare, întrucât o parte din energia radiată va fi absorbită de corpurile învecinate. Influența ei se va traduce în acest caz prin deformarea diagramei de radiație a antenei alimentate și, implicit, prin reducerea eficacității emisiei. De asemenea, dacă fiderii vor recepționa — vor capta — și cimpurile electromagnetice perturbatoare (paraziți) generate de diversele instalații electrice prin a căror apropiere trec, prin forța lucrurilor, vor înrăutăți considerabil calitatea receptiei.

Construcția fiderilor. Cel mai frecvent fider este fiderul bifilar (cu două conductoare). Pentru ca fiderul să nu radieze, este necesar ca ambele conductoare să creeze în spațiul înconjurător cimpuri electromagnetice egale și de sens opus, care, anulându-se reciproc, vor anula și radiația aferentă. După cum știm, acest lucru este posibil numai în cazul în care curenții ce circulă în cele două conductoare sunt egali și de sensuri contrarii. Pe acest principiu se bazează și construcția celor cîteva tipuri de fideri descrise mai jos.

Linia bifilară — simetrică — deschisă (neecranată) se compune din două conductoare paralele, distanțate la cca 8...20 cm unul de altul prin niște distanțiere izolante (sprideri) confectionate din polistiren, ebonită, sticlă, lemn fierat în parafină sau alt material dielectric (fig. 114).

Această linie se utilizează, în majoritatea cazurilor, pentru unde mai lungi de 10 m. Pentru undele mai scurte de cîțiva metri, liniile deschise (neecranate) creează pierderi prin radiație destul de mari, adică fiderul are efect de antenă, deoarece din cauza dimensiunii apropiate a acesteia de lungime de undă proprie, defazarea dintre cimpurile create de fiecare conductor este diferită de 180° (după cum am mai arătat cînd am examinat circuitul oscilant deschis). În acest caz este necesară folosirea unei lini simetrice ecranate (fig. 115) sau a unui *cablu coaxial*, care este un fider asimetric.

O variantă a liniei simetrice deschise o constituie liniile sau *cablurile tip panglică* (twin-lead) fabricate sub forma a două conductoare tip „lită” înglobate paralel, la cîțiva milimetri unul de altul, într-o panglică din PCV sau polietilenă.

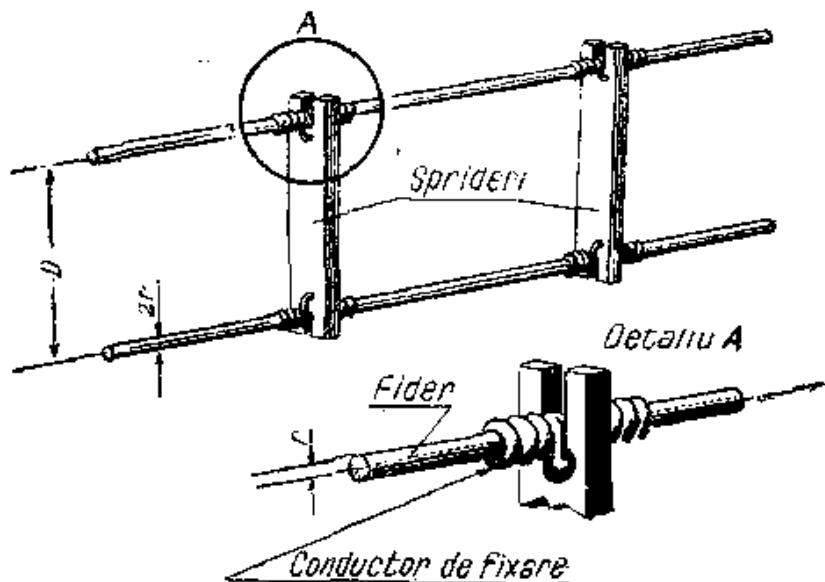


Fig. 114.

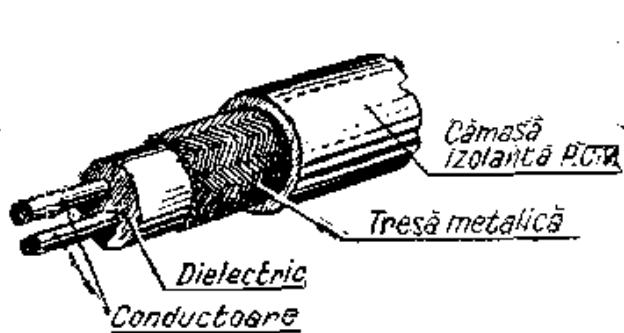


Fig. 115.

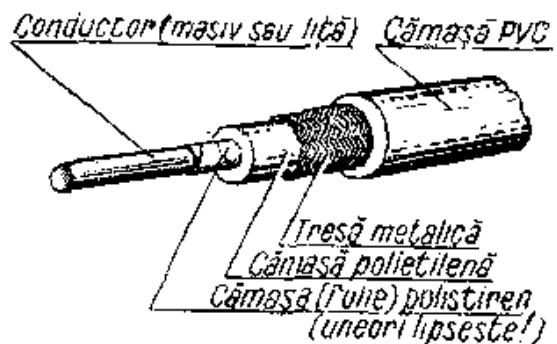


Fig. 116.

În fine, cea mai simplă linie bifilară deschisă poate fi constituită din două conductoare izolate, egale ca lungime, răsucite.

Liniile asimetrice sau cablurile coaxiale menționate mai sus au căpătat în ultimii 20 de ani o largă răspîndire în domeniul transportului curentilor de radiofreqvență. Un cablu coaxial (fig. 116) este compus dintr-un conductor (masiv sau lită) înglobat într-o masă de material dielectric (folie de polistiren + polietilenă, polietilenă, mărgele din calit sau polistiren etc.) acoperită la exterior cu o cîmașă țesută din cupru (o tresă) care, la rîndul ei, este protejată printr-o altă cîmașă izolantă, din PCV.

Izolația cablurilor coaxiale de radiofreqvență trebuie să satisfacă o serie de condiții speciale în privința pierderilor; cu toate acestea, pierderile de energie din cabluri sunt mai mari decât în liniile simetrice, izolate prin sprideri.

Practic, cablurile nu radiază, cămașa (tresa) de cupru îndeplinind funcția de ecran (blindaj).

Impedanța caracteristică a fiderilor. Impedanța proprie constituie o caracteristică a oricărui sistem de conductoare și, implicit, și a liniilor de transmisie. Ea depinde de construcția liniei, de diametrul conductoarelor și de distanța dintre ele și nu depinde de lungimea propriu-zisă a liniei. Impedanța caracteristică se măsoară în ohmi și este dată pentru linia bifilară (fig. 114) de relația :

$$Z_0(\Omega) = 276 \lg \frac{D}{r}$$

în care : D = distanța dintre axele conductoarelor ;

r = raza conductorului.

Mărimele D și r trebuie exprimate în unități identice : de exemplu, în mm.

Dacă între conductoarele liniei nu există sprideri, valoarea impedanței caracteristice se schimbă. Pentru calculul, cînd intervalul dintre conductoare este completat cu material dielectric pe toată lungimea lor, se

introduce un coeficient de rectificare : $\frac{1}{\sqrt{\epsilon}}$.

Deci :

$$Z_0 = 276 \lg \frac{D}{r\sqrt{\epsilon}}$$

în care ϵ = constanta dielectrică a materialului.

Valorile coeficientului de rectificare $\frac{1}{\sqrt{\epsilon}}$ pentru cîteva tipuri de lini sînt următoarele :

Tipul fiderului :

linii simetrice deschise, cu două conductoare	0.975
cablă panglică, cu izolație din polietilenă	0.65
cablă răsucit, izolat cu cauciuc	0,56...0,65

Impedanța caracteristică a unei linii cu un singur conductor se determină cu o precizie aproximativă cu ajutorul formulei :

$$Z_o(\Omega) = 120 \lg \frac{4h}{d}$$

în care : h =înălțimea la care e suspendată linia, în mm ;

d =diametrul conductorului, în mm.

Impedanța caracteristică a unei linii cu un singur conductor este de cca $600 \cdots 700 \Omega$.

Pentru cablurile coaxiale (fig. 116) impedanța caracteristică se calculează cu formula :

$$Z_o(\Omega) = 138 \lg \frac{D}{a}$$

în care : D =diametrul interior al cămășii (tresei) metalice exterioare ;

a =diametrul exterior al conductorului central (în aceleași unități ca și D).

Cind izolantul interior este dispus continuu, formula de mai sus se corectează și ea cu factorul $1/\sqrt{\epsilon}$, devenind :

$$Z_o(\Omega) = 138 \lg \frac{D}{a\sqrt{\epsilon}}$$

Adaptarea fiderilor. Pentru a crea condiții optime transportului de energie prin fideri, aceștia trebuie adaptați la rezistența de sarcină, care este antena emițătorului sau circuitul de intrare al receptorului. Adaptarea se consideră perfectă atunci cind rezistența de sarcină (impedanța sarcinei) este egală cu impedanța caracteristică a fiderului. În acest caz prin linie va călători o undă progresivă pură (fără ventre și noduri de curent și de tensiune pe linie), ceea ce va contribui la mărirea randamentului instalației. Din această cauză, *fiderul în care circulă, practic, numai unde progresive poate avea orice lungime*.

A. Conectarea directă. Cel mai simplu procedeu de adaptare constă în alegerea dimensiunilor fiderului (deci a impedanței caracteristice) după impedanța de intrare a antenei și în conectarea directă a fiderului. În acest caz și cuplajul cu emițătorul sau receptorul trebuie calculat, sau ales, în concordanță cu impedanța caracteristică a liniei.

Dacă impedanța caracteristică a fiderilor diferă de impedanța de intrare a antenei, între fider și antenă este necesară conectarea unui element suplimentar de adaptare.

B. Adaptarea cu ajutorul transformatorului în $\lambda/4$ (fig. 117). În acest caz se recurge la utilizarea unei linii bifilare suplimentară cu lungimea $1/4\lambda$, care este de fapt un transformator de rezistențe (impedanțe) : dacă la un capăt al ei se conectează rezistența de intrare a antenei $R_{A\text{ intr}}$ atunci la capătul opus rezistența devine :

$$Z_0 = \frac{Z_{tr}^2}{R_{A\text{ intr}}} ; \text{ adică } Z_{tr} =$$

$$= \sqrt{R_{A\text{ intr}} \times Z_0}$$

în care : Z_{tr} este impedanța caracteristică a transformatorului în $\lambda/4$, iar Z_0 impedanța caracteristică a fiderului.

C. Adaptarea cu ajutorul alimentării sunt în Δ — delta a vibra-toarelor în $\lambda/2$ (fig. 118). Se efectuează prin schimbarea punctelor de conectare a fiderului la vibrator, obținindu-se astfel o schimbare a rezistenței lui de intrare :

$$R_{A\text{ intr.}(\Omega)} = \frac{Z_{A(\Omega)}^2}{73,1} \cdot \sin^2 \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x$$

în care : x = distanța de la centrul vibratorului pînă la punctul de conectare.

În afara de aceste procedee de adaptare se mai utilizează, la instalații de antene mai complexe, adaptarea cu segmente de linie în scurt circuit (fig. 119).

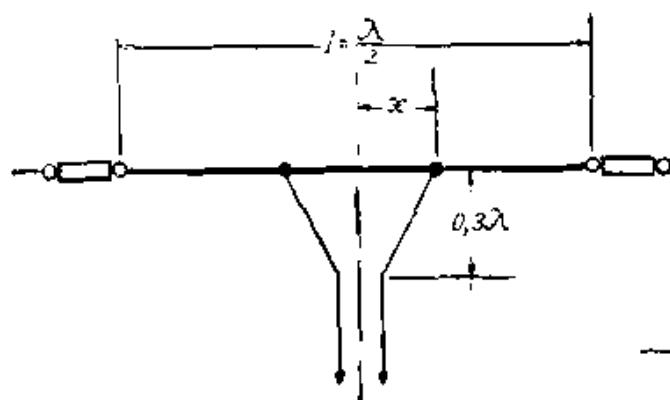


Fig. 118.

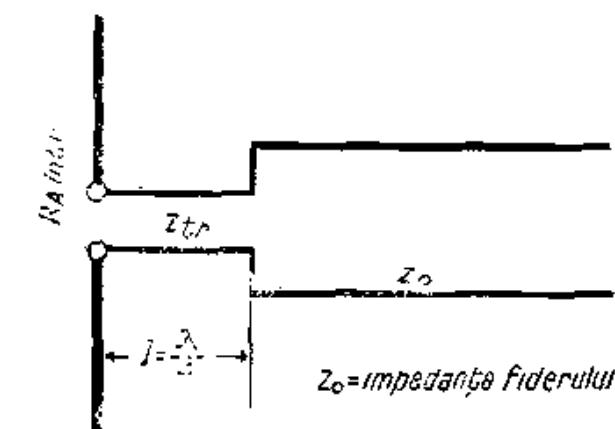


Fig. 117.

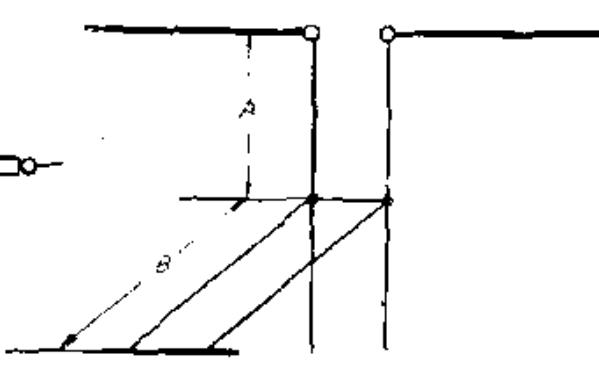


Fig. 119.

La adaptarea cablurilor coaxiale (linii *asimetrice*) la vibratori *simetriei*, pentru a se obține un randament maxim (oarte important mai ales pentru energii utile mici) este necesar să se efectueze *simetrizarea* cablului.

Cea mai simplă metodă constă în folosirea *cotului U*, în $\lambda/2$. În practica radioamatorilor, care utilizează de obicei instalații simple, simetrizarea cablurilor coaxiale se efectuează, în general, numai pentru antenele de U.U.S.

Gradul de adaptare al fiderului la emițător sau receptor și la antena aferentă se determină prin *așa-numitul raport de unde staționare*, care se măsoară cu un dispozitiv adecvat, denumit *monitor de unde staționare*.

Practic, nu există fideri la care energia de radiofrecvență reflectată (radiată) să fie absolut nulă. Principalul în aprecierea funcționării unei linii de alimentare îl constituie raportul între cele două energii (incidentă și reflectată). Teoretic, raportul de unde staționarea (R.U.S.) este egal cu :

$$a - R.U.S. = \frac{Z_s}{Z_0} \text{ cind } Z_s > Z_0$$

$$b - R.U.S. = \frac{Z_0}{Z_s} \text{ cind } Z_s < Z_0$$

în care : Z_s = impedanța de sarcină a liniei = Z_A .

R.U.S. mai poate fi exprimat și astfel :

$$R.U.S. = \frac{U_i + U_r}{U_i - U_r}$$

în care : U_i = tensiunea incidentă măsurată ;

U_r = tensiunea reflectată măsurată.

Parametrul R.U.S. se consideră satisfăcător cind nu depășește 1,5.

Realizări industriale. În prezent se produc pe scară industrială cabluri simetrice deschise, de tip panglică (twinlead) cu $Z_0 = 75 \dots 300 \Omega$ și cabluri coaxiale cu $Z_0 = 50 \dots 75 \Omega$. Dintre acestea se utilizează mai frecvent cablurile panglică de 300Ω și cablurile coaxiale de 50 și, mai ales, de 75Ω .

7. Cuplarea antenelor

În cele mai frecvente cazuri fiderii antenelor se couplează cu emițătorul (sau receptorul) inductiv, ca în figura 120, sau direct (galvanic), după cum se arată în fig. 121.

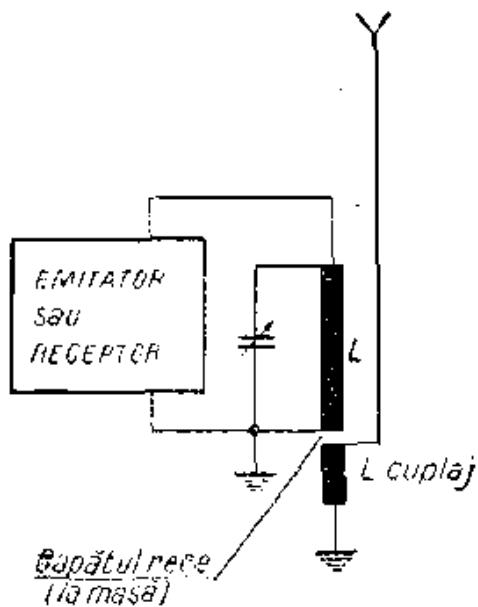
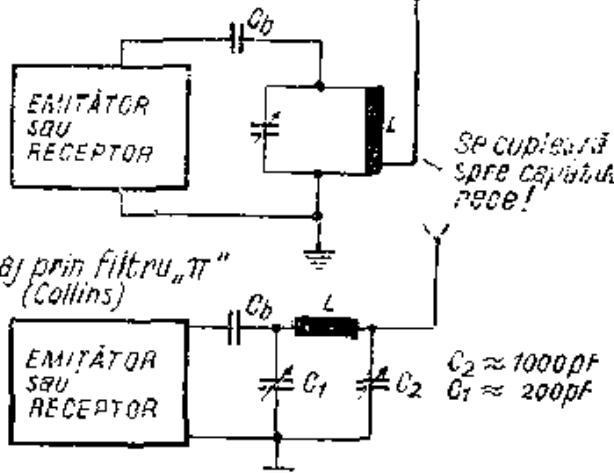


Fig. 120.

(a) Cuplaj direct obisnuit



(b) Cuplaj prin filtru „π” (Collins)

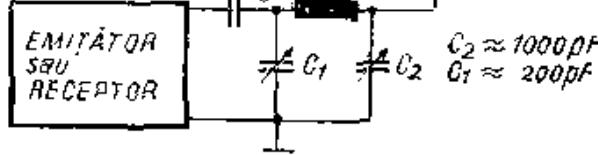
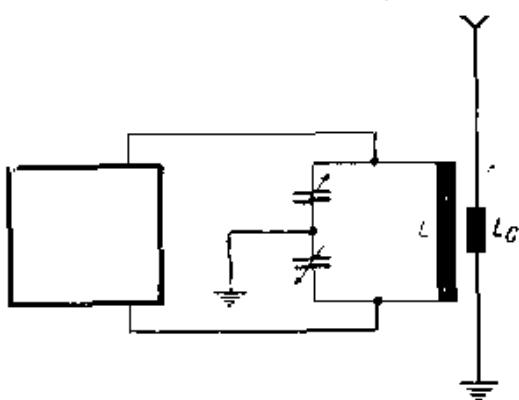


Fig. 121.

În cazul emițătorului asimetric, dispoziția bobinei de cuplaj influențează asupra micșorării cuplajelor capacitive parazite; de aceea ea trebuie cuplată la capătul *rece* (înspre sursa de alimentare anodică sau la capătul bobinei dinspre masă).

La emițătorul simetric, cuplajul trebuie să fie de asemenea simetric. În consecință, bobina de cuplaj se introduce exact la mijlocul bobinei circuitului de ieșire al emițătorului (fig. 122) sau aceasta se împarte în două (fig. 123), fiecare jumătate cuplindu-se cu capătul respectiv al bobinei circuitului de ieșire.



Bobina L se introduce în bobina de cuplaj LC

Fig. 122.

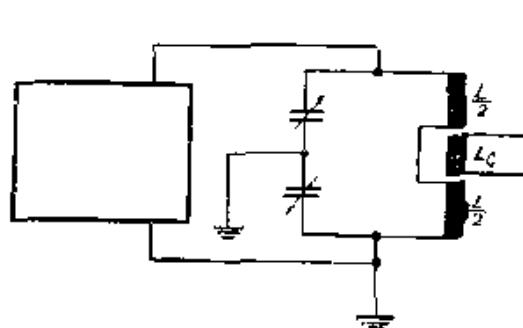


Fig. 123.

8. Antene directive

După cum am arătat mai înainte, antenele simetrice (dipolii) în $\lambda/2$ manifestă preferințe de directivitate, adică de radiație sau de recepție optimă după anumite direcții. Cu cât numărul acestor direcții se restrâng, cu atât este mai pronunțată directivitatea antenei.

Trebuie arătat, însă, că mai există și alte tipuri de antene la care efectul directiv apare și mai puternic. Acestea sunt antenele directive speciale, care pot fi executate fixe (atunci cînd interesează numai una sau două direcții principale) sau rotative cînd se cere o radiație controlată, omnidirecțională.

De asemenea, antenele directive pot fi *simple*, adică numai cu elemente active (vibratoare) sau *compuse* cînd, pe lîngă elementele active, mai există și așa-numitele *elemente pasive*.

Dintre antenele fixe cele mai eficiente sunt cele de tip *fir lung*, din căror familie fac parte și antenele rombice (fig. 124), care dă cîstiguri maxime. Urmează apoi antenele în V și antenele *fir lung* (long-wire)

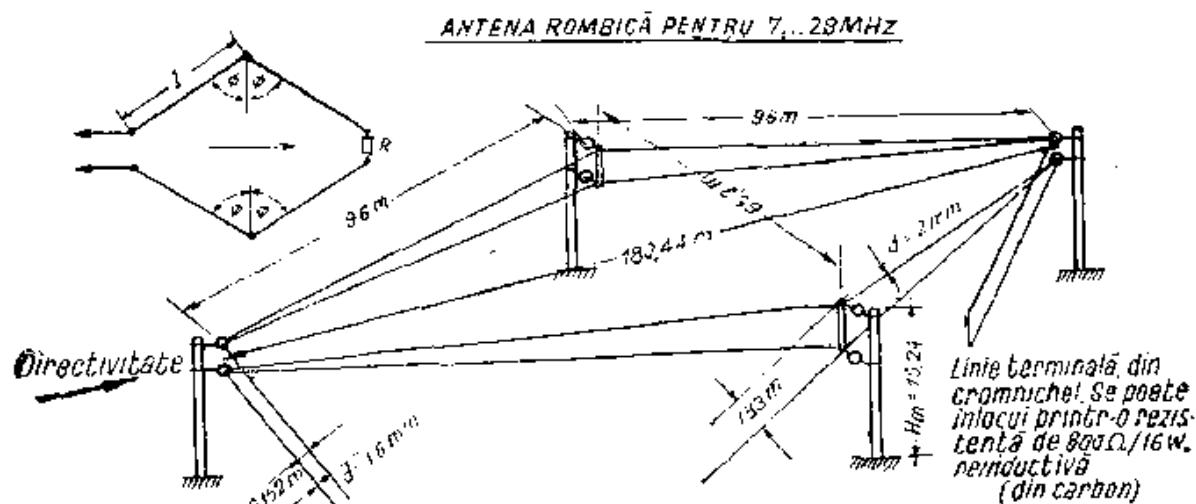


Fig. 124.

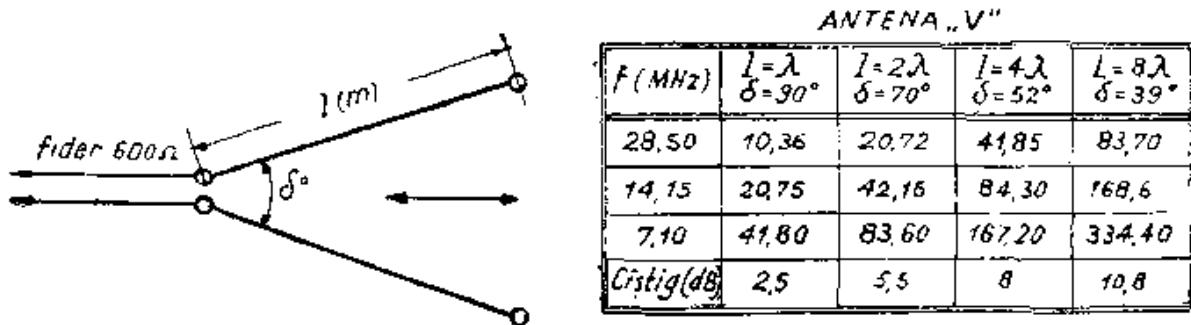
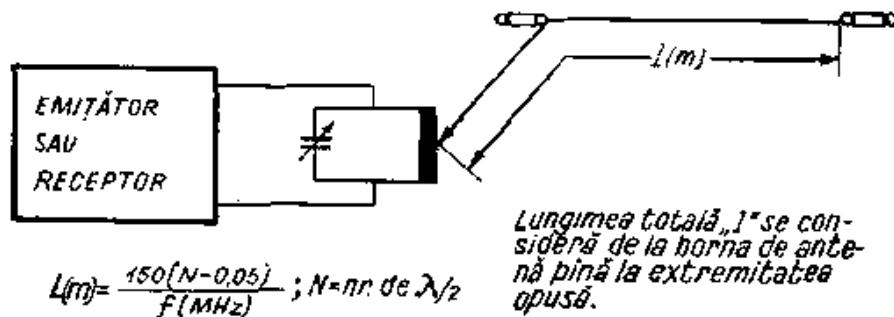


Fig. 125.

propriu-zise, ale căror schițe, însășite de datele dimensionale caracteristice, sînt date în figurile 125 și, respectiv, 126.

Dintre antenele rotative, cele mai răspîndite sînt antenele tip *canal de undă* (*rotary-beams*) construite după sistemul Yagi (fig. 127), cu dipol în $\lambda/2$, precum și antenele *dublu patrat* sau *cubical quad* (fig. 128). Aceste antene, pe lîngă *elementele active* (*vibratoare*), mai sînt înzestrăte și cu unul sau mai multe *elemente pasive*.

Elemente pasive se numesc elementele neconectate la fider, în care apar, prin inducție, curenți de radiofreqvență provocați de elementul alimentat prin fider (vibrator), adică de elementul activ, curenți ce sînt radiați în spațiul înconjurător sub formă de unde. Radiația totală a sistemului se compune din radiațiile însumate ale tuturor elementelor. În direcțiile în care undele se găsesc în aceeași fază, radiația crește și, invers, în cele din care fazele sînt opuse, radiația scade mult, fără a se



Pentru benzile de 3,5-7-14-21 și 28 MHz; $L \approx 84,57\text{m}$

Fig. 126.

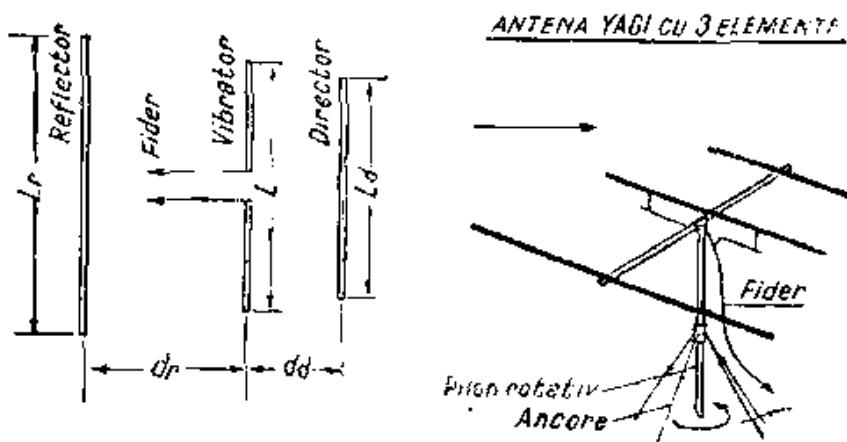


Fig. 127.

anula însă complet, deoarece curentul din elementele pasive este mai mic decât cel din elementul activ. Elementele pasive se instalează, de obicei, în același plan cu elementul activ.

Elementul pasiv, care diminuează radiația în direcția opusă locului de recepție, se numește, după rolul îndeplinit, *reflector*, iar elementul pasiv, care amplifică radiația în direcția spre care se emite, *director*.

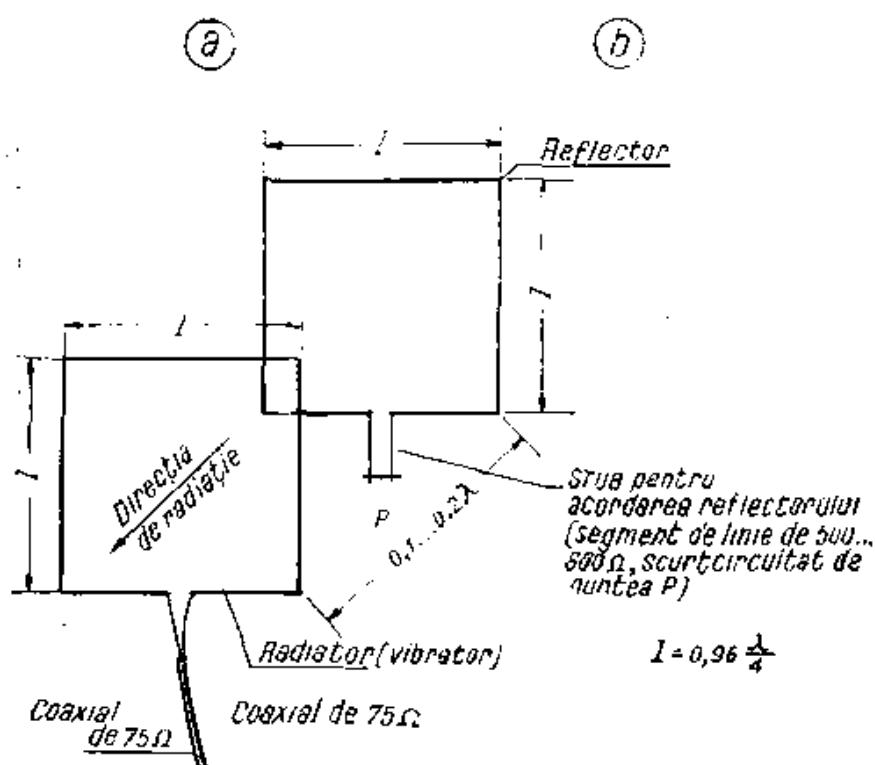


Fig. 128.

9. Antene pentru unde scurte

A. Antene de emisie. Prezentăm în rîndurile care urmează datele tehnice strict necesare pentru construirea celor mai întrebuiîntate antene de unde scurte. În acest fel veți putea alege tipul de antenă cel mai convenabil și veți ști la ce vă puteți aștepta să obțineți prin utilizarea sa.

Să specificăm însă, mai înfîni, ceea ce se cere unei asemenea antene. În primul rînd, ea trebuie să se adapteze perfect condițiilor locale de lucru (locuinței), cît și la ceea ce este în jurul acestuia și, în al doilea rînd, posibilităților materiale. De asemenea, este necesar să se ia în considerație diagrama sa de radiație, pentru a avea certitudinea dirijării semnalelor în direcțiile dorite. În plus, antena aleasă trebuie să acopere cît

mai multe benzi de radioamatori (aceasta în prima etapă). Mai tîrziu, vă puteți gîndi la instalarea cîte unei antene speciale pentru fiecare bandă. Dacă începeți însă cu una care acoperă două benzi, se poate afirma, totuși, că ați luat un „start“ bun!

În această ordine de idei, rezultă că începătorul se află în fața alegerii unuia dintre tipurile mai simple, ca:

Antena fir lung (long wire).

Antena Windom (Hertz monofider).

Dipolul în semiundă, alimentat prin fîder bifilar, răsucit, de 75Ω .

Dipolul în semiundă, cu alimentare centrală prin fîder de 500Ω .

Dipolul indoit (folded dipol) cu alimentare prin fîder de 300Ω .

Acestea sînt tipurile cele mai ieftine și mai ușor de construit. Pentru cei care vor, totuși, să aibă date mai amănunțite și despre alte antene mai complicate și mai eficace, respectiv despre *antene direcționale* (rotary beamuri), se vor da toate lămuririle necesare la sfîrșitul acestui subcapitol, deoarece este binecunoscut faptul că atunci cînd există posibilitatea de a instala un „beam“ rotativ, cîștigul obținut, atît la emisie cît și la recepție, este considerabil.

Antena „fir lung“ (long wire). Este cea mai simplă antenă cu puțină și se caracterizează prin aceea că radiază pe toată lungimea sa (l), care se consideră de la punctul de conectare la tank-ul final — bobina circuiteului de ieșire (fig. 129).

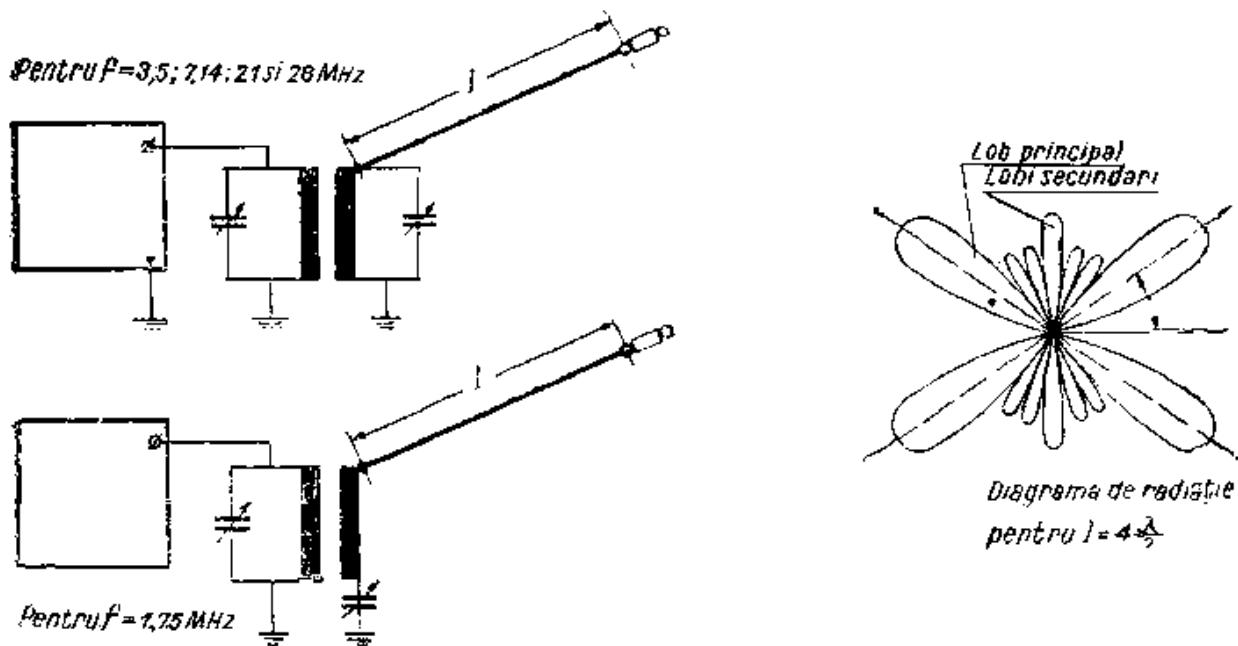


Fig. 129.

Antena fir lung prezintă o pronunțată directivitate, lobii principali de radiație modificându-se în funcție de numărul de „ $\lambda/2$ ” cuprins în lungimea sa.

Cîștigul în dB crește cu lungimea, care pentru frecvențe sub 56 MHz se deduce din relația :

$$L_{(m)} = \frac{150(N - 0,05)}{f \text{ (MHz)}}$$

unde : N = numărul de $\lambda/2$ ai antenei (se alege) ;

f = frecvența de rezonanță.

Pentru edificarea completă dăm mai jos un tabel al variației cîștigului antenei și unghiurilor lobilor de radiație maximă, în funcție de numărul de $\lambda/2$ cuprins în lungimea antenei :

Tabelul VI

Longimea antenei în $\lambda/2$	Cîștigul în dB	Unghiul lobilor de radiație maximă
1	1,0	90°
2	1,2	54°
3	1,5	42°
4	1,4	36°
6	1,7	30°
8	2,1	26°
10	2,5	22,5°
12	3,0	20°
24	,0	12°

Antena Windon (Hertz monofider). Această antenă poate fi considerată, fără a exagera, drept „bunica” tuturor antenelor de emisie pentru amatori. Instalarea ei simplă are caracteristica de bandă relativ largă și cere un fier monofilăr. Radiatorul său este constituit dintr-un dipol în semiundă, suspendat orizontal, aşa cum se arată în figura 130.

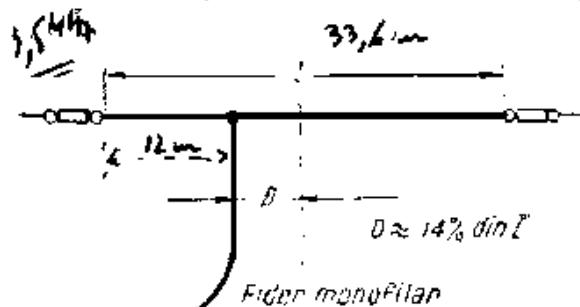
Lungimea geometrică a dipolului se obține din expresia :

$$l_{(m)} = \frac{142,6}{f \text{ (MHz)}}$$

Fiderul, care poate fi oricît de lung, se conectează la radiant eccentric, la o distanță anumită (D) de centru, funcție de grosimea sa. Această distanță (D) se obține din abace determinate experimental, pe care însă

din lipsă de spațiu, nu le reproducem. Distanța aceasta se poate approxima totuși cu suficientă precizie, considerind-o egală cu 14% , din lungimea dipolului.

Dipolul cu alimentare prin fider bifilar răsucit. Acesta este, de asemenea, un dipol în semiundă, suspendat orizontal și alimentat exact la



Pentru sirmă de $\varnothing 1,6\text{ mm}$ (pentru vibrator și fider) $D = 0,361$

Fig. 130.

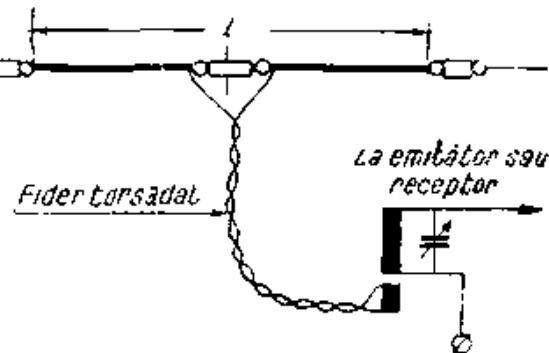
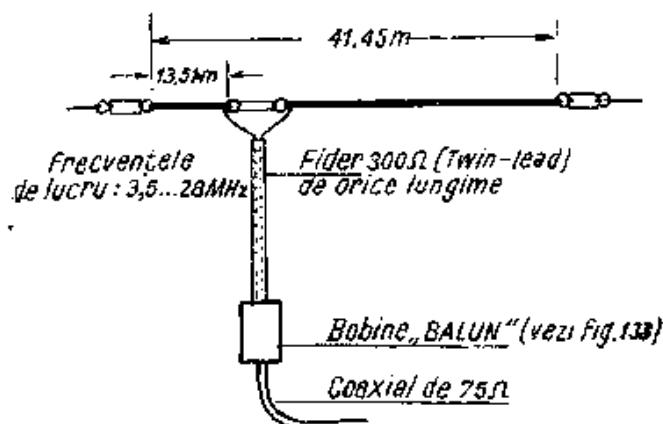


Fig. 131.

mijloc printr-un fider bifilar răsucit, confectionat din conductoare de tipul cu izolație în cauciuc sau PCV (liță). Cele două brațe ale dipolului sunt despărțite printr-un izolator (fig. 131). Impedanța la mijlocul antenei este cca 75Ω . Fiderul se couplează cu emițătorul la capătul rece al bobinei circuitului anodic al etajului final, sau la mijloc — dacă este un etaj simetric — printr-un *link* (bobină de cuplaj cu câteva spire).

Această antenă este indicată, în special, pentru recepție, întrucât fiderul împălit este tendință de a nu recepționa cîmpurile electrice parazitare.

Antena windom cu fider simetric. Reprezintă o versiune modernă a antenei windom clasice. După cum arată figura 132, ea se compune dintr-un vibrator de $41,45\text{ m}$ lungime, alimentat într-un punct situat la $13,51\text{ m}$ față de unul din capete printr-un fider simetric de 300Ω , de tipul celor utilizate la antenele de televiziune. Pentru a se realizea o adaptare optimă a liniei cu un emițător a cărei impedanță de ieșire are 75Ω , se utilizează o pereche de bobine de tip *balun* (fig. 133) bobinate fiecare cu un conductor bifilar, izolat, care pentru frecvențe de la $3,5\cdots 28\text{ MHz}$ are o lun-



ANTENA WINDOM MULTIBAND CU FIDER SIMETRIC

Fig. 132.

gime de cca. 18,3 m și o impedanță caracteristică de 150Ω , ce se poate calcula cu formula indicată pentru liniile simetrice deschise.

Antena multiband. Și în cazul acesta este vorba de un vibrator în jumătate de undă, alimentat însă printr-un fider de 500Ω , alcătuit din

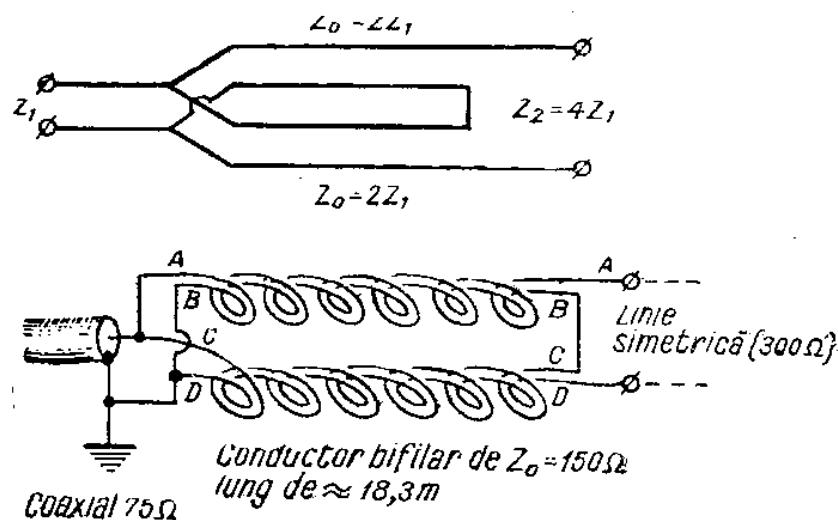


Fig. 133.

două conductoare paralele. Paralelismul riguros al acestora se menține prin intermediul unor distanțiere izolante (sprideri).

Fiderul poate fi corectat la capătul dipolului (antena Zeppelin) sau la mijlocul său (fig. 134).

La vibratorul întrerupt la mijloc (fig. 134 b) se intercalează un izolator egal ca lungime cu distanța dintre conductoarele fiderului.

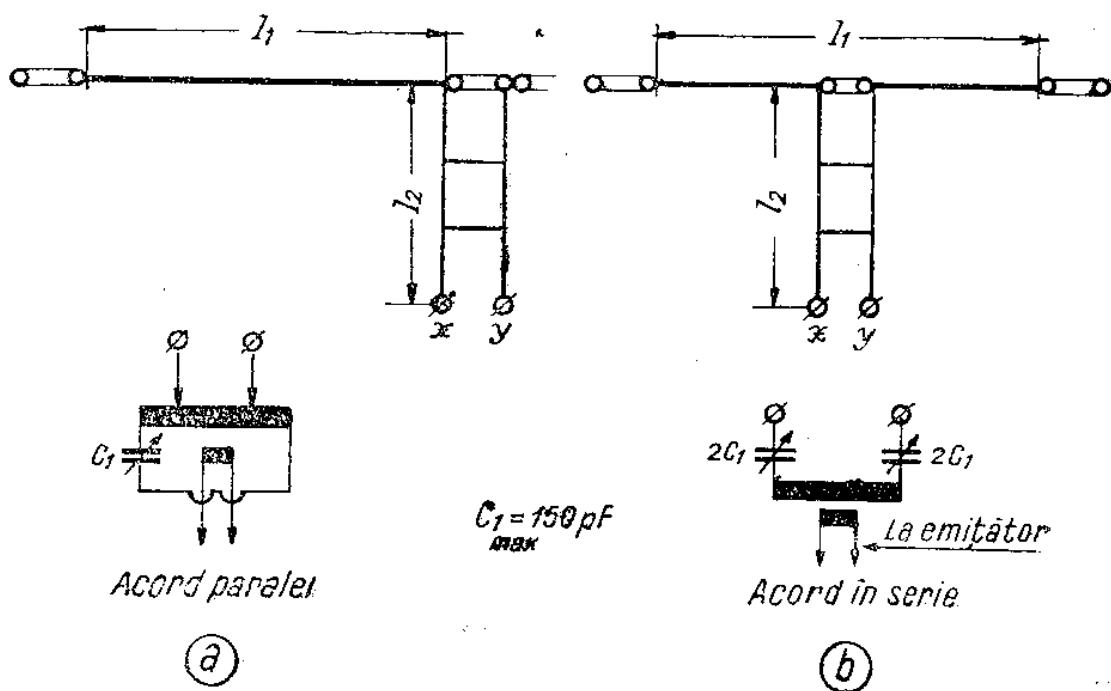


Fig. 134.

Tipurile acestea de antenă sunt poate cele mai indicate pentru începători, fiind deosebit de eficiente (în special antena simetrică).

Credem însă că este necesar să subliniem în cazul de față, marea importanță pe care o prezintă acordarea justă a antenei pentru impedanță de lucru cerută. Astfel, trebuie să se știe că la capătul dinspre emițător al fiderului, impedanța acestuia poate să varieze între 75 și 5 000 Ω și, ca atare, pentru a obține un acord corect este nevoie să se utilizeze fie cîte un condensator în serie cu conductoarele fiderului, fie unul singur în paralel cu acestea.

Avantajul cel mai mare al antenei Zeppelin este că poate fi folosită pentru cinci benzi, utilizîndu-se tot timpul același fider. Tabelul VII indică astfel diferite combinații posibile între lungimile dipolului și fiderului, precum și modul de acord corespunzător.

Pentru acest tip de antenă fiderul lucrînd cu unde staționare (contrariu fiderilor normali, cu unde progresive) face parte integrală din antenă, îndeplinind, simultan, și rolul de linie de alimentare.

Tabelul VII

Antena asimetrică (fig. 134 a)			
l_1 (m)	l_2 (m)	Banda (MHz)	Acordul
41,20	13,75	3,5...21	serie
		28	paralel
	13,75	7...21	serie
		28	paralel
Antena simetrică (fig. 134 b)			
41,20	12,84	3,5...21	paralel
		28	serie
41,20	23,70	3,5...28	paralel
		3,5	serie
20,45	13	7...28	paralel
		7,21	serie
20,45	20	3,5,14,28	paralel
		7,21	paralel

Dipolul indoit (folded dipole). Radiatorul acestei antene se execută din două conductoare — sau mai multe — paralele, aşa cum se arată în figura 135. Parallelismul acestora se păstrează cu ajutorul unor piese izolante de distanțare. Conductoarele sunt conexate la capete și unul din ele este întrerupt la mijloc, unde se intercalează un izolator.

Pentru dipolul simplu, format din două conductoare de aceeași grosime, impedanța atinge valoarea de aproximativ 300 Ω la izolator, și se poate deci utiliza un fider panglică.

Această antenă poate fi folosită atât orizontal (cazul cel mai frecvent), cât și vertical, însă în acest ultim caz va colecta, la recepție, ceva mai mulți paraziți. Instalată vertical, prezintă o caracteristică de radiație circulară.

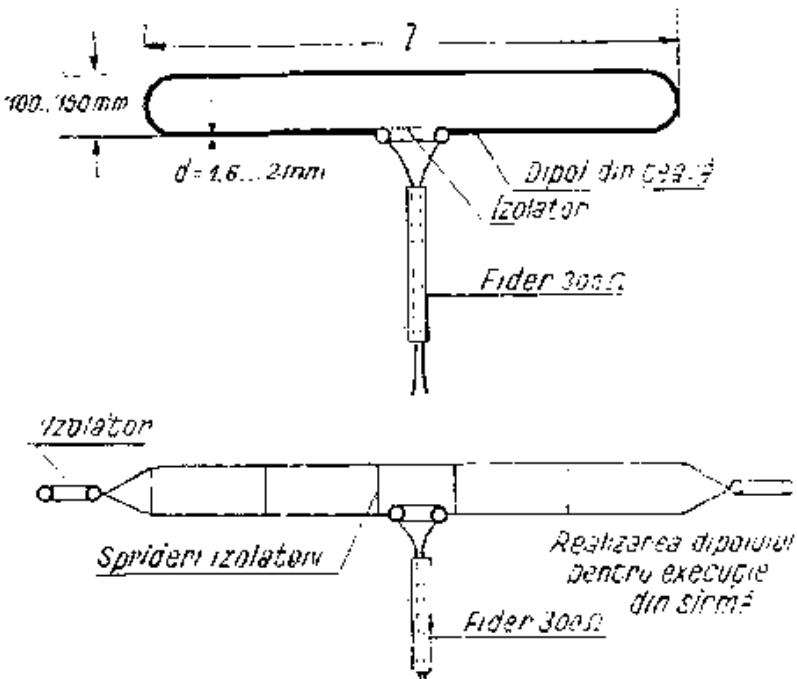


Fig. 135.

Principala sa calitate o constituie faptul că este foarte ușor de acordat. Ea poate fi utilizată, pe aceeași bandă, de la cea mai înaltă pînă pînă la cea mai joasă frecvență, fără racordare. De asemenea, ea poate fi folosită pînă la frecvența de 144 MHz și chiar mai mult, ceea ce o face foarte populară ca antenă pentru U.U.S.

Lungimea l se determină cu ajutorul relației :

$$l_{(m)} = \frac{142,6}{f(MHz)}$$

în care :

f = frecvența de lucru, aleasă în mijlocul benzii respective.

Antena verticală „Ground plane”. Aceasta este fără îndoială o antenă la modă, fiind folosită de foarte mulți radioamatori. În ultima analiză ea poate fi considerată ca o perfecționare a bătrînei antene Marconi la care, după cum știm, radiatorul are — teoretic — lungimea egală cu $\lambda/4$. Perfecționarea adusă constă în introducerea la bază a unor contragreutăți tot în $\lambda/4$, care servesc drept „pămînt artificial ideal” (fig. 136 a).

Impedanța radiatorului la baza antenei este de cca. 30Ω . Marele avantaj pe care-l prezintă acest tip de antenă constă într-o caracteristică de radiație perfect circulară și un unghi de plecare extrem de favorabil pentru lucrul în DX.

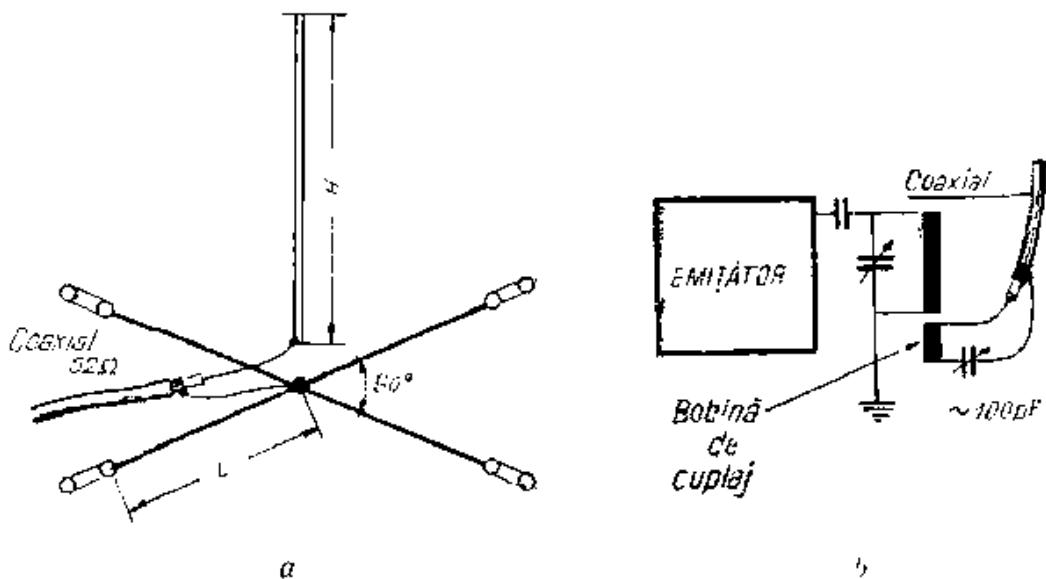


Fig. 136.

Prin schimbarea unghiului făcut de planul orizontal, în care sunt așezate cele patru contragreutăți, cu radiatorul, se modifică unghiul de radiație și, deci, se poate obține și efect directiv.

Antena ground plane se alimentează printr-un cablu coaxial de $52 \dots 75 \Omega$, care se conectează cu armătura (cămăsa metalică) în punctul central comun de intersecție al contragreutăților și cu conductorul central la baza radiatorului. Radiatorul se poate executa din tub de duraluminiu, de orice diametru, sau dintr-un mănușchi de conductoare suspendate de vîrful unui catarg și sudate — desigur — la ambele capete. Contragreutățile se execută din sîrmă cu diametrul de $2 \dots 3$ mm.

Înălțimea radiatorului H se determină cu ajutorul expresiei :

$$H_{(m)} = \frac{71,32}{f_{(MHz)}}.$$

Iar lungimea unei contragreutăți (raza), din relația :

$$L_{(m)} = \frac{73,16}{f_{(MHz)}}.$$

Cuplarea liniei de alimentare la etajul final al emițătorului se face indirectiv, ca în figura 136 b. Acordul se consideră perfect cînd măsurătorul de cîmp (dacă există) indică maximum de radiație.

Antena „Ground plane” cu trei contragreutăți. Constituie o variantă ameliorată a antenei clasice. Ameliorarea constă în îmbunătățirea adaptării rezistenței de intrare $R_{A\text{intr.}}$ a antenei la sferul cu $Z_0 = 52 \Omega$. Aceasta se obține prin reducerea numărului de contragreutăți la trei și înclinarea fiecareia sub un unghi de 45° față de orizontală, cum se arată în figura 137.

Evident, în asemenea caz, denumirea de ground plane (pămînt plan) rămîne o „licență poetică”...

Dimensiunile vibratorilor pentru trei benzi de frecvențe radioamatoricești sunt următoarele :

$$f = 14,2 \text{ MHz} ; a = 4,95 \text{ m} ; b = 5,08 ;$$

$$f = 21,2 \text{ MHz} ; a = 3,31 \text{ m} ; b = 3,40 \text{ m} ;$$

$$f = 28,4 \text{ MHz} ; a = 2,48 \text{ m} ; b = 2,54 \text{ m} .$$

Unghiul de undă al acestei antene — de cca 7° — o recomandă ca fiind excepțională pentru lucrul în DX.

Antene direcționale rotative. Construirea unui „rotary beam” corect constituie visul multor radioamatori, care, însă, ca multe visuri, nu este tocmai ușor de împlinit.

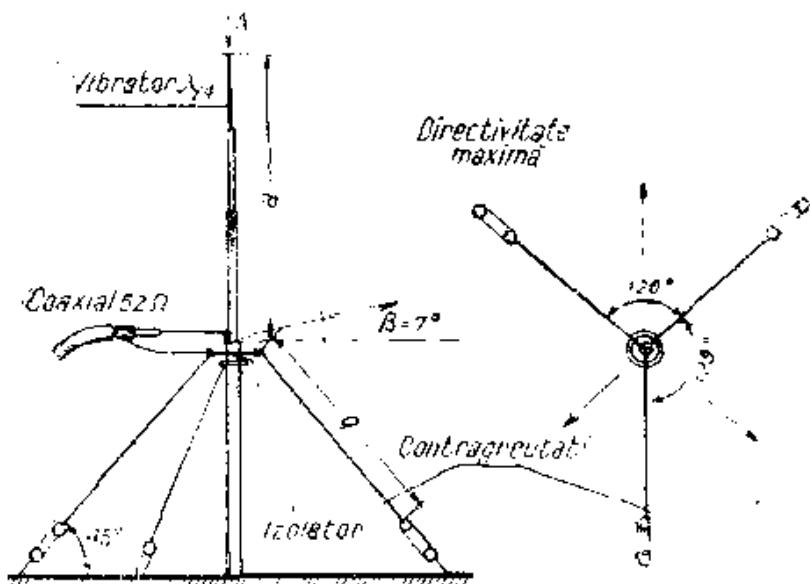


Fig. 137.

„Beamul” este pretențios : el cere mult loc. Nu-i plac copacii, coșurile sau alte obstacole. De asemenea, mai pretinde un turn înalt de 10...15 m sau un pilon de aceeași înălțime, solid ancorat. Acestea toate costă însă bani și... pricepere. În plus, însăși antena propriu-zisă nu-i de loc

ușor de construit. Pentru ea este nevoie de tuburi metalice, de un suport care să le susțină și, desigur, de un mecanism cu care să se poată roti. Rezultă deci că nu este recomandabil să se ocupe cu așa ceva cel care nu au dobândit destulă experiență cu alte antene.

Pentru cei care au mijloace necesare însă și nu pot rezista... ispitei, dăm mai jos datele și schițele strict necesare pentru execuția unor rotary beamuri de tip Yagi.

Date pentru conectarea fiderului.

Problema cea mai delicată o constituie adaptarea impedanței fiderului la impedanța cerută de dipol. După sistemul de transformare utilizat, conectările fiderului capătă diverse sisteme de adaptare și denumiri. Cele mai frecvente, utilizate de către radioamatori, sunt următoarele :

Adaptarea „delta“ (Δ) cunoscută deja — figura 138.

Se aplică atunci când s-a ales pentru alimentare un fider de 50Ω , în scăriță. Schița indică dimensiunile necesare.

Adaptarea „T“ (fig. 139). Se utilizează atunci când se poate procura un fider panglică de 300Ω (twin lead). Valorile condensatoarelor C se

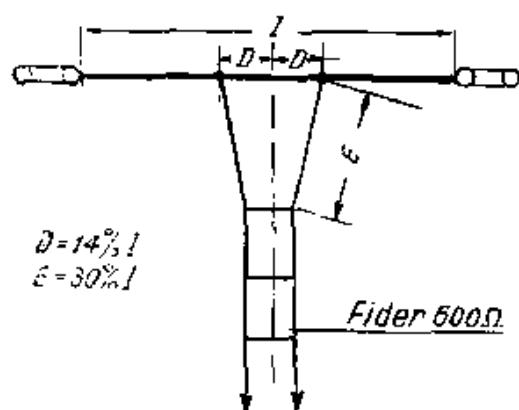


Fig. 138.

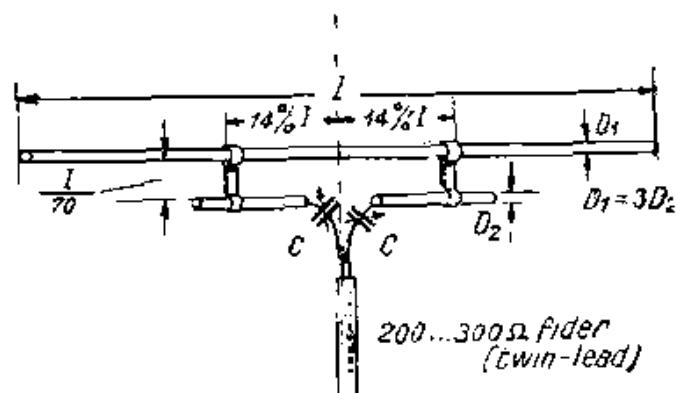


Fig. 139.

iau egale cu câte 8 pF pentru fiecare metru de lungime de undă. Pentru $\lambda=20\text{ m}$, aceste valori sunt deci de 160 pF .

Adaptarea „T“ cu transformator în $\lambda/4$ (de asemenea cunoscută) — figura 140. Se utilizează atunci când, din diferite motive, nu se poate aplica sistemul „ Δ “.

Adaptarea „gama“ (T) prezentată în figura 141.

Dimensiunile sunt indicate pe figură. Valoarea condensatorului variabil C se ia egală cu 7 pF pentru fiecare metru al lungimii de undă.

În cazul în care se preferă pentru elementul activ (radijator) un „folded-dipole”, impedanța necesară pentru linia de alimentare — fider — se calculează înmulțind raportul de transformare a impedanței K ($K = \text{impedanța fiderului} / \text{rezistența de radiație}$) care este indicat mai jos, cu rezistența de radiație, care se obține din tabelul VIII.

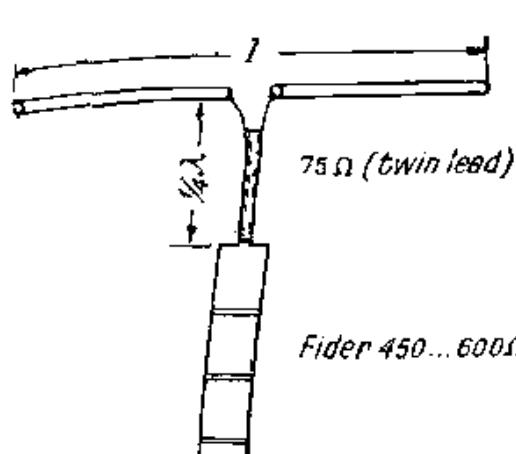


Fig. 140.

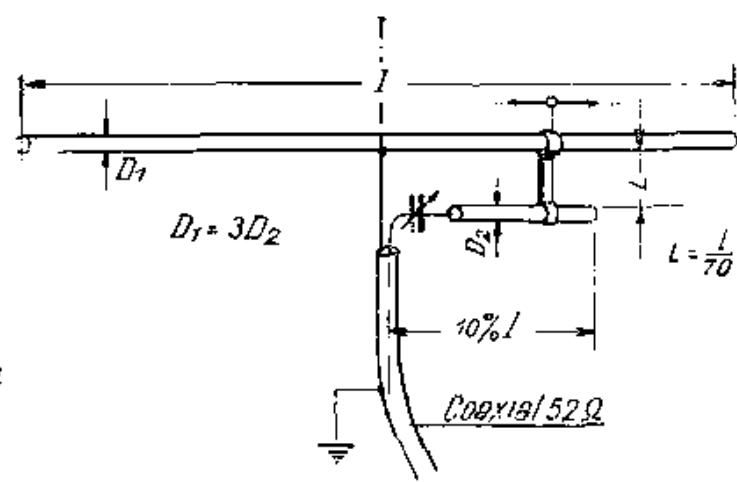


Fig. 141.

Tabelul VIII

Tipul „beamului”	Lungi- mea radija- torului	Lungi- mea reflec- torului	Lungimea directorului (m)			Dist. în re- elemente (λ)	Cis- ti- gul (dB)	Rezis- tența de ra- diație (Ω)
			dir. I	dir. II	dir. III			
Cu 2 elemente cu reflector	140,9 f (MHz)	149,5 f (MHz)	—	—	—	0,15	5	30
Cu 2 elemente cu director	140,9 f (MHz)	—	138,8 f (MHz)	—	—	0,10	5,5	15
Cu 3 elemente	142,7 f (MHz)	152,5 f (MHz)	135,7 f (MHz)	—	—	Dir. 0,10 Ref. 0,20	7	20
Cu 3 elemente	142,7 f (MHz)	151 f (MHz)	137,3 f (MHz)	—	—	Dir. { 0,20 Ref. 0,20	8	50
Cu 4 elemente	142,7 f (MHz)	150 f (MHz)	134,8 f (MHz)	135,5 f (MHz)	—	0,20	9	31
Cu 5 elemente	142,7 f (MHz)	150 f (MHz)	134,8 f (MHz)	133,5 f (MHz)	132,4 f (MHz)	0,20	10	10

Astfel, pentru dipolul însoțit din figura 142, cînd $D_1 = D_2$, $K=4$. Iar pentru : $D_1=1''^*$, $D_2=0,5''$ și $S=1,5''$, $K=6,9$. Pentru dipolul din figura 143, executat dintr-un tub (conductorul superior) și dintr-un fir de cupru (conductorul inferior), avînd dimensiunile $D=1''$, $d=0,1''$ și $S=3''$, raportul $K=11$.

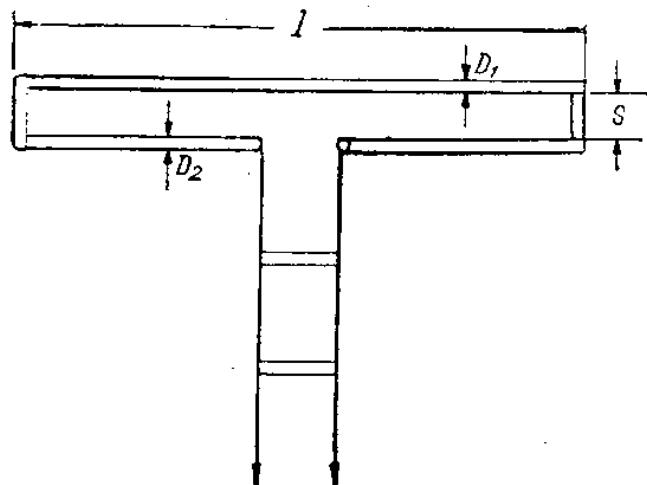


Fig. 142.

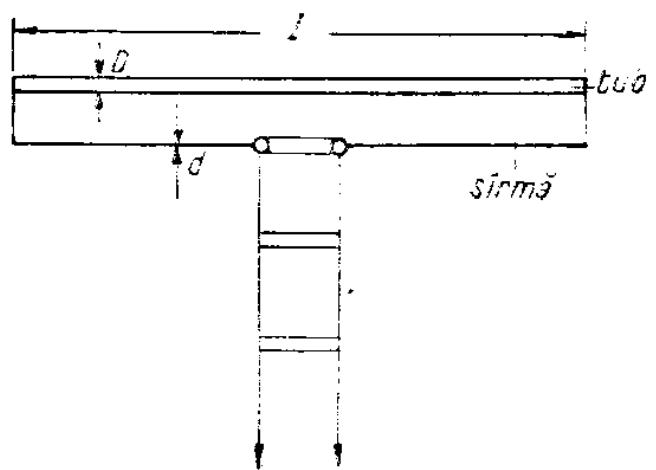


Fig. 143.

Pentru :

$$D=1''; d=0,10'' \text{ și } S=2 \quad K=14$$

$$D=1''; d=0,10'' \text{ și } S=1,5'' \quad K=18$$

$$D=1''; d=0,16'' \text{ și } S=1' \quad K=24$$

$$D=1''; d=0,10'' \text{ și } S=1' \quad K=32$$

În cazul dipolului triplu din figura 144, cu elemente de același diametru, $K=9$.

Trebuie să menționăm însă că datele indicate nu sunt riguros exacte, mici ajustări ulterioare fiind necesare în aproape toate cazurile.

În încheiere, dăm un exemplu de calcul pentru un „beam“ cu trei elemente :

Lungimea radiatorului (pentru 14,1 MHz)

$$L = \frac{142,7}{14,1} = 10,12 \text{ m.}$$

Lung. direct. :

$$Ld = \frac{137,3}{14,1} = 9,73 \text{ m.}$$

$$\text{Lung. reflect. } Lr = \frac{151}{14,1} = 10,70.$$

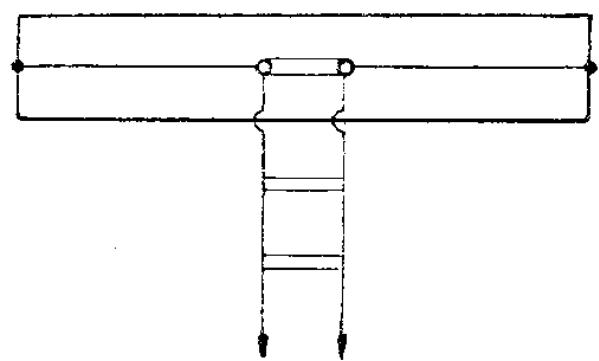


Fig. 144.

* $1''=2,54 \text{ cm}$;
 $1'=30,48 \text{ cm}$.

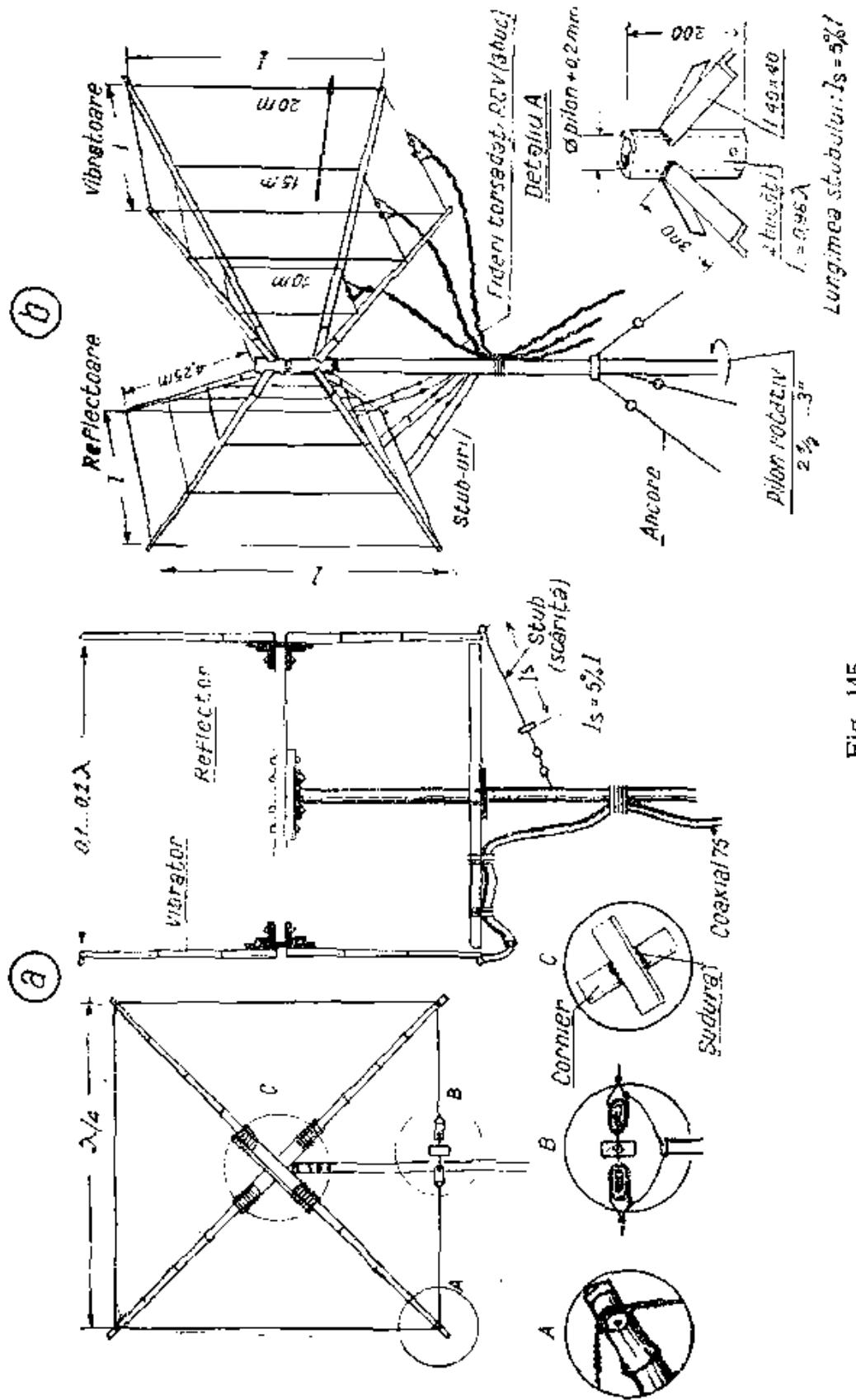


Fig. 145.

Rezistența de radiație (din tabelul VIII) $Z_r = 50 \Omega$.

Cîștigul maxim: cca 8 dB (deci o majorare de 6,3 ori a intensității cîmpului electromagnetic, în direcția optimă de radiație).

În cazul utilizării unui folded dipol triplu drept element activ, avînd $D=1''$, $d=0,1''$ și $S=3''$ ($K=11$), rezultă că va fi nevoie de un șider de $50 \times 11 = 550 \Omega$, care se poate executa ușor.

În afară de antenele direcționale rotative tip Yagi, de mai bine de zece ani se utilizează pentru traficul de unde scurte antenele *dublu pătrat* sau *cubical-quad* (figura 145) care sunt constituite dintr-un element activ în formă de spiră pătrată cu latura de $\lambda/4$, alimentat, la antenele folosite în prezent, printr-un cablu coaxial de 75Ω . La o distanță de $0,1\ldots0,2 \lambda$ de vibratorul pătrat se află dispus un reflector de aceeași formă, avînd laturile tot în $\lambda/4$.

Ajustarea lungimii totale a reflectorului se face cu ajutorul unui element (stub) scurtcircuitabil, constituit din două fire paralele, care prelungesc cele două jumătăți în care se împarte latura inferioară a acestuia.

Pentru o distanță de $0,18\ldots0,2 \lambda$ între vibrator și reflector, se consideră că acordul optim al reflectorului se obține dacă și se mărește lungimea, cu ajutorul tubului, cu cca. 5% .

Elementele antenei se fixează pe două X-uri din șipci sau, mai bine, din trestie de bambus ori (acesta ar fi idealul!) din tuburi din fibre de sticlă.

Antenele cubical-quad se pot realiza și pentru mai multe benzi de frecvențe, introducînd elementele unul într-altul, ca în figura 145 A sau construind un suport în formă de dublă piramidă (figura 145 B) la care muchiile sunt constituite din opt trestii de bambus. În acest fel este executată și antena cubical-quad „YO3CV”, care se deosebește de celelalte antene din această categorie prin tipul de linie de alimentare utilizat. Autorul antenei — și al acestor rînduri — constatănd experimental că rezistența de intrare R_{Aintra} a acestor antene este mai mare de 75Ω , și anume cca $100\ldots110 \Omega$ și-a alimentat quadul propriu cu o linie bifilară, din conductoare răsucite, izolate în PVC, care are o impedanță caracteristică în jur de 100Ω , și în plus, prezintă avantajul de a nu disimetriza antena, așa cum este cazul cu cablurile coaxiale utilizate curent.

Datele de calcul ale antenelor cubical-quad sunt prezentate în figura 145.

Antene de recepție. Cu excepția antenelor verticale, toate antenele de emisie prezentate anterior se comportă excelent și la recepție. Atunci cînd radioamatorul de unde scurte se rezumă însă numai la postura de receptor, este indicat să utilizeze una din antenele „multiband” re-

comandate pentru emisie sau să construiască o antenă mai puțin pretențioasă (în „L” răsturnat sau în „T”, lungă de 10...15 m și înaltă de cel puțin 8...10 metri).

Cu toate că tipul de antenă preferat este antena exterioară, nivelul înalt al parazișilor din orașe nu permite ca proprietățile acestui tip de antenă să fie în întregime folosite. Antenele exterioare, în condițiile de lucru urbane, pot fi mai mult sau mai puțin eficace, funcție de măsurările speciale care se iau pentru atenuarea nivelului parazișilor la intrarea în receptor. Acest gen de antene se numesc *antiparazite*.

Toate tipurile de antene antiparazite se pot împărtăși în două grupe de bază :

1 — antene ale căror coborâri nu sunt propice pentru recepționarea unei anumite categorii de unde electromagnetice și care sunt protejate de cuplaje capacitive cu paraziști ;

2 — antene la care atenuarea nivelului de paraziști se obține prin compensare.

Ciștigul în calitatea receptiei la antenele antiparazite se obține exclusiv datorită atenuării nivelului de paraziști. Totodată, antenele antiparazite atenuază și nivelul semnalului util și nu atenuază nivelul parazișilor atmosferici. Întrebunțarea antenelor antiparazite în condițiile rurale, unde nivelul parazișilor este mic, nu dă rezultate din cele mai bune ci, din contră, poate duce la înrăutățirea receptiei prin atenuarea semnalului la intrarea receptorului. Din acest motiv nu se recomandă utilizarea acestor antene la receptoarele puțin sensibile, deoarece calitatea receptiei se va înrăutăta.

În radioreceptoarele normale (zise „de broadcasting“) pentru lungimile de undă lungi și medii, precum și în unele radioreceptoare speciale destinate traficului în banca de 80 m (de exemplu, radioreceptoarele pentru „vinătoare de vulpi“) se folosesc, în ultima vreme din ce în ce mai mult, aşa-zisele *antene magnetice* (cu ferită), care constau dintr-o bobină înfășurată pe un miez în formă de bară, confectionat dintr-un material magnetic de radio frecvență, cu permeabilitate mare (fig. 146).

Antenele magnetice se disting printr-o direcțivitate foarte pronunțată și prin dimensiuni incomparabil mai mici decât ale oricărei alte antene de receptie, fapt care permite introducerea lor chiar în caseta radioreceptorului.

Până la inventarea antenei magnetice, locul acesteia era deținut de *antena cadru* (fig. 147), construită sub forma unei bobine plane dreptunghiulară sau circulară, realizată din cîteva spire de conductor izolat. Datorită dimensiunilor mici ale spirelor în comparație cu lungimea de undă, curenții care circulă prin ele (considerînd cadrul ca vibrator) au aceeași fază și amplitudine, și ca atare, în laturile opuse au sensuri opuse

(fig. 147 a). Prin aceasta se asigură o compensare reciprocă a cîmpurilor create de laturile opuse ale cadrului, în direcția axei sale, din care cauză cadrul nu radiază (nu recepționează) în direcția respectivă. Dimpotrivă, în planul cadrului, cîmpurile create de diferitele laturi, din cauza

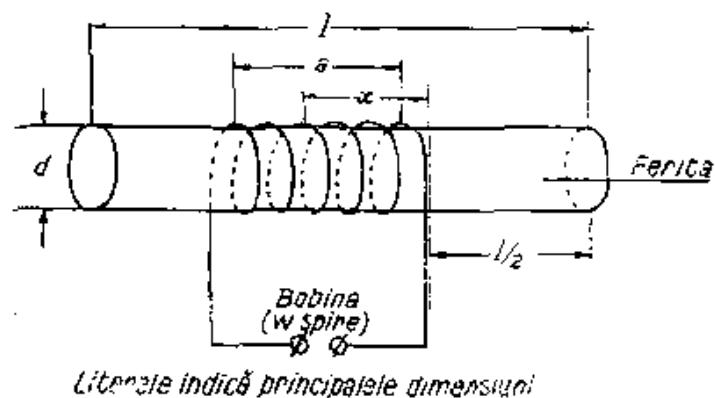


Fig. 146.

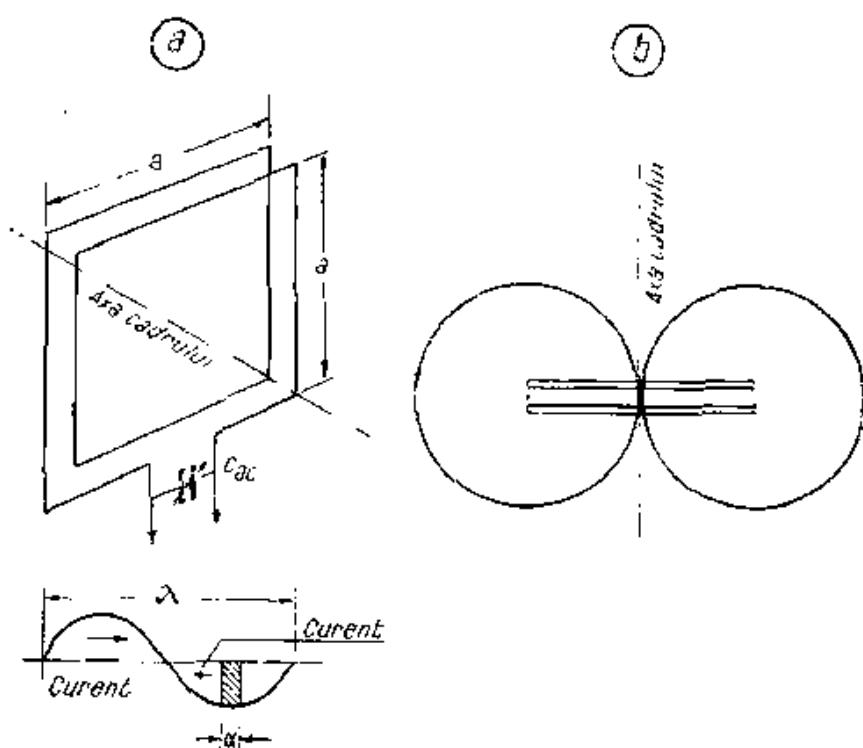


Fig. 147

diferenței de drum, se adună cu faze diferite de 180° , din care cauză radiația (recepția) este maximă.

În fig. 147 b se prezintă caracteristica de directivitate a antenei cadru.

Capitolul III

TUBURILE ELECTRONICE

1. Dioda. Emisiunea termoelectrică

Prin preajma anului 1883 celebrul inventator american Thomas Alva Edison lucra la perfeționarea becului electric care, după cum știi, se compune din trei părți : dulia, care se înșurubează în fasung, filamentul care devine incandescent prin trecerea curentului electric și balonul de sticlă, care protejează filamentul.

Introducând la un moment dat în interiorul balonului o placuță metalică și legînd între aceasta și filament un miliampmetru, ca în figura 148, a observat că atunci cînd filamentul era alimentat cu curent și devinea incandescent, aparatul de măsurat indică prezența unui curent. Totul se petrecea deci ca și cînd în interiorul becului s-ar fi stabilit un contact direct — invizibil — între placă și filament, care permitea scurgerea electronilor. În cîstea descoperitorului său, acest fenomen a fost denumit efectul Edison. În cele ce urmează se va vedea cît de însemnat au putut fi efectele acestui... „efect“ !

Primul care și-a dat seama de el a fost savantul englez John Ambroise Fleming. Acesta a constatat că dacă punea placă din interiorul becului de contact cu o sursă de curent continuu — de pildă, o baterie de elemente Leclanché — curentul indicat de miliampmetru creștea brusc.

Aici trebuie arătat că el nu a legat oricum bateria, ci numai aşa cum se indică în figura 148 a, conectînd placă la borna pozitivă (+) a acesteia. Conectînd-o invers (fig. 148 b) experiența n-ar fi reușit.

Care-i explicația fenomenului ? Prin încălzirea filamentului viteza de rotație a electronilor din atomii săi se mărește foarte mult. O dată cu aceasta crește și forța centrifugă, aşa că electronii părăsesc orbitele, ieșind în spațiul din balonul becului. Ei rătăcesc astfel pînă întîlnesc

vreun ion pozitiv, adică o particulă ce și-a pierdut o parte din electroni. Cum dintre corpurile pe care le-ar putea întâlni numai placa metalică dispune de ioni (fiind bună conducătoare de electricitate), rezultă că electronii nu se pot duce decât la ea, stabilind în acest fel contactul invizibil pe care nu izbutise să-l lămurească Edison.

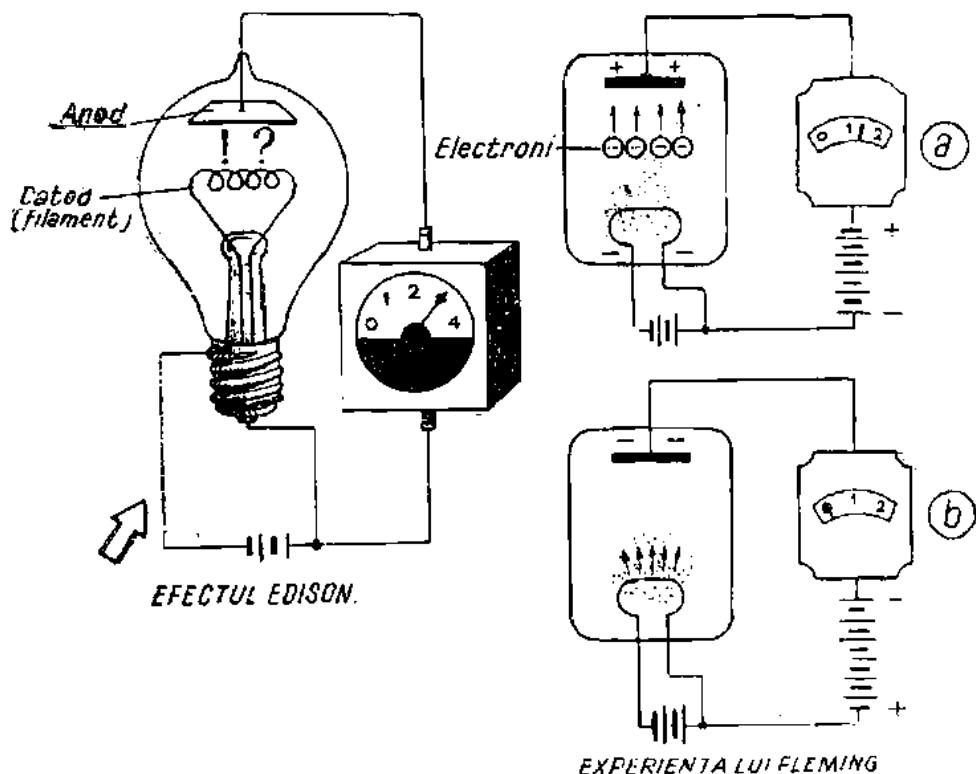


Fig. 148.

Legind placa la borna plus (+) a bateriei, Fleming nu a făcut alceva decât să măreasă numărul ionilor disponibili. Găsind acum mai multe orbite libere, electronii au început și ei să sosească în număr mai mare la placă, iar curentul din circuit a crescut.

Experiența aceasta spectaculoasă cu modestul bec electric ar fi rămas, poate, fără urmări importante dacă fizicienii nu i-ar fi găsit o întrebuițare practică. Perfectionându-l neîncetat, aceștia au făcut din el primul *tub electronic* din lume care, în termeni populari, se mai numește și *lampă de radio*.

Descoperirea *diodei* — căci aşa a fost numit noul tip de tub, din cauza celor doi electrozi ai săi: *placa (anodul)* și *filamentul (catodul)* — a produs o adevărată revoluție în tehnica radioului care, la începutul secolului nostru, abia facea primii pași.

Și acum, să încercăm să pătrundem puțin în intimitatea unei diode.

Am văzut că anodul, pentru a putea atrage electronii negativi, trebuie să se afle la un potențial pozitiv (tocmai de aceea se și numește anod).

Electronii liberi emiși de catod se mișcă de-a lungul liniilor de forță ale unui câmp electric ce se formează între cei doi electrozi, având sensul anod-catod.

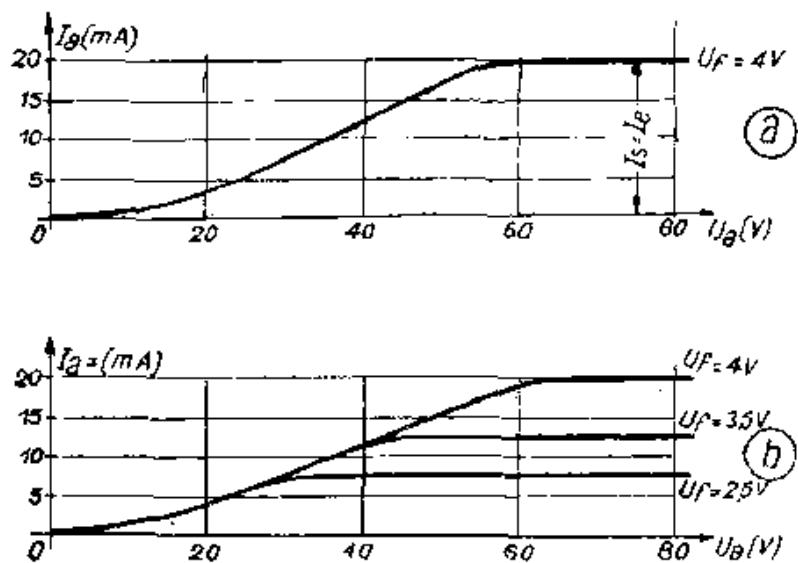


Fig. 149.

O caracteristică foarte importantă a diodei o constituie curba de variație a curentului anodic I_a , funcție de tensiunea anodică U_a . Un exemplu de „caracteristică” a unei diode este dat în figura 149 a, în care pe verticală (ordonată) este notat curentul I_a , în miliamperi, iar pe orizontală (abscisă) tensiunea anodică U_a , în volți. Tensiunea de încălzire (filament) U_f este menținută constantă.

După cum se observă, creșterea tensiunii anodice provoacă o creștere a curentului anodic, la început mai înceată și apoi mai rapidă. În renumite limite, tensiunea anodică și curentul anodic cresc uniform; începînd însă de la o valoare anumită a tensiunii anodice, creșterea curentului se micșorează simțitor și apoi încetează complet, oricât am mări tensiunea U_a .

Valoarea maximă a curentului anodic se numește *curent de saturatie* și se notează cu I_s .

În cazul tensiunilor anodice mici, nu toți electronii care pleacă de pe catod ajung la anod. O mare parte se strîng în jurul catodului, formînd aşa-numita *sarcină spațială* sau *nor de electroni*. Fiind negativă, ea respinge electronii emiși de catod, împiedicînd anodul să-i atragă. De

aceea, la tensiuni anodice scăzute, numai puțini din electronii emisi pot sparge „zidul” sarcinii spațiale și, ca atare, curentul anodic se menține scăzut.

Pe măsura creșterii tensiunii anodice, un număr tot mai mare din electronii sarcinii spațiale trec spre anod, sub influența atracției lui crescînd și norul de electroni se subțiază mereu, anulîndu-se în momentul atingerii curentului de saturatie.

Dacă mărim încălzirea filamentului (menținîndu-se în limitele tensiunii U_f , admise de fabrică), emisiunea termoelectronică se mărește și, îmmod corespunzător, crește și curentul de saturatie (fig. 149 b).

Spațiul anod-catod din dioda în funcțiune formează un „conductor specific”, deoarece în el există electroni liberi. De aceea se poate vorbi de o anumită rezistență a acestui spațiu, rezistență denumită *internă* și notată cu R_i .

În ceea ce privește sensul curentului din circuitul anodic al diodei, trebuie reținut neapărat că, deși el circulă în interiorul tubului de la catod spre anod, în electrotehnica s-a adoptat pentru curent un sens convențional (real), prin care se consideră că acesta curge de la plus (+) la minus (-).

2. Construcția diodei

Cuprinzînd în interiorul unui balon de sticlă numai cei doi electrozi amintiți mai sus, dioda este cel mai simplu tub electronic.

Pentru a nu fi împiedicată trecerea fluxului de electroni de către moleculele de aer și pentru a nu se producă reacții chimice ce ar putea deteriora electrozii, în baloanele tuburilor se creează o atmosferă foarte rarefiată. Obținerea acestei atmosfere rarefiate este destul de complicată, deoarece aerul nu poate fi scos numai cu ajutorul pompelor. De aceea, se introduce în tub, în timpul fabricației, o bucătică de magneziu sau de bariu (care se numește „ghetter”). După evacuarea aerului cu o pompă, tubul este încălzit, ghetterul se vaporizează și la răcire, se depune, în special pe sticlă, acoperind-o pe partea interioară cu un strat caracteristic, ca o oglindă (magneziu) sau brun-negricios (bariu). Acest strat metalic este capabil să absoarbă aerul și gazele rămase pe care le elimină electrozii tubului prin încălzire, în timpul funcționării.

După modul în care se face încălzirea filamentului, tuburile electrice, indiferent de numărul electrozilor, se numesc cu încălzire directă, cînd însuși filamentul incandescent emite electroni, și cu încălzire indirectă, cînd filamentul servește numai ca sursă de încălzire al unui catod emițător.

Tuburile cu încălzire directă, o dată alimentate, funcționează aproape instantaneu și consumă relativ puțin curenț. Din acest motiv ele sunt utilizate mai ales în radioreceptoarele alimentate din baterii. Filamentul lor este fabricat dintr-un fir sau bandă de tungsten, acoperit cu oxizi de bariu și stronțiu.

Tuburile cu încălzire directă au fost create pentru a înălța inconveniențul ce apare atunci când filamentele încălzite direct se alimentează cu curenț alternativ. Aceasta se traduce prin producerea unui bâză puternic la ieșirea receptorului, datorită fenomenelor electrostatice și magnetice ce au loc în tuburile cu mai mult de doi electrozi din cauza alternanțelor curențului de încălzire. Remediul îl constituie utilizarea catodului izolat de filament. El este format dintr-un tub de nichel acoperit cu un strat emisiv (oxizi de bariu și stronțiu) care are în interior filamentul, răsucit în spirală dublă pe un suport izolator și învelit într-o cămașă izolantă, refractară, din oxid de magneziu. Cămașa refractară are o oarecare inerție termică care împiedică răcirea catodului în fracțiunea de secundă în care sensul curențului se schimbă. Temperatura acestuia rămînând constantă, rămîne constantă și emisia sa, și zgâmotul nu se mai produce.

Datorită acestei alcătuiri, tuburile cu încălzire indirectă nu funcționează instantaneu, necesitând un oarecare timp pentru încălzire. La modelele mai recente, timpul acesta mort a fost redus semnificativ prin înlocuirea cămașii izolatoare groase printr-un strat de oxid de aluminiu, depus pe filament.

Anozii diodelor se construiesc în formă de cilindru (fig. 150 a) sau paralelipiped, cu capetele deschise (fig. 150 b) și se confectionează din metale care se topesc greu, cum sunt nichelul, molibdenul sau tantalul.

Electrozii diodei, ca de altfel și majoritatea tuburilor electronice, se fixează, în balonul tubului, pe un picioruș din sticlă, turtit, prin care sunt trecute buclele din sîrmă de platinită

(aliaj de nichel și fier, care are același coeficient de dilatare ca și sticla). Sîrmele de platinită sunt sudate la capetele superioare cu sîrme mai groase, din nichel, numite traverse care servesc pentru legarea electrozilor.

Capetele inferioare ale sîrmelor de platinită sunt sudate cu conductoare de cupru, care trec prin piciorușul de sticlă turtit și se lipesc cu aliaj de

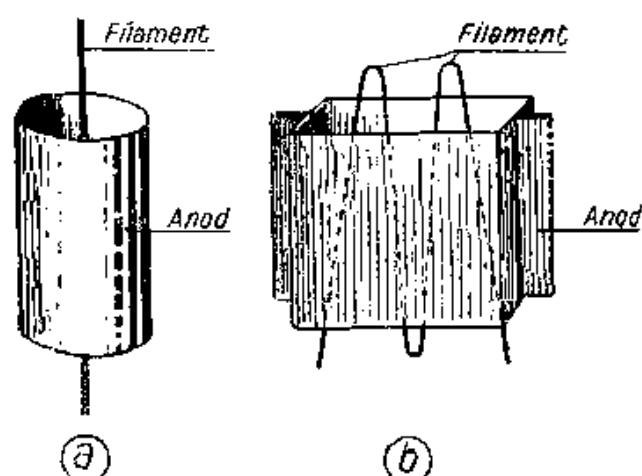


Fig. 150.

cositor în piciorușele metalice tubulare ale *culotului* tubului, cum se numește suportul de bachelită, care se introduce în *soclu* montat pe aparatul electronic dotat cu tubul respectiv.

La tuburile moderne (miniaturi), precum și la altele mai vechi din seria „21”, nemaiexistând culot, conductoarele de cupru sunt înlocuite

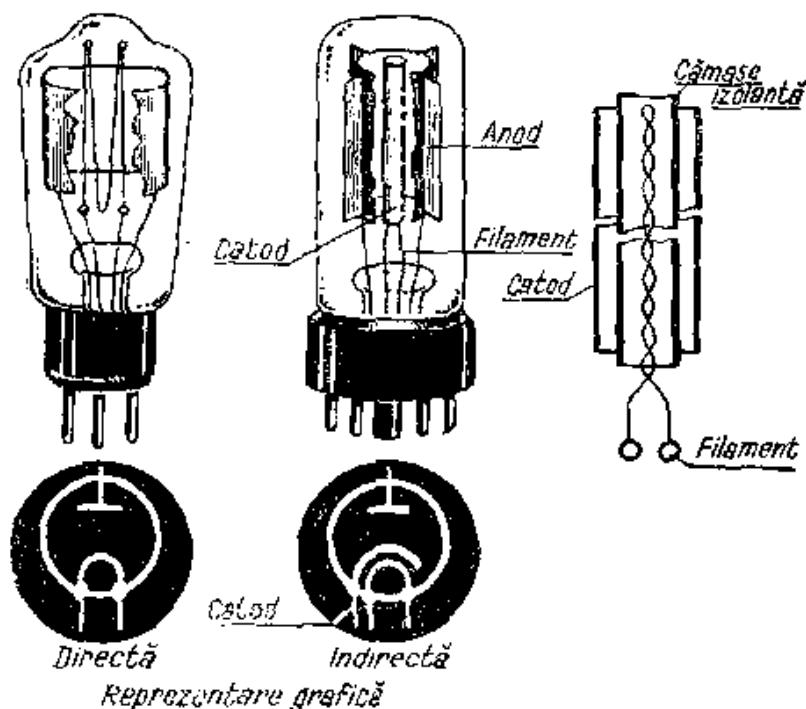


Fig. 151.

prin sîrme mai groase de platinită care constituie chiar piciorușele tubului, care se introduce în soclu.

În figura 151 pot fi văzute construcțiile unor diode cu încălzire directă și indirectă, precum și reprezentarea lor schematică (simbolurile),

3. Funcțiile diodei

Funcția de bază îndeplinită de diodă în practica radioului o constituie *redresarea* curenților alternativi. Pentru a lămuri noul termen, va trebui să reținem că absolut toate aparatelor de radio echipate cu tuburi electronice — sau cu tranzistoare — se alimentează cu curent electric continuu.

Stim însă cu toții că uzinele electrice moderne produc, în majoritatea cazurilor, numai curent alternativ. Bun pentru alimentarea reșoulu, fierului de călcăt, aspiratorului de praf, frigiderului și, în primul rînd,

pentru iluminat, curentul alternativ ar fi fost de neînțețuinitat pentru „înălțarea” integrală a aparatelor de radio dacă nu s-ar fi descoperit dioda.

Desigur, mulți dintre dumneavoastră ați auzit spunându-se despre existare radioreceptor că are „4+1” tuburi electronice ; de asemenea, cind am efectuat împreună calculul unui transformator de rețea, ați văzut că l-am dimensionat pentru un receptor cu „3+1” tuburi. Este posibil deci să vă fi întrebăt : „de ce nu se rezolvă oare această operație aritmetică simplă, spunându-se de pildă, cinci tuburi electronice ?“ Ei bine în nici un caz din neprincipere în de-ale aritmeticii ! Separarea respectivă se face intenționat, spre a pune în evidență faptul că în aparatul respectiv numai primele patru tuburi „muncesc“ efectiv în producție, în timp ce ultimul (acela „plus unu“) nu îndeplinește decât o slujbă ajutătoare ; acest tub este dioda.

Dar cum redreseză, cum transformă dioda curentul alternativ în continuu ? Explicația nu este prea complicată.

Am spus mai întâi că tuburile electronice nu pot fi alimentate integră cu curent alternativ. Să presupunem că pe unul din firele ce vin de la priză montăm un robinet special ; mai exact o supapă. Aceasta are proprietatea de a se închide pentru un sens al curentului și de a se deschide pentru celălalt.

Utilizând-o, supapa această specială ne-ar permite să culegem de la priză curent care ar curge numai într-un sens, continuu adică. Ar curge, vorba vine ! Realitatea este că el ne-ar veni numai sub formă de... picături egale. Acest neajuns poate fi însă înălțurat cu ajutorul unui dispozitiv special, denumit *filtru*, care permite unirea picăturilor de curent într-un suvoi continuu.

Dioda îndeplinește în cadrul radioreceptoarelor alimentate în curent alternativ tocmai funcția supapei imaginante. Am văzut că în interiorul său electronii nu pot circula decât într-un singur sens : de la catod la anod. Dacă vom intercala o diodă pe unul din firele prin care se alimenteză cu curent alternativ radioreceptorul, curentul respectiv nu va izbuli să treacă decât cu alternanța sa pozitivă, intrucât prin tub circula electronii numai dacă anodul primește o tensiune pozitivă. În acest fel dioda permite trecerea curentului în timpul alternanțelor pozitive și îl oprește în timpul alternanțelor negative.

Cu ajutorul unei singure diode se poate redresa numai o alternanță a curentului alternativ, celalătă rămânind nefolositoare. Pentru a redresa ambele alternanțe se folosesc două diode separate sau o diocă dublă (cu două plăci). În figura 152 a și b se arată cum trebuie conectate diodele într-un circuit de curent alternativ pentru a redresa una sau ambele alternanțe, și cum se prezintă curbele de variație a curenților redresati obținuți. După cum se observă acești curenți sunt formați din „pulsări”.

din scănluri de curenț adică, variabile în timp, separate prin spații de curenț nul, egale cu o jumătate de perioadă (atunci cind se redresesează numai o alternanță). Pentru a se obține un curenț continuu de intensitate constantă (fără pulsații) se utilizează filtrele menționate anterior.

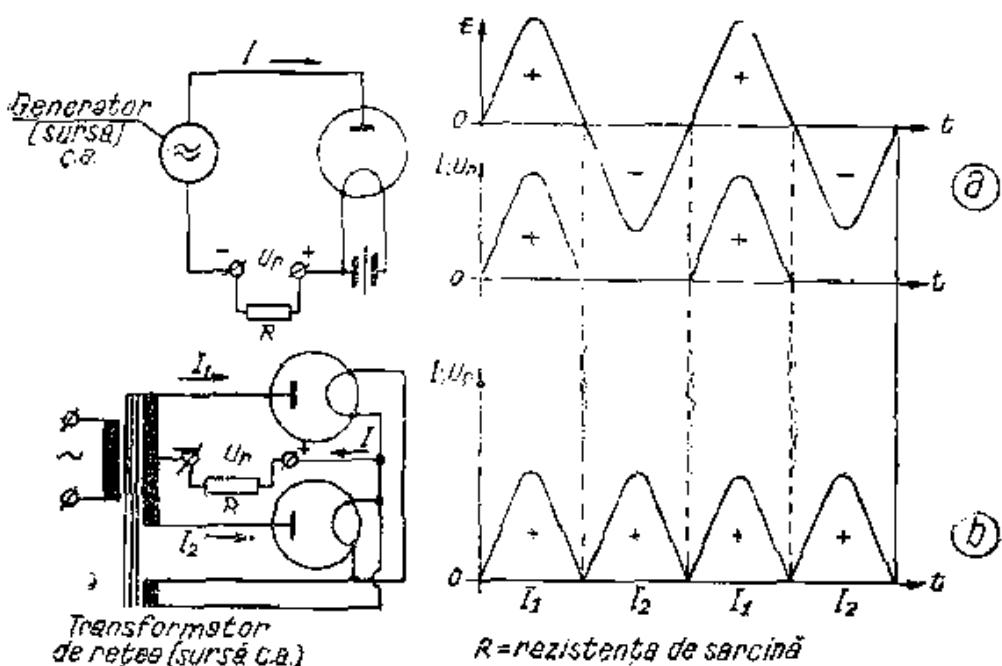


Fig. 152.

Dioda nu se întrebunează însă numai pentru redresarea curențului alternativ de audiofreqvență, cum este cel furnizat de rețelele uzinelor electrice ($f = 50$ Hz), ci și pentru curenți de frecvențe mult mai ridicate, cum sunt cei de radiofreqvență. În acest caz, operația de redresare poartă numele de *detectie*. Despre ea vom vorbi mai pe larg într-un capitol viitor.

4. Înlocuitorii diodei

Dioda își găsește o largă de înlocuitori în familia care îndeplinește să se întărească neîncetat, a așa-ziselor semiconductoare.

Pentru funcția de redresare se întrebunează în prezent, în numeroase montaje, *redresoarele uscate* (metalice), care cuprind toate dispozitivele constituite din coloane de celule cu cuproxid sau — mai ales — cu seleniu.

O celulă cu cuproxid este alcătuiră dintr-un disc de cupru, oxidat pe una din fețe. Proprietatea de redresare se bazează pe diferența care există între conductibilitatea electrică a celulei într-un sens și într-altul (raportul între cele două conductibilități este de aproximativ 1 000/1).

Procesul de redresare are loc la limita de trecere dintre placa de cupru (catod) și stratul de protoxid de cupru care o acoperă (anod).

O coloană cu redresoare cu cuproxid se compune dintr-o serie de celule, între care se interpoau, pentru a se asigura un contact perfect, discuri de plumb, precum și niște rondele metalice ce asigură răcirea în timpul funcționării (fig. 153 a). Strîngerea celulelor se realizează printr-un șurub izolat lung, care trece prin găurile din mijlocul lor.

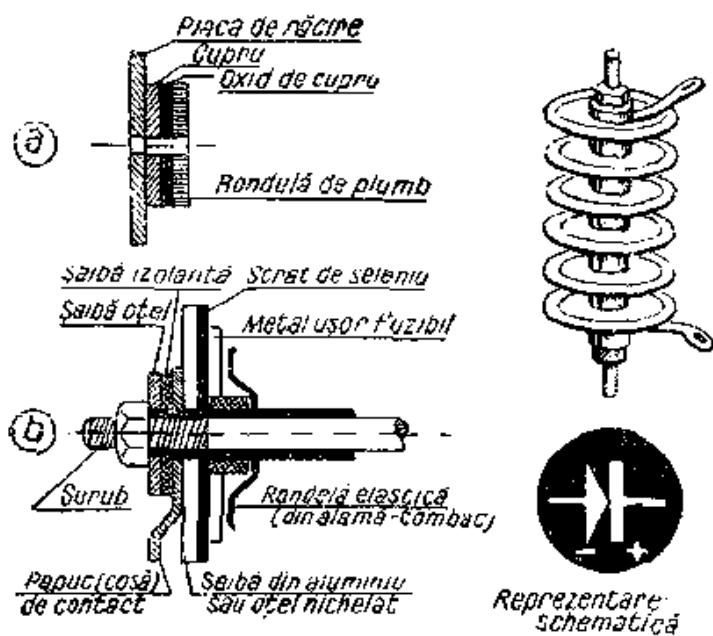


Fig. 153.

minii, acoperite pe una din fețe cu un strat de seleniu oxidat (anodul), spoit cu o pojghiță de metal ușor fuzibil (catod I).

Redresoarele cu seleniu sunt constituite, ca și cele cu cuproxid, din coloane și celule.

Din punct de vedere calitativ ele sunt superioare celor cu cuproxid și de aceea se utilizează pe scară largă în multe receptoare moderne (în special în cele universale), înlocuind cu succes tuburile redresoare, față de care prezintă avantajul că au o durabilitate mult mai mare.

Parametrii discurilor cu seleniu sunt indicați în tabelul IX.

Celulele cu cuproxid sau cu seleniu se conectează în paralel, pentru a redresa curenți de intensități mai mari, și în serie, pentru a putea suporta tensiuni mai ridicate.

Pentru funcția de detecție se utilizează astăzi, în exclusivitate, dispozitive semiconductoare cu germaniu sau siliciu, care, prin asimilare cu tubul electronic înlocuit, sunt denumite tot diode. Acestea se fabrică într-o mare diversitate de tipuri, funcție de intensitatea, tensiunea și frecvența curentului la care trebuie să lucreze.

O celulă cu cuproxid este caracterizată prin *tensiunea inversă* (tensiunea limită), prin *curentul redresat maxim* pe care poate să-l suporte și prin *temperatura maximă de lucru*.

Astfel, tensiunea maximă inversă pe care poate să o suporte o celulă de cuproxid este de 14 V, curentul maxim admisibil nu depășește $0,1 \text{ A/cm}^2$, iar temperatura de lucru este de maximum $35-40^\circ\text{C}$.

Celulele de seleniu (fig. 153 b) sunt alcătuite din discuri sau plăcuțe pătrate de oțel nichelat sau de aluminiu, acoperite pe una din fețe cu un strat de seleniu oxidat (anodul), spoit cu o pojghiță de metal ușor fuzibil (catod I).

Tabelul IX

Diametru exterior al discurilor cu se- leniu (mm)	5	6,5	7,2	10	18	20	25	30	35	45	50	67	80	84	100	112	130
Currentul redresat maxim admisibil (mA)	2	3,5	4,5	10	25	35	75	125	140	275	330	670	1.000	1.150	1.700	2.200	3.000
Rezistență inferioară a unui disc (r_i) în	450	250	200	80	35	25	10	6	5	2,5	2	0,9	0,55	0,47	0,3	0,23	0,17

Observații

- A. Amplitudinea maximă admisibilă a tensiunii inverse: 25 V pe un disc.
 B. Rezistența interioară (r_i) a discului care este dată în tabelă corespunde curentului redresat maxim admisibil pentru discul dat (I_0 admisibil). Rezistența interioară a discului (r_i) cînd curentul redresat (I_0) este mai mic decît curentul maxim, poate fi determinată din formula aproximativă:

$$r_i = r_i \text{ tabel} \sqrt{\frac{I_0 \text{ admisibil}}{I_0}}$$

- C. La exploatarea redresoarelor cu seleniu, în cazul cînd temperatura înconjurătoare este de 60–70°, se recomandă să se reducă cu 40–50% valorile curentului redresat și a tensiunii inverse, date în tabel.

Ca aspect exterior, ele seamănă de multe ori cu o rezistență de $1/4$ sau $1/2$ W (fig. 154 a), sau atunci cind sunt destinate pentru redresarea propriu-zisă a tensiunilor de alimentare (în audiofreqvență), au forma din figura 154 b. În figura 155 se arată modul de conectare a diodelor cu siliciu în două variante de redresare.

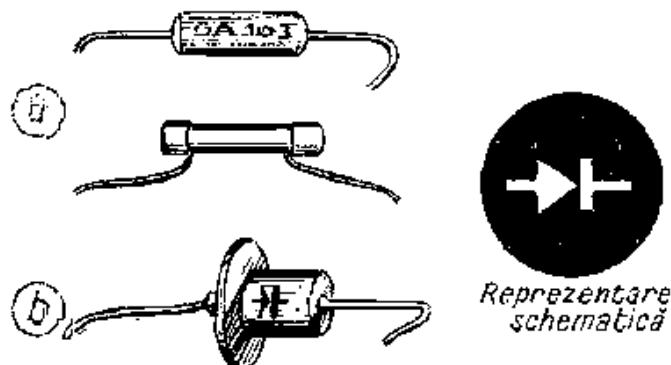


Fig. 154.

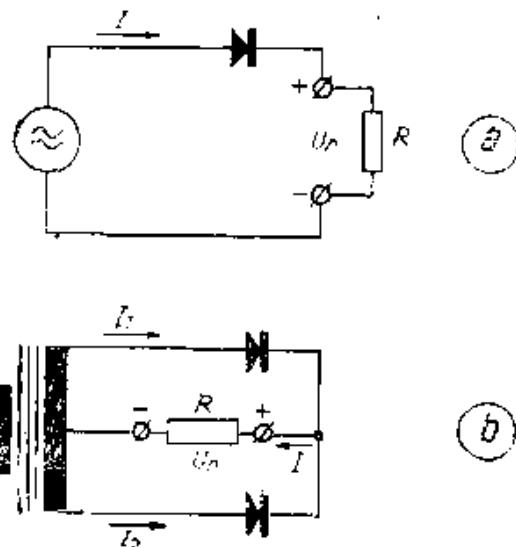


Fig. 155.

Prin apariția diodelor cu germaniu și siliciu, vechile detectoare „de contact” cu galenă (sulfură de plumb) au fost trecute definitiv în rîndul pieselor din muzeul radiotehnicii.

5. Trioda. Construcția și principiul de funcționare

În anul 1906 americanul Lee de Forest a introdus între catodul și anodul unei diode un al treilea electrod: *grila*, denumită și *grătar* sau *sită* și a inventat astfel *trioda*, adică tubul cu trei electrozi. Grila adăugată de Lee de Forest este elementul de comandă, „robinetul” ce închide sau deschide calea electronilor care merg de la catod la anod. Din această cauză denumirea sa completă este *grilă de comandă*.

În tuburile moderne acest electrod este executat dintr-o sîrmă subțire, din nichel-molibden, care înconjoară catodul (fig. 156) și are aproape întotdeauna formă de spirală (cilindrică sau plană).

Anodul se execută, ca și la diodă, în formă de cilindru sau paralelipiped cu capetele deschise, din metale cu mare rezistență termică, iar la unele tuburi speciale, din grafit.

Funcție de construcția catodului, triodele se împart, ca și restul tuburilor electronice, în tuburi cu încălzire directă și tuburi cu încălzire indirecță.

De asemenea, în ceea ce privește balonul vidat, trebuie să rețineți că acesta poate fi executat, fie din sticlă, fie din metal. Tuburile cu balonul metalic prezintă o serie de avantaje față de cele cu balon de sticlă. Astfel, ele sunt mai robuste, au dimensiuni mai mici, parametrii mai constanți și, în plus, o ecranare (protejare) mai bună a electrozilor împotriva cîmpurilor electrice și magnetice perturbatoare, balonul metalic fiind el însuși un blindaj (ecran).

Balonul tuburilor metalice se face din oțel, iar electrozii pot fi fixați în două feluri: ca în figura 157 a cînd traversele acestora trec prin mărgele de sticlă fixate într-un disc de fericio (aliaj de fier și nichel, similar platinitiei) sau ca în figura 157 b, cînd traversele sunt scoase printre un disc de sticlă, fixat într-un inel de fericio, sudat la balon.

Am arătat că acțiunea grilei constă în faptul că ea comandă fluxul de electroni din interiorul tubului, adică curentul anodic. Datorită fap-

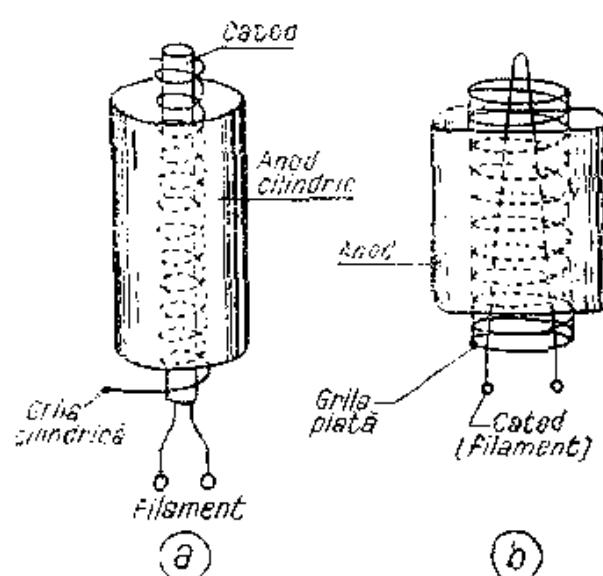


Fig. 156.

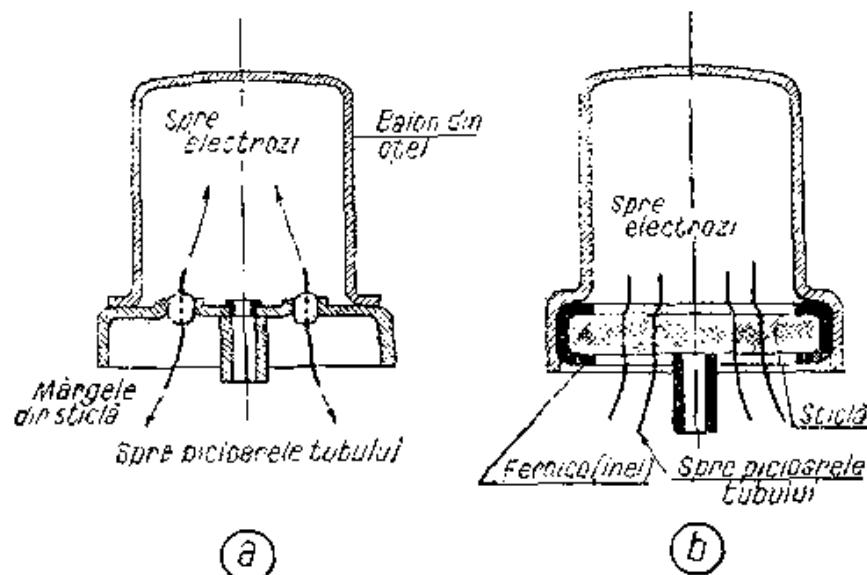


Fig. 157.

tului că între spirele ei de sârmă există spații însemnate, electronii pot să treacă nestincheriți de la catod spre anod. În schimb, însă, pentru cîmpul electric produs de sarcina pozitivă a anodului, grila constituie un fel de ecran. Liniile de forță ale acestui cîmp sunt interceptate de grilă și numai o mică parte dintre acestea trec printre spirele ei, ajungînd pînă la catod. Astfel, grila de comandă ecranează catodul față de anod, refinînd liniile de forță ale cîmpului electric anodic și slăbind astfel acțiunea exercitată de anod asupra electronilor emisi de catod.

În figura 158 este reprezentat — comparativ — cîmpul electric dintr-o diodă și cel dintr-o triodă. Se observă cum grila reține cea mai mare parte a liniilor de forță anodice. Datorită acestui fapt, precum și distanței mai mici la care se află grila față de catod — în raport cu anodul — variațiile mici de tensiune pe grilă influențează mult mai mult curentul anodic decît variațiile mai însemnante ale tensiunii anodice.

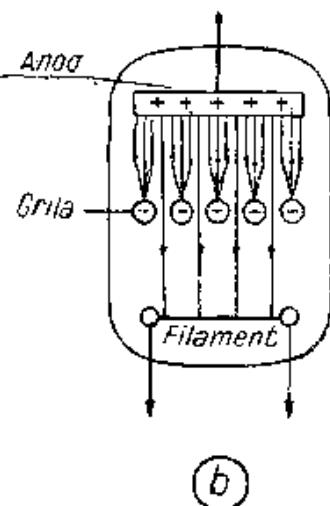


Fig. 158.

Diferența de potențial dintre grila de comandă și catod (în diferitele circuite ale unui tub electronic toate tensiunile se socotesc față de un punct comun, zis *punct de origine al potențialelor sau minus general* care, la tuburile de încălzire directă, coincide cu capătul negativ al filamentului) se numește *tensiune de grilă* și se notează cu U_g .

Să vedem acum ce se întîmplă prin aplicarea unor tensiuni negative sau pozitive pe grilă.

În cazul unei tensiuni de negativare mici grila respinge electronii: o parte vor trece însă printre spirele ei datorită atracției exercitate de anod. Negativarea poate fi mărită pînă ce grila va respinge toți electronii care vin dinspre catod și va opri în întregime curentul anodic. În acest caz se spune că tubul este *blocat*.

Dacă aplicăm pe grilă un potențial pozitiv, acțiunea acestuia va fi împărțită: ea va ajuta anodului să atragă electronii care formează sarcina spațială și, majoritatea acestora, datorită vitezei lor mari, vor trece printre spirele grilei, în virtutea inerției, mai departe spre anod, cu toate că și grila exercită asupra lor o atracție puternică.

O parte din electroni vor fi totuși atrași de grilă și vor forma *curentul de grilă* (I_g).

În cazul unei tensiuni pozitive pe grilă — relativ mari — curentul anodic crește pînă la atingerea valorii de saturație dar, în același timp, crește mult și curentul de grilă. De aceea curentul anodic de saturare al triodei este mai mic decît curentul emis de catod, tocmai cu valoarea curentului de grilă.

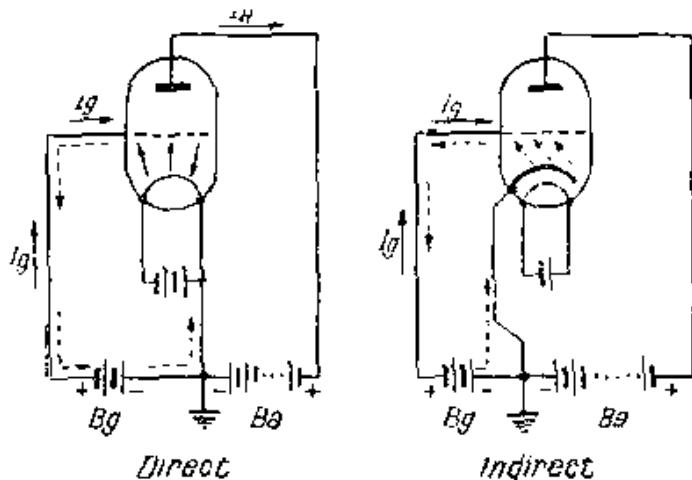


Fig. 159.

În concluzie, variind tensiunea de grilă, de la o valoare anumită negativă pînă la o valoare anumită pozitivă (valorile limită fiind în funcție de tub), se poate varia curentul anodic de la zero pînă la curentul de saturare I_s .

În figura 159 sunt reprezentate schematic circuitele de încălzire, anodic și de grilă, pentru două triode diferite: una cu încălzire directă și alta cu încălzire indirectă.

În circuitele de grilă se află conectată, cu borna plus (+) spre grilă, cîte o baterie de grilă B_g . Sensul convențional (real) al curentului (I_a și I_g) în circuitele exterioare este indicat prin săgeți. Electronii merg în interiorul tubului de la catod spre grilă, iar prin partea exterioară a circuitului de grilă circulă spre catod (săgețile punctate).

Cînd apare curentul de grilă, prin conductorul catodului și prin porțiunea grilă-catod din interiorul tubului circulă un curent total: $I = I_a + -I_g$, denumit curent catodic.

În figura 160 se arată intuitiv fenomenele descrise mai sus pentru diferite tensiuni de grilă.

6. Funcțiile triodei

A. Amplificarea. Una dintre funcțiile fundamentale ale triodei o constituie *amplificarea tensiunilor alternative*.

Cel mai simplu montaj de amplificare cu o singură triodă este reprezentat în figura 161. Părțile componente ale unui asemenea montaj, care se numește în limbajul tehnic *etaj de amplificare* sunt: tubul, sursele de alimentare (B_a și B_f) și rezistența de sarcină (R_a) conectată în cir-

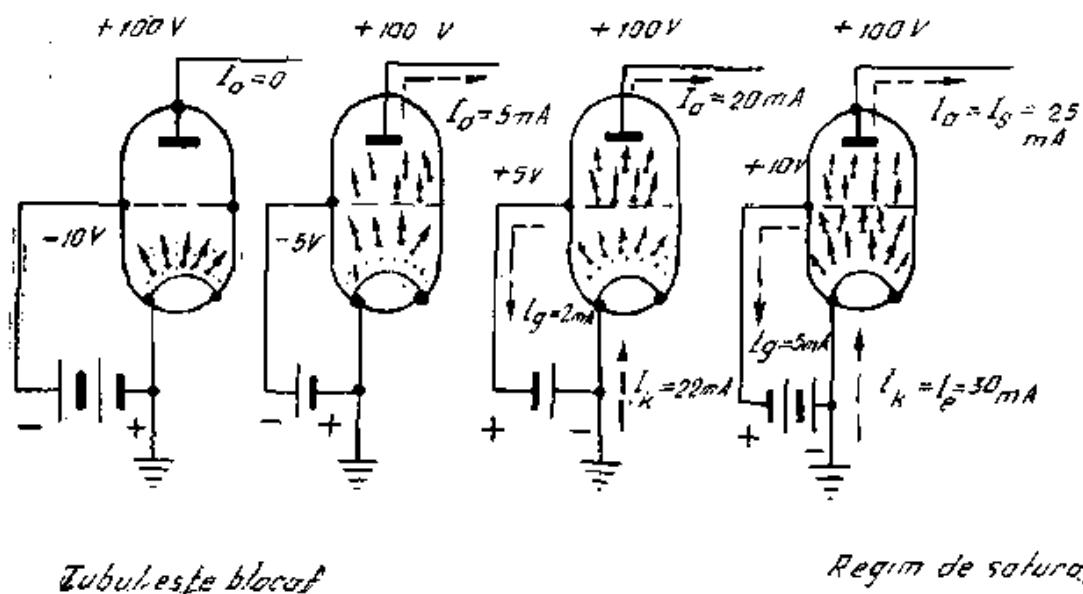


Fig. 160.

cuitul anodic. Sursa de tensiune alternativă (de amplificat) se leagă între grila de comandă și catodul tubului.

Tensiunea alternativă de grilă produce pulsații ale curentului anodic. Aceasta se explică prin faptul că în cursul semiperioadei (alternanței) pozitive a tensiunii aplicate pe grilă curentul anodic crește, pe cind în cursul semiperioadei negative a tensiunii aplicate pe grilă curentul anodic scade.

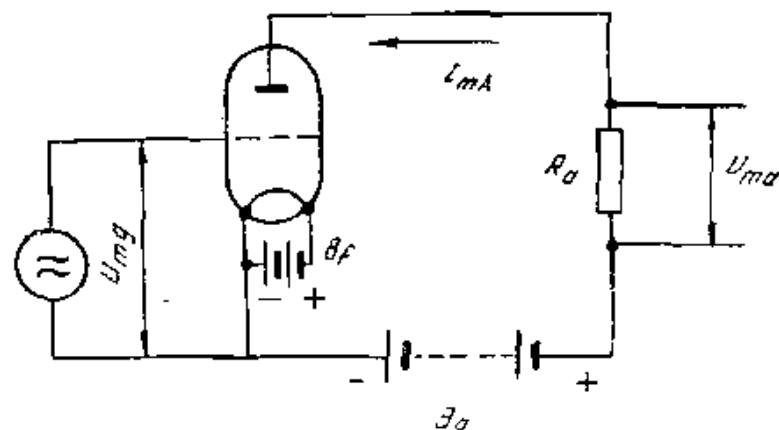


Fig. 161.

Curentul anodic pulsatoriu este format dintr-o componentă continuă (a sursei B_a) și o componentă alternativă (produsă de semiperioadele pozitive, amplificate). Trecând prin rezistență de sarcină R_a , curentul anodic dă naștere unei căderi pulsatorii de tensiune, care este formată, de asemenea, dintr-o componentă continuă și una alternativă. Dacă rezistența de sarcină R_a are o valoare destul de mare, amplitudinea tensiunii alternative de la bornele acesteia, pe care o vom nota cu U_{ma} , va fi mult mai mare decât amplitudinea tensiunii alternative U_{mg} , aplicate pe grila de comandă. Raportul dintre aceste două tensiuni se numește coeficient de amplificare al etajului și se notează cu litera A :

$$A = \frac{U_{ma}}{U_{mg}}$$

Coefficientul de amplificare a unui etaj arată de câte ori etajul dat amplifică tensiunea alternativă la intrarea lui.

Trioda poate fi utilizată la amplificarea curenților alternativi de audios frecvență, cît și pentru a celor de radiofrecvență.

În figura 162 a este reprezentată schema de principiu a unui etaj amplificator de radiofrecvență, pe care îl putem întâlni în numeroase radioreceptoare. Aici, antena joacă rolul de generator, care pompează energie de radiofrecvență în bobina de cuplaj L_A , care constituie, de fapt, primarul unui transformator RF. Din L_A curenții sunt induși în

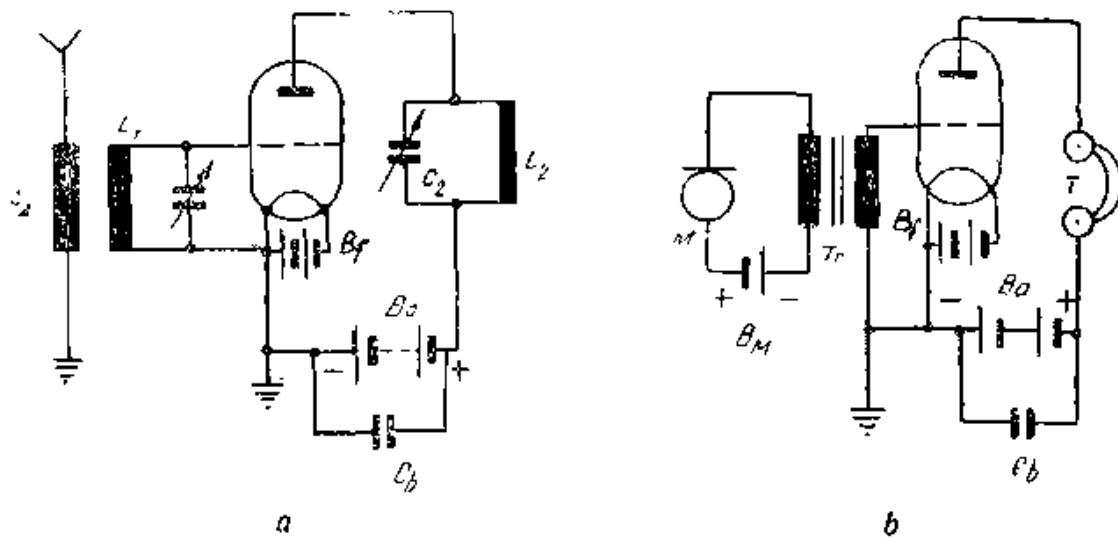


Fig. 162.

bobina L_1 , deci în secundarul transformatorului RF , care fac parte împreună cu condensatorul C_1 din circuitul oscilant de intrare sau *de acord* receptoanelui. Din circuitul L_1C_1 tensiunile alternative RF ajung la grila de comandă a triodei. În circuitul anodic se conectează, ca impec-

danță de sarcină, un circuit oscilant L_2C_2 , acordat pe frecvență care trebuie amplificată. După cum se știe, impedanța în curenț alternativ a unui astfel de circuit la rezonanță are o valoare mare. Pentru acest circuit tubul îndeplinește funcția de generator RF. Componenta continuă a curentului trece nestinjenită prin bobina L_2 a circuitului, iar componenta alternativă produce la bornele circuitului o tensiune alternativă mult amplificată față de cea aplicată pe grila de comandă a triodei.

Etajele amplificatoare de radiofrecvență pot fi întâlnite atât în radio-receptoare, cât și în emițătoare, fiind din punct de vedere principal, identice.

În schema din figura 162 b este reprezentat un etaj amplificator de audiofrecvență (AF) destinat amplificării curentilor alternativi produsi de un microfon (M) în primarul unui transformator de audiofrecvență. Din primar curenții sunt induși în secundar, de unde se aplică pe grila unei triode. Sarcina anodică o constituie impedanța unei căști telefonice T, la bornele căreia se obține tensiunea de audiofrecvență amplificată.

În ambele scheme de etaje amplificatoare sursele de alimentare anodică sunt șuturate cu un condensator de blocaj C_b , care opune o reactanță neînsemnată componentei alternative a curentului anodic, permittind astfel închiderea circuitului curentilor de radiofrecvență (trecerea acestora spre masă ar putea fi altfel serios stinjenită de către sursa de alimentare).

Despre etajele de amplificare echipate cu tuburi electronice vom vorbi însă mai pe larg într-un capitol aparte.

B. Generarea oscilațiilor. Într-un capitol anterior am explicat că pentru a obține într-un circuit oscilant oscilații întreținute trebuie să furnizăm periodic circuitului o cantitate oarecare de energie cu ajutorul unui dispozitiv special care, adăugăm acum, trebuie să acioneze foarte rapid.

Circuitul anodic al unei triode poate fi întrerupt prin potențialul negativ aplicat pe grila de comandă; prin aplicarea unui potențial pozitiv se obține, dinpotrivă, un curenț anodic apreciabil. Astfel, trioda poate funcționa ca un relee, adică ca un întrerupător automat, întreruperea și restabilirea circuitului anodic efectuându-se printr-o variație extrem de rapidă a potențialului aplicat pe grilă. Astfel, se poate întrerupe și restabili circuitul anodic de mii și chiar milioane de ori pe secundă. Un relee electromagnetic ar fi desigur, mult mai „leneș”, din cauza inerției sale considerabile și nu ar putea funcționa la curenți de frecvență ridicată. Tubul electronic, utilizat ca „relee”, nu are, practic nici o inerție, dacă funcționarea are loc pe frecvențe pînă la 100 MHz.

În figura 163 se dă schema celui mai simplu oscilator, adică generator de oscilații întreținute echival cu tub electronic. Acest oscilator este alcătuit dintr-o triodă, din sursele de alimentare, din circuitul oscillator LC , conectat în circuitul anodic, și din bobina L_g (din circuitul grilei de comandă) cuplată inductiv cu bobina L a circuitului oscillator.

Dacă încălzim filamentul tubului și închidem întrerupătorul K din circuitul anodic, prin acesta va începe să treacă un curent și condensatorul variabil C se va încărca. El se va descărca apoi pe bobină și în circuit vor apărea oscilații libere amortizate, a căror frecvență va depinde de inductanță și de capacitatea circuitului.

Curentul alternativ care trece prin bobină L va induce în bobină din grilă L_g o tensiune alternativă care, aplicată fiind pe grila tubului, va comanda curentul anodic. Astfel, cînd pe grilă se va aplica o semiperioadă negativă, tubul se va bloca și curentul anodic se va întrerupe. Semiperioada pozitivă, care se va aplica în continuare pe grilă, va permite însă din nou trecerea curentului anodic, restabilind deci circuitul. În cursul acestei perioade electronii curentului anodic trec prin tub și ajung pe armătura de sus a condensatorului C . Dacă pe această armătură există în acel moment o sarcină negativă, curentul anodic va încărca suplimentar condensatorul și prin aceasta va compensa pierderile de energie. Procesul descris se va repeta pentru fiecare perioadă.

Așadar, un oscilator cu tuburi electronice transformă energia curentului continuu al sursei anodice în energie curentului alternativ de radiofrecvență.

Cuplajul dintre circuitul anodic și cel de grilă prin intermediu bobinelor L și L_g se numește *reacție*, iar întregul proces de întreținere a oscilațiilor neamortizate este denumit *autoexcitație*, deoarece oscilațiile se întrețin singure.

Pentru ca reacția să se producă, capetele bobinelor trebuie conectate în aşa fel, încît în decursul semiperioadelor pozitive de grilă, armătura superioară a condensatorului să aibă întotdeauna o sarcină negativă. În caz contrariu electronii curentului anodic nu vor mări această sarcină încălcând suplimentar condensatorul, ei o vor micsora. Din această cauză oscilațiile din circuit nu vor mai fi întreținute ci, dimpotrivă, se vor amortiza și mai repede.

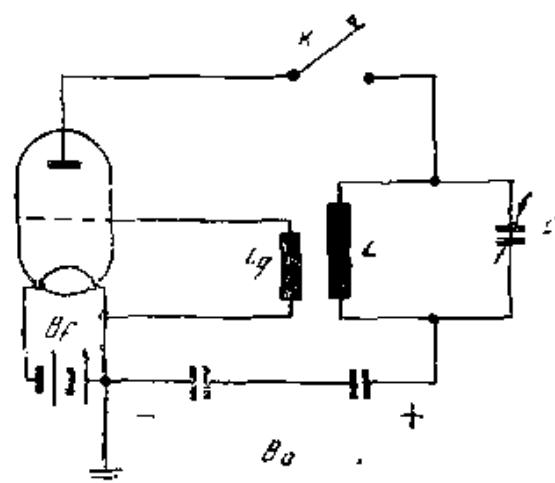


Fig. 163.

După cum vedeați, un oscilator cu tub electric se pare că este destul de hinc cu un ceasornic cu pendul! În el, cirecuitul oscilant joacă rolul pendulu lui, iar sursa anodică poate fi echivalentă cu arcul sau greutatea să care, prin forță pe care o desfășoară periodic, întreține oscilațiile pen- dulu lui.

7. Caracteristicile triodei

Caracteristica fundamentală a triodei este așa-numita *caracteristică de grilă*, reprezentată prin curbe de variație a curentului anodic în funcție de tensiunea aplicată pe grila de comandă, păstrând tensiunea anodică și tensiunea de încălzire constantă.

Caracteristicile unei triode pot fi ridicate folosind montajul din figura 164.

Fixând cu ajutorul potențiometrului anodic R_2 o tensiune — să zicem — de 100 V, pe care o menținem constantă, dăm grilei tensiuni descrescătoare negative și apoi crescătoare pozitive, în așa fel încât curentul anodic să crească de la zero pînă la valoarea de saturare. Măsurînd pentru fiecare tensiune de grilă valoarea corespunzătoare a curentului anodic, se poate trasa curba caracteristică din figura 165.

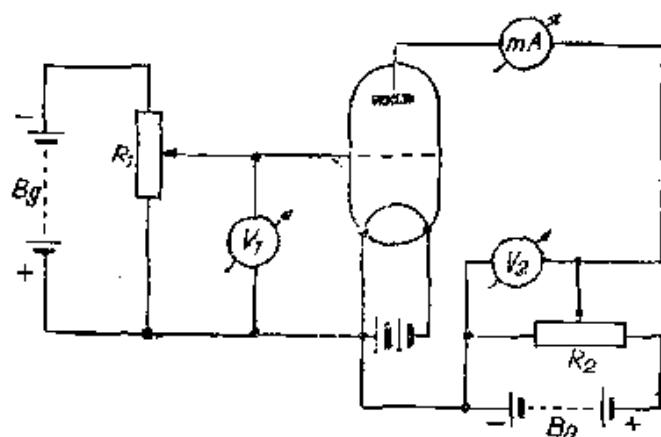


Fig. 164.

Această caracteristică are trei porțiuni principale: cotul inferior AB , porțiunea rectilinie dela mijloc BC , cotul superior CD și porțiunea de saturare DE .

Porțiunea rectilinie BC joacă un rol foarte important în aprecierea calitativă a funcționării unei triode, deoarece numai pentru tensiunile

de grilă ce corespund punctelor acestei porțiuni de caracteristică, amplificarea, de exemplu, este „liniară”, crescând proporțional cu tensiunile alternative aplicate grilei.

Atunci cînd caracteristica se ridică pentru diverse tensiuni anodice se obțin *familii de caracteristici*.

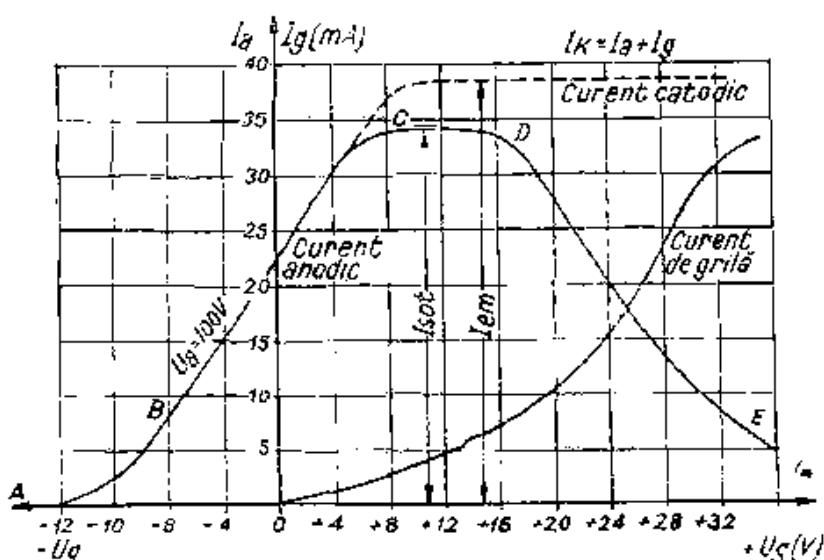


Fig. 165.

Funcție de construcția electrozilor tubului, caracteristicile curentului anodic pot fi situate în stînga, în domeniul valorilor negative ale tensiunilor de grilă (caracteristici de stînga) sau în dreapta, adică în domeniul valorilor pozitive (caracteristici de dreapta).

8. Parametri triodei

Parametri unui tub electronic sint niște mărimi constante, care îi determină calitățile și proprietățile.

Parametri fundamentali ai unei triode sint :

A. *Panta (S)* care arată cu cîți miliamperi variază curentul anodic cînd tensiunea grilei de comandă variază cu 1 volt, tensiunea anodică rămînînd constantă.

Panta se exprimă de obicei, în miliamperi pe volt (mA/V).

B. *Rezistența internă (R_i)* care reprezintă raportul dintre variația tensiunii anodice și variația corespunzătoare a curentului anodic, pentru o tensiune constantă de grilă.

Valoarea R_i se exprimă în ohmi și poate fi determinată cu legea lui Ohm, împărțind variația tensiunii anodice la variația curentului anodic pe care o provoacă, menținând tensiunea grilei constantă.

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}.$$

C. *Factorul de amplificare* (μ) care exprimă raportul dintre variația de tensiune a anodului și variația de tensiune aplicată grilei de comandă, care pot provoca, fiecare separat, aceeași variație a curentului anodic. Astfel, dacă notăm cu ΔU_a numărul de volți cu care se ridică tensiunea anodică spre a obține o creștere de curent ΔI_a și ΔU_g numărul de volți cu care se mărește tensiunea de grilă spre a se realiza aceeași creștere de curent anodic ΔI_A , factorul de amplificare va fi :

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g}.$$

Inversul acestui raport se numește *factor de pătrundere*, se notează cu D (Durchgriff) și se indică în procente (%).

D. *Puterea maximă dissipată de anod* ($P_a \text{ max}$), care reprezintă pușterea electrică maximă (exprimată în wați) ce poate fi transformată de anodul tubului în căldură, fără a se distrugă. Această transformare are loc întrucât în timpul funcționării anodul este supus unui bombardament electronic permanent, încălzindu-se. Se spune atunci că el „disipează” o energie de „n” wați.

Caracteristicile de grilă și anodice, precum și parametri fundamentali ai triodei, prezențați mai sus, sunt caracteristici și parametri *statori*. Întrucât determinarea lor se face fără a exista o sarcină anodică, adică în regim *static*. Când în circuitul anodic al tuburilor există însă o rezistență de sarcină (și aceasta se întâmplă în totdeauna în practică), regimul lor de funcționare se numește *dinamic*.

9. Tetroda. Construcție și funcționare

Triodele prezintă două dezavantaje esențiale: au un factor de amplificare (μ) relativ mic și prezintă o capacitate prea mare între anod și grilă. Aceasta din urmă dăunează etajelor de amplificare *RF*, transformându-le, datorită cuplajului interior capacitive (care constituie o reacție parazitară), în adevărate oscilatoare cu autoexcitație care, evident, nu mai pot amplifica în condiții optime.

Dezavantajele triodei se remediază introducând în balonul tubului un al patrulea electrod, sub forma unei grile suplimentare, situată între anod și grila de comandă, numită *grilă-ecran* sau, simplu, *ecran*. Având patru electrozi, tubul acesta se numește *tetrodă*.

Principiul de funcționare a tetrodei se bazează pe faptul că grila-ecran, împreună cu grila de comandă ecranează catodul de cîmpul electric anodic, mărind astfel factorul de amplificare și micșorînd capacitatea parazită grilă-anod (*C_{ag}*).

Pentru a exemplifica cele expuse, să presupunem că la o triodă cu $\mu=20$ și $C_{ag}=10 \text{ pF}$ se introduce între grila de comandă și anod o grilă-ecran, care lasă să treacă printre spirele ei numai $1/50$ din liniile de forță ale cîmpului electric creat de anod. Numărul de liniî de forță anodice care ajung pînă la grila de comandă se va micșora de 50 de ori. Grila de comandă lăsînd să treacă numai $1/20$ din liniile de forță „scăpate” prin ecran pînă la catod vor ajunge $1/20$ din $1/50$, adică $1/1000$ din liniile de forță ale anodului. Ca urmare acțiunea anodului va fi slăbită de $1\,000$ de ori, factorul de amplificare al tubului devenind în acest caz egal cu $1\,000$. Rezultă deci că prin introducerea grilei-ecran s-a mărit, în exemplul prezentat, de 50 de ori factorul de amplificare, iar capacitatea grilă-anod a scăzut de același număr de ori, devenind egală cu numai $0,2 \text{ pF}$.

O particularitate a tetrodei o constituie faptul că anumite liniî de forță pot merge de la anod spre grila de comandă, nu prin grila-ecran, ci pe alte căi lăturalnice, din care cauză capacitatea *C_{ag}* nu scade suficient. De aceea, în afară de grila-ecran, la tetrode mai există și ecrane metalice care nu permit liniilor de forță anodice să ajungă pînă la grila de comandă. În figura 166 este reprezentată construcția unei tetrode, împreună cu reprezentarea grafică-simbolică sub care poate fi întîlnită în schemele de principiu ale montajelor radio.

10. Utilizarea tetrodelor în montajele radio

Ca și trioda, tetroda poate servi pentru amplificarea sau generarea curenților alternativi de audio sau radiofrecvență.

Conecțarea tetrodei într-un etaj de amplificare se deosebește însă de a triodei prin faptul că trebuie să legăm în circuit și grila-ecran.

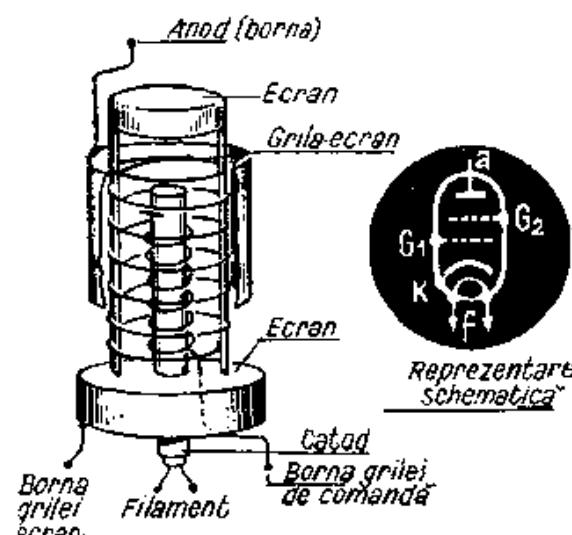


Fig. 166.

Pentru a nu influența defavorabil trecerea electronilor spre anod, grilei-ecran trebuie să î se aplique un potențial pozitiv U_{g2} care, de regulă, este cuprins între 20 și 50% din tensiunea anodică U_a .

Există trei metode pentru obținerea tensiunii necesare grilei-ecran.

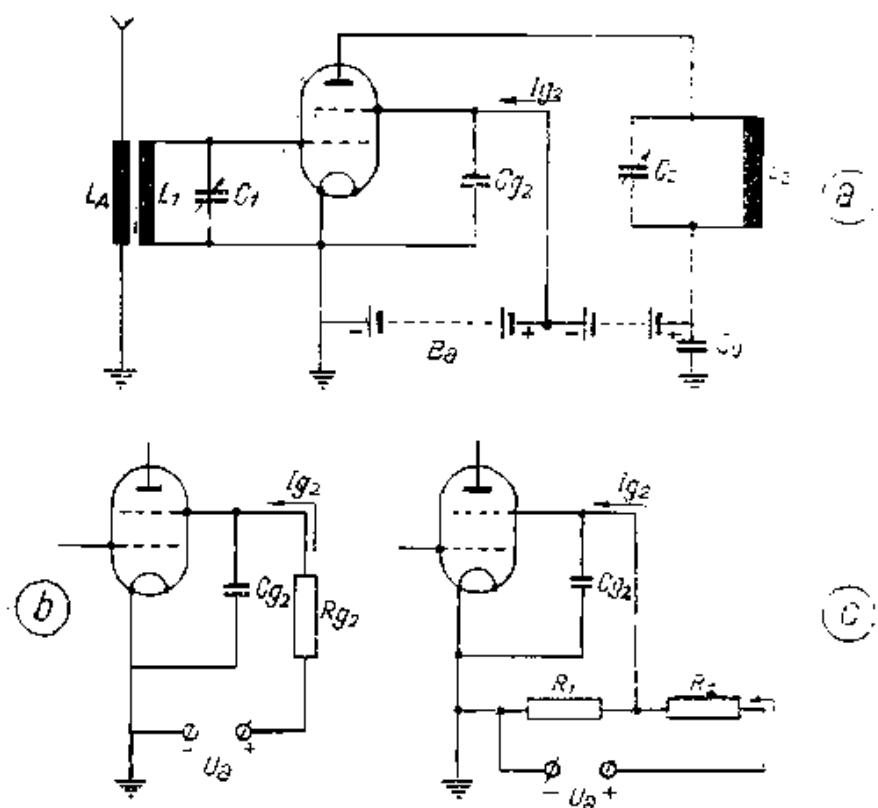


Fig. 167.

În montajele alimentate cu baterii anodice, cea mai simplă metodă ar fi să se ia tensiunea necesară de la o porțiune a bateriei anodice, ca în figura 167 a, în care se dă schema unui etaj amplificator RF echipat cu o tetrodă. Cum însă nu întotdeauna se poate conecta porțiunea necesară din bateria anodică, acest procedeu este rar întâlnit.

Cea mai răspândită metodă constă în aplicarea tensiunii U_{g2} printr-o rezistență reducătoare (de ecran) R_{g2} , ca în figura 167 b care are o valoare de ordinul zecilor sau sutelor de mii de ohmi.

În fine cea de a treia metodă (fig. 167 c) constă în utilizarea unui divizor de tensiune (potențiometru fix), metodă care este folosită cu precădere atunci când se urmărește obținerea unei tensiuni de ecran mai stabilă.

Pentru ca grila-ecran să înlăture în mod practic influența capacității parazite dintre anod și grila de comandă, trebuie să fie legată la minusul general printr-un condensator C_{g2} , de cîteva mii sau zeci de

mii de picosarzi, care să opună curentului de radiofrecvență o reacție foarte mică, fără a se urmări insă sursa anodică. Fără acest condensator curentul de radiofrecvență ar trece nestincherit către grila de comandă prin cele două capacități parazitare interioare ale tubului (capacitatea anod-écran = C_{ag} și capacitatea écran-grilă de comandă = $C_{g_2 g_1}$), dând naștere unor reacții parazite și, implicit, autooscilațiilor nedorite.

11. Caracteristicile și parametri tetrodei. Emisiunea secundară

Caracteristicile tetrodelor sunt mai puțin rectilinii decât ale triodelor, după cum puteți observa din figura 168, în care se dau caracteristicile de grilă ale unei tetrode pentru diverse tensiuni anodice și de écran. Din această cauză, precum și datorită faptului că aceste curbe caracteristice pleacă într-un fascicul divergent, parametri tetrodelor sunt și ei mai puțin constanți decât ai triodelor. Vorbind de acești parametri, trebuie să rețineți că panta (S) a tetrodelor se află între aceleiași

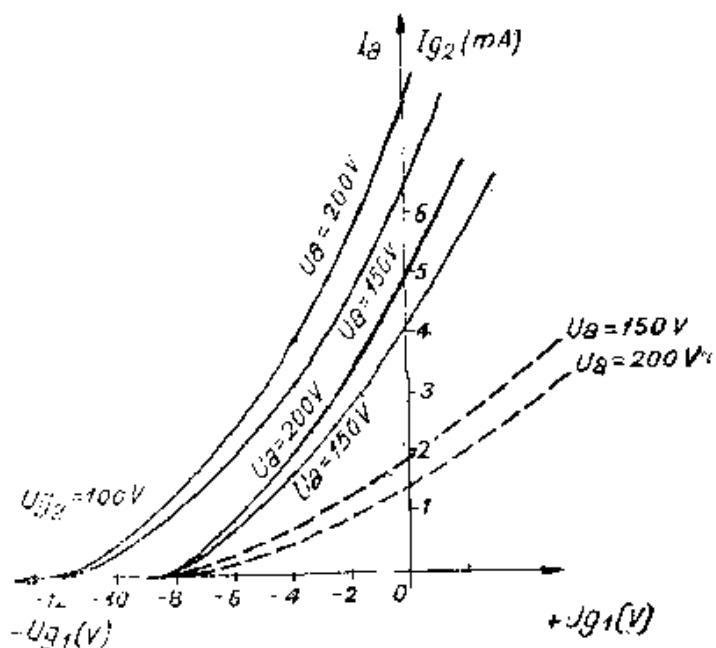


Fig. 168.

limite ca la triode ($1 \cdots 20 \text{ mA/V}$), însă factorul de amplificare (μ) este cu mult mai mare, atingând valori de cîteva zeci sau sute. Rezistența internă este, de asemenea, mai mare decât la triode, ridicîndu-se la zeci sau sute de mii de ohmi.

Neajunsul cel mai mare al tetrodelor constă în apariția aşa-numitei *emisiuni secundare*, care constă în stimularea de pe anod, datorită bombardamentului efectuat de către electronii săi de la catod, a unor *electroni secundari*. Acest fenomen se observă la toate tuburile electronice, cu excepția diodelor și triodelor, la care electronii secundari având viteze mici sunt recaptați de anodul polarizat pozitiv.

La tetrode, având în vedere că tensiunea anodică în timpul regimului de funcționare dinamică a tubului suferă variații de amplitudine mari, este posibil, în anumite momente, să devină mai mică decât tensiunea grilei-ecran, care rămâne, practic, neschimbată. În asemenea situație electronii secundari nu se întorc la anod, ci merg spre grila-ecran, dând naștere curentului electronic secundar, opus ca sens curențului anodic. Efectul acestui curent se numește *efect dinatron* și se traduce prin scăderea curentului anodic total, adică prin micșorarea amplificării.

De aceea, pentru a reduce la minimum efectul dinatron, tensiunea grilei-ecran trebuie să fie totdeauna cu mult mai mică decât tensiunea anodică. Tot în acest scop se construiesc tetrode speciale, numite *cu fascicul dirijat* reprezentate schematic în figura 169, în care printr-o construcție judicioasă a electrozilor și introducerea unor ecrane „de deflecție“ se obține un puternic efect „antidinatron“.

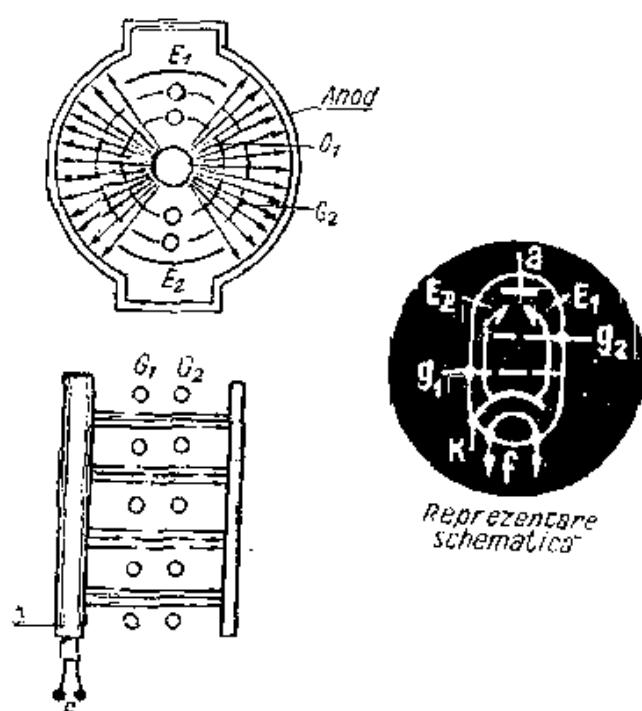


Fig. 169.

12. Pentoda. Construcție și funcționare

Pentru a se înălța curentul de emisie secundară dăunător, s-a mai introdus în tetrodă o a treia grilă, între anod și grila-ecran, care se numește *grilă supresoare*.

Un astfel de tub, compus din trei grile, un anod și un catod, adică din cinci electrozi, se numește pentodă (fig. 170). Grila supresoare se leagă, de obicei, la catod, având astfel un potențial nul față de acesta, pe cind, în raport cu anodul, ea are un potențial negativ. Datorită acestui

fapt, supresoarea respinge electronii secundari și-i împiedică să ajungă la grila-écran, chiar dacă tensiunea acesteia din urmă depășește tensiunea anodică.

Supresoarea executindu-se cu spire foarte rare, nu slăbește prea mult acțiunea anodului. În multe pentode legătura dintre supresoare și catod este făcută chiar în balonul tubului, fără a mai exista un picioruș special la culot. Dacă, totuși, acesta există, borna de pe soclu, corespunzătoare piciorușului, se leagă la catod (în montajele normale de amplificatoare și oscilatoare).

Pentodele se deosebesc de tetrode și prin parametrii lor. Astfel, ele au un factor de amplificare mai mare care, la anumite tipuri, atinge cîteva mii. Aceasta se explică prin faptul că grila supresoare reprezintă un obstacol în plus pentru linile de forță ale cîmpului electric anodic și, prin urmare, acțiunea acestuia este și mai slabă decît într-o tetrodă.

Datorită ecranării suplimentare produsă de grila supresoare, capacitatea parazită C_{ag_1} este, de asemenea, mai mică la pentode decît la tetrode.

Panta (S) a pentodelor este de aproximativ același ordin de mărime ca la triode și tetrode. Rezistența internă R_i este însă foarte mare ajungînd pînă la cîteva sute de mii sau chiar milioane de ohmi.

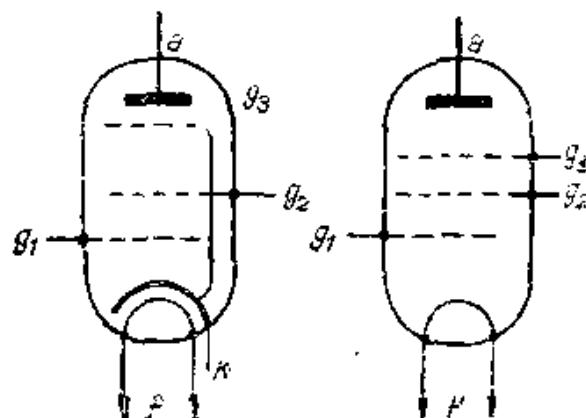


Fig. 170.

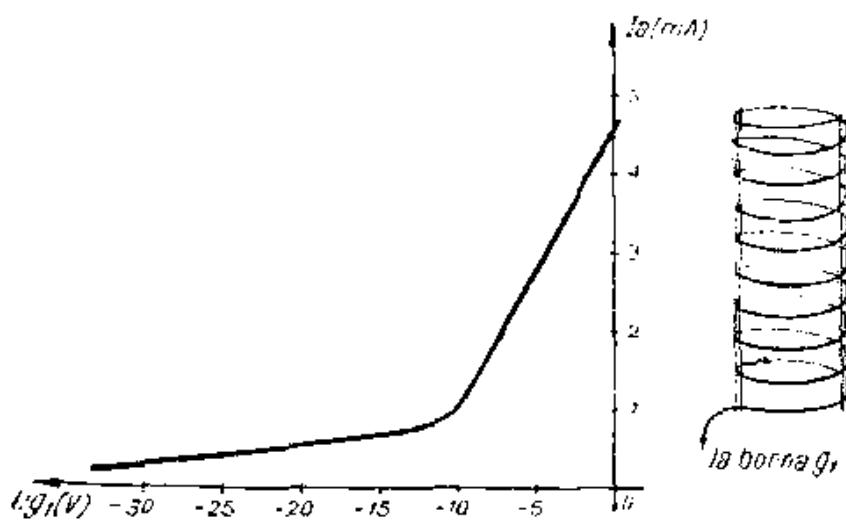


Fig. 171.

În ceea ce privește panta, trebuie să amintim că se fabrică pentode — și tetrode — cu *punctă fixă* și cu *punctă variabilă*. Acestea din urmă se execută pentru a fi utilizate în amplificatoare de radiofrecvență, în care un factor de amplificare mare este necesar numai pentru semnele loarte slabe; pentru cele puternice, cum ar fi ale stațiilor de radiodifuziune locale, această însușire devine dăunătoare, producind deformări ale amplificării numite distorsiuni. Deci, panta variabilă servește pentru a doza amplificarea de radiofrecvență în anumite limite convenabile lanțului de amplificare.

Panta variabilă se obține prin realizarea unor grile de comandă cu o dimensiune neuniformă a spirelor, ca în figura 171, în care se arată și caracteristica unui asemenea tub.

13. Tuburi complexe

În afara tuburilor studiate pînă în prezent, în tehnica radioului se utilizează pe scară largă și tuburi mai complexe: cu multe grile, combinate etc.

Există trei tipuri de tuburi multigrile complexe:

1. *Hexoda* — adică tubul cu șase electrozi (fig. 172 a), dintre care patru sunt grile și anume: prima și a treia — grile de comandă, a doua și a patra — grile ecran.

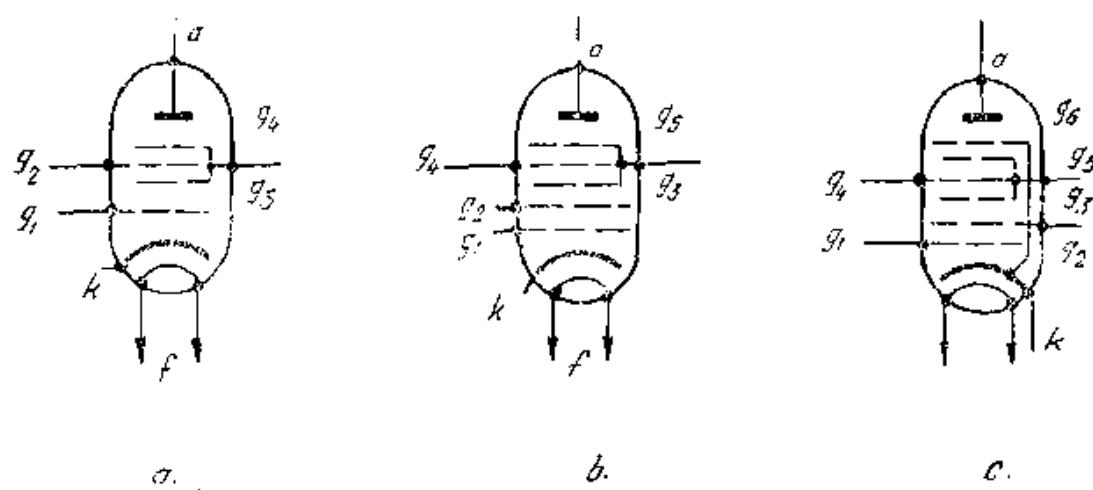


Fig. 172.

2. *Heptoda sau pentagridă* — adică tubul cu șapte electrozi, dintre care cinci sunt grile (fig. 172 b).

3. *Octoda* — sau tubul cu opt electrozi (fig. 172 c), din care șase sunt grile.

Tuburile combinate, la care în același balon sunt două sau trei tuburi cu electrozi separați, se fabrică din necesitatea mășorării și simplificării montajelor, care duce, automat, și la mășorarea prețului de cost.

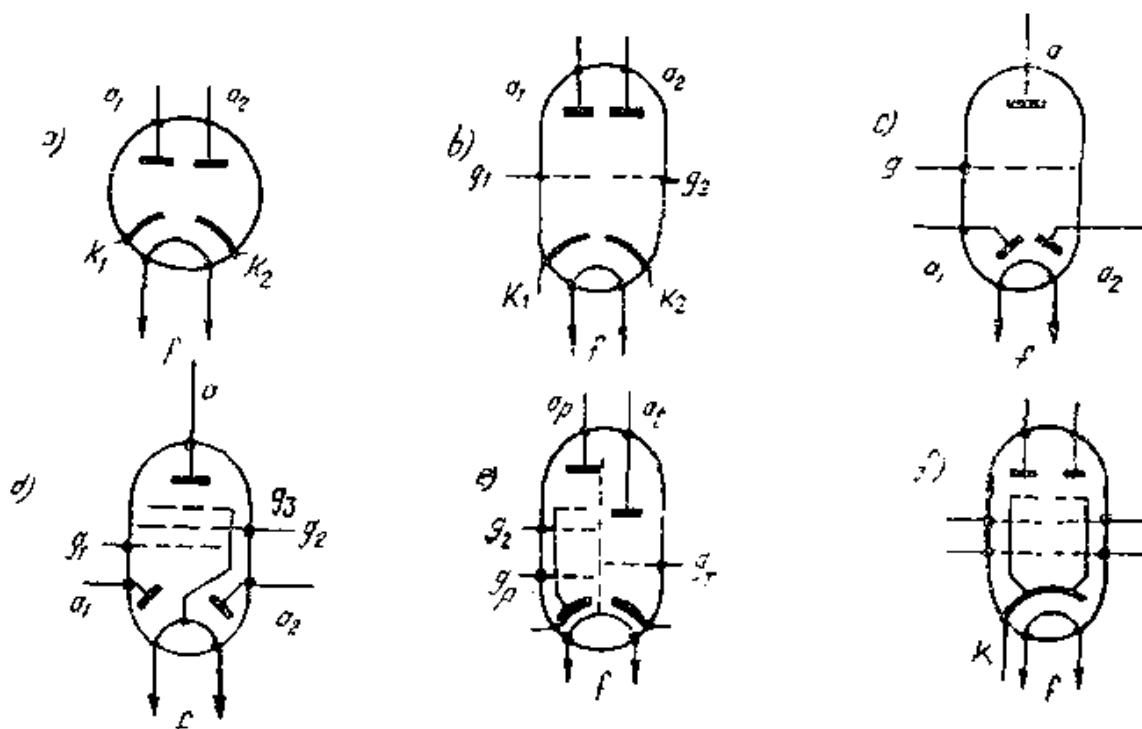


Fig. 173.

Cele mai răspândite tuburi combinate sunt : *Dubla diodă* (fig. 173 a), *dubla triodă* (fig. 173 b), *dubla diodă-triodă* (fig. 173 c), *pentoda cu una sau două diode* (fig. 173 d), *trioda-hexodă* (fig. 173 e), *dubla pentodă* (fig. 173 f) etc.

14. Tubul cu neon

În afară de tuburile electronice, a căror funcționare se bazează pe trecerea unui flux de electroni prin vid, în radiotehnică se utilizează și așa-numitele *tuburi ionice*, ai căror electrozi se află într-un balon de sticlă umplut cu gaz special, la presiune scăzută. Dintre tuburile ionice, cu descărăcări luminiscente, cel mai folosit în montajele radio este *tubul cu neon*.

Reprezentarea schematică a tubului cu neon obișnuit este dată în figura 174 a. După cum se observă, el este alcătuit din doi electrozi metalici, închiși într-un balon de sticlă, umplut cu neon.

Uneori, pe lîngă cei doi electrozi, în balot se mai află și un al treilea, denumit *electrod de aprindere* (fig. 174 b).

Tubul cu neon nu are catodul încalzit.

Dacă tensiunea de la bornele tubului nu depășește o anumită valoare, denumită *tensiune de aprindere*, care diferă de la un tip de tub la altul, prin tub nu trece nici un fel de curent și el nu se iluminează. Cînd tensiunea ajunge însă la valoarea de aprindere, neonul începe să se ionizeze și prin tub începe să treacă un curent a cărui scurgere este însorită de o luminiscentă roșiatică-portocalie, care crește în intensitate o dată cu tensiunea.

Dacă tensiunea de la bornele tubului scade sub o anumită limită, denumită *tensiune de stingere*, care e ceva mai mică decît tensiunea de aprindere, luminiscenta dispare și trecerea curentului încetează.

Pentru a se evita deteriorarea lor, tuburile cu neon se inseriază întotdeauna cu o rezistență care limitează curentul.

Tuburile cu neon se utilizează în practică pentru punerea în evidență a tensiunilor și, în special, a celor de radiofreqvență, precum și pentru stabilizarea tensiunilor de alimentare anodică a montajelor radio, în care caz ele se mai numesc și *tuburi stabilizatoare* sau *stabilovolt*.

Pentru obținerea tensiunilor stabilizate de diferite valori, se construiesc și tuburi stabilizatoare complexe, *divizoare de tensiune* (fig. 175).

Pentru un stabilovolt simplu, montat ca în schema din figura 176, calculul principalelor mărimi este următorul :

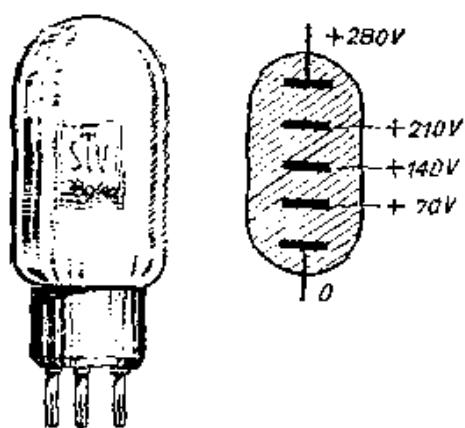


Fig. 175.

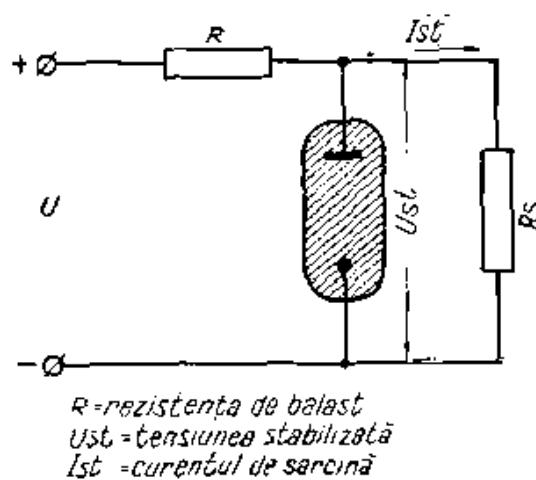


Fig. 176.

$$\text{Rezistența de balast (în ohmi): } R = \frac{1\,000(U - U_{st})}{I_s : (10, \dots, 20)}$$

$$\text{Puterea dissipată de rezistență (în wați): } P_R = \frac{(U - U_{st})^2}{R}$$

în care:

U = tensiunea redresată, în volți;

U_{st} = tensiunea stabilizată, în volți;

I_s = curentul de sarcină, în miliamperi.

15. Catalogul de tuburi electronice

Acum 40 de ani, cînd radioreceptoarele erau aproape în exclusivitate cu triode, fabricile obișnuiau să scrie pe tuburile electronice toate datele necesare. De atunci însă radiotehnica a făcut progrese și au apărut neîncetat tuburi cu mai mulți electrozi și tot felul de tuburi speciale pentru cele mai variate întrebunțări. Diversitatea și multitudinea lor a impus crearea unui sistem ordonat de clasare, care cu timpul și-a găsit rezolvarea prin adaptarea unor *indicative*, constind dintr-o combinație anumită de litere și cifre. Aceste indicative, care se scriu direct pe tuburi, au un dublu rol: arată imediat principalele date ale tubului (numărul de electrozi, tensiunea de încălzire, eventual modelul) și permit catalogarea rațională a tuburilor.

Catalogagele de tuburi sunt cărți în care găsim datele fiecărui tub. În acestea se trec, la început, indicativul tubului, cu litere groase, spre a putea fi ușor reperat din mulțimea celorlalte indicative. Urmează apoi cîteva rubrici indicînd principali parametri ai tubului: felul încălzirii și tensiunea necesară, tensiunea anodică, curentul anodic, curentii și tensiunile pentru celelalte grile, precum și puterea dată și consumata de tub.

În catalogagele complete mai sunt trecute și alte date ca, de exemplu: capacitatea dintre electrozi, funcționarea în unde ultrashcurte, precum și curbele caracteristice ale tubului, foarte importante pentru proiectanți.

În alcătuirea unui catalog intervine de multe ori și imaginația autorului, aşa că nu putem arăta aici cum se caută un tub în catalog, acest lucru indicîndu-se la începutul fiecărei lucrări de acest fel.

Nu numai indicativele tuburilor, dar și legăturile sochurilor au fost aranjate după anumite reguli.

În continuare ne vom ocupa de problema legăturilor de soclu și a indicativelor principalelor tipuri de tuburi.

Electroziile tuburilor sunt legați în montaj cu ajutorul unui sistem de contacte, numit soclu. Tubul conține și el un sistem identic, cu piciorușe care intră în soclu, numit — după cum am arătat — culot.

Regulile care domină aceste două probleme diferă în general de la țară la țară, și de cele mai multe ori sunt cristalizate în standarde. În cele ce urmează îne vom opri la principalele standarde în vigoare în Europa și America.

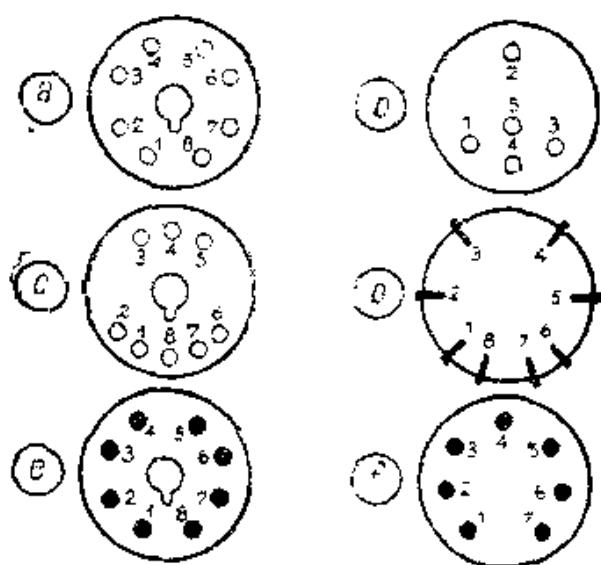


Fig. 177.

dul. La aceste tuburi, capisonul de sus este grila de comandă (grila nr.1).

Tuburile europene vechi au un soclu format din 5 piciorușe așezate în eruce, ca în figura 177 b. La acestea, de obicei, contactele 1 și 3 sunt legăturile filamentului, 4 este adesea grila întâi, 2 este grătarul ecran sau anodul, iar 5 — catodul. Cind au sus capison, acesta este anodul. La tuburile de baterie piciorușul 5 lipsește sau la el este legat ecranul, iar la 2 — anodul. Tuburile europene mai noi au socluri ce se văd în figura 177 c. Aici vedem socul tip *seria 11*. La acesta 7 și 8 sunt contactele filamentului, 5 este catodul și metalizarea, 4 — grila de comandă, 3 — grătarul ecran, 2 și uneori 6 — anodul, iar 1 și 2 — diodele (în cazul tubului compus).

Socul din figura 177 d este numit socul cu *kontakte laterale*. Aici legăturile cele mai întrebuite sunt: 1 — metalizarea, 2 — anodul, 3 — grătarul ecran, 4 și 5 — diodele sau supresorul. Uneori 4 este grătarul de comandă (la cele care au copișon, grătarul de comandă se leagă chiar la el, sus, pe balonul de sticlă).

În figura 177 e se vede socul octal din *seria 21*. La acesta 1 și 8 sunt capetele filamentului, 2 — anodul, 3 — grila-ecran, 4 — grila supresoare, 5 — liber sau dioda, 6 — grila de comandă, 7 — catod și metalizare.

Socul din figura 177 f este un soclu de tip recent, fa care însă nu se poate seama de o regulă fixă. Pentru tuburile de curenț alternativ, de exemplu pentru perioada 12BA6, legăturile sunt următoarele : 1 — grilă de comandă, 2 — grilă supresoare, 3 — filament, 4 — filament, 5 — anodul, 6 — grilă-ecran, 7 — catodul. Același soclu pentru tuburile cu alimentarea din baterii, de exemplu : 1T4 — pentodă — are legăturile : 1 și 5 — filament și supresor, 2 — anod, 3 — grilă-ecran, 4 — liber, 6 — grilă de comandă și 7 — filament.

În concluzie, la soclul din figura 177 f regula nu este riguroasă, deoarece aceste tuburi au în mare parte destinații speciale.

Cele prezentate pînă acum se aplică întru totul la triode, pentode de radiofrecvență, de audiofrecvență și tuburi finale. Pentru tuburile schimbătoare de frecvență (octode, heptode și triode-hexode) legăturile au cîteva excepții.

După ce ne-am familiarizat puțin cu legăturile la soclul tuburilor, să trecem la sistemele de notație.

Trebui să ștîji că veți întîlni tuburi sovietice notate după două sisteme : unul vechi și unul nou. Sistemul vechi de notație se compune din două litere și un număr. Prima literă arată funcția tubului. Literele întrebunțiate sunt :

- П — tub de recepție;
- Г — oscilator sau amplificator de putere în radiofrecvență;
- Ж — oscilator de mică putere;
- Б — oscilator (amplificator de putere);
- М — modulator;
- В — redresor;
- Ү — amplificator;
- Т — radioficcare;
- С — special.

Litera a doua indică tipul catodului utilizat :

- Т — catod thoriat;
- О — catod cu oxizi;
- К — catod cu carburi;
- Б — catod cu bariu.

Numărul ce urmează indică seria de fabricație. Ca exemplificare putem alege un tub care se folosește des : BO — 188 și care este redresor cu catod de oxizi.

Sistemul nou sovietic este conform normelor GOST 546/50. Primul element al codului poate fi un număr care arată, la tuburile de recepție, tensiunea de încălzire.

La aceste tuburi, după cifră, urmează o literă cu următoarea semnificație :

А	— diodă ;
Х	— dublă diodă ;
С	— triodă ;
Н	— dublă triodă ;
Э	— tetrodă ;
П	— tetrodă cu fascicul ;
Ж	— pentodă cu pantă fixă ;
К	— pentodă cu pantă variabilă ;
А, Л	— schimbător de frecvență ;
Г	— diodă-triodă ;
Б	— diodă-pentodă ;
Ф	— triodă-pentodă ;
Е	— indicator de acord (ochi magic) ;
Ш	— redresoare.

Cel de al treilea element este o cifră și indică seria de fabricație.

Cel de al patrulea element (când acesta există) arată diverse caracteristici de construcție :

С	— tub de sticlă normal ;
Ж	— tub „ghindă” ;
Б	— tub cu diametrul de 10 mm ;
А	— tub cu diametrul de 6 mm ;
Р	— tub cu diametrul de 4 mm ;
П	— tub miniatură ;
Д	— tub far.

De exemplu 6ППП este o pentodă finală (tetrodă) de tip miniatură, cu 6,3 volți la încălzire.

Tuburile metalice nu au decât trei elemente. De exemplu, tubul 6K7 este o pentodă metalică cu 6,3 V la încălzire.

Notarea tuburilor de recepție, de fabricație americană, este asemănătoare cu cea a tuburilor de recepție sovietice, adică indicativul tubului este format dintr-o cifră, cu o literă și încă o cifră. Prima arată tensiunea de încălzire a filamentului rotutijită. Litera ce urmează indică aproximativ felul tubului. Cel mai adesea (când ultima cifră este mai mică de 7) semnificația este :

A	— tub amplificator sau de amestec ;
B	— dublă diodă ;
С	— triodă sau pentodă amplificatoare de tensiune ;
D	— pentodă cu pantă variabilă ;
E	— indicator de acord ;
F	— triodă-pentodă ;
G	— indicator de acord ;
H	— dublă diodă ;
J	— pentodă cu pantă fixă ;

- K – pentodă cu pantă variabilă;
- L – pentodă finală sau tetrodă cu fascicul;
- M – pentodă cu pantă variabilă;
- N – dublă triodă;
- Q – dublă diodă-triodă;
- R – dublă diodă-triodă;
- T – triodă;
- U – indicator de acord;
- V – tetrodă cu fascicul;
- W – pentodă;
- X, Y, Z – redresoare.

În general, însă, fabricanții americanii nu respectă riguros acest cod. O parte din țările europene (R. P. Ungară, R. S. Cehoslovacă, Olanda, R. D. Germană etc.) folosesc un sistem format din două litere și un număr. Prima literă arată felul încălzirii filamentului, cu semnificațiile de mai jos :

- A – 4 V încălzire;
- B – 180 mA consum filament;
- C – 200 mA consum filament;
- D – 1,2–1,5 V baterie;
- E – 6,3 V;
- F – 13 V;
- H – 150 mA;
- K – 2 V baterie;
- N – 195 mA;
- P – 300 mA;
- O – 100 mA;
- V – 50 mA.

Litera a doua indică numărul de electrozi ai tubului :

- A – diodă;
- B – dublă diodă;
- C – triodă;
- D – triodă finală;
- E – tetrodă;
- F – pentodă;
- H – hexodă sau heptodă;
- L – pentodă finală;
- M – indicator de acord;
- Q – nojodă;
- X – redresoare cu gaz;
- Y – redresoare;
- Z – redresoare duble.

Numărul ce urmează indică seria de fabricație și, totodată, tipul de soclu utilizat.

De exemplu AC2 este un tub triodă cu 4 V tensiune de încălzire, cu contacte laterale.

Cele prezentate pînă acum se referă numai la legăturile principale la sochuri, precum și la sistemele de notație cele mai uzuale. În practică, însă, veți întîlni numeroase tuburi care se abat de la aceste reguli. De aceea, va trebui să consultați neapărat un catalog.

TRANZISTOARELE

1. Introducere

Tranzistorul este un dispozitiv a cărui funcționare se bazează pe fenomenele fizice care se produc la suprafețele se contact dintre anumite corpuri semiconductoare. El servește pentru producerea, amplificarea, comutarea și redresarea oscilațiilor și impulsurilor electrice.

Ca ordin de mărime, un tranzistor ocupă o mică parte din volumul, are o sută parte din greutatea și consumă o zecea parte din puterea unui tub electronic de recepție obișnuit.

Chiar în etapa actuală a dezvoltării lor, tranzistoarele pot îndeplini cele mai multe din funcțiile tuburilor electronice, olerind chiar, în unele domenii, posibilități care le depășesc pe ale acestora.

Utilizarea tranzistoarelor nu schimbă principiile care stau la baza aparatelor electronice realizată cu tuburi. Totuși, tranzistoarele au o serie de proprietăți diferite de cele ale tuburilor electronice ; de aceea aspectul circuitelor cu tranzistoare este esențial diferit de cel al circuitelor corespunzătoare, echipate cu tuburi.

2. Prinzipiul de funcționare a diodelor

După cum știm, curentul electric se datoră deplasării electronilor dintr-un loc înaltul. Prin plecarea sa, fiecare electron lasă vacant un „gol”, în care poate să intre mai tîrziu alt electron, sosit de la atomii învecinați ai corpului în care are loc fenomenul.

Am mai văzut că prin încălzire peste o anumită limită, toate corpurile pot emite electroni. Pentru fiecare temperatură există o proporție anumită de perechi „electroni - goluri”, care se generează termic. În cazul corpuri semiconductoare numărul de electroni liberi și de „goluri” crește o dată cu temperatura și, ca o consecință, crește și conductivitatea corpului, spre deosebire de conductoare, la care conductivitatea electrică se aduce cu temperatura.

Un semiconductor tipic este germaniul, care constituie elementul de bază pentru execuția tranzistoarelor.

Cristalul de germaniu pur este un izolant (un dielectric). Dacă însă în el se introduc anumite impurități (fosfor, arsen, stibiu) el devine conductibil. Aceste impurități se numesc *donori*, întrucât donează electroni semiconducțorului, iar conductivitatea electronică ce ia naștere se numește de tipul *n* (prin deplasarea de sarcini negative).

Conductivitatea poate fi obținută însă și prin crearea artificială de „goluri”, care să fie mereu disponibile pentru a accepta un electron. În acest caz în rețeaua cristalină se introduc alte impurități (bor, aluminiu, galu sau indiu) care, dând naștere golurilor din rețeaua cristalină, captează electroni. Aceste impurități se numesc *acceptori*, iar conductivitatea care apare se numește „de goluri” sau de tip *p*, fiindcă deplasarea golurilor în semiconducțor poate fi echivalentă cu deplasarea unor sarcini pozitive.

Să vedem acum ce se întâmplă într-un cristal de germaniu, cînd nu se aplică acestuia o tensiune exterioară (fig. 178). Electronii liberi, conceptați în regiunea *n* (din stînga) și golurile concentrate în regiunea (din dreapta) tind ca prin „difuziune termică” să-și uniformizeze distribuția în cele două jumătăți ale cristalului. Prin urmare, electronii tind să difuzeze prin planul de separație, reprezentat punctat, prin *joncțiune* — spre dreapta, iar golurile — spre stînga. Din această cauză, după foarte puțin timp — jumătatea din stînga a cristalului se încarcă pozitiv, iar cea din dreapta — negativ.

Cu alte cuvinte, între cele două jumătăți ale cristalului apare o diferență de potențial electrostatică de contact, care tende să se opună continuării diluziunii și în cele din urmă curentul prin joncțiune încețează. Starea de echilibru ce rezultă este prezentată în figura 178 *a*, unde electronii liberi și golurile sunt notate, respectiv, cu minus (—) și plus (+).

Cînd jonecțiuni i se aplică o tensiune exterioară și anume cînd regiunea *p* este pozitivată față de regiunea *n*, difuziunea electronilor și golurilor prin joncțiune este favorizată, golurile și electronii sunt unii spre alții, recombinîndu-se.

Acest sens de conducție se numește *direct* (fig. 178 *b*) și în acest caz joncțiunea *p-n* prezintă o rezistență mică (de ordinul ohmilor).

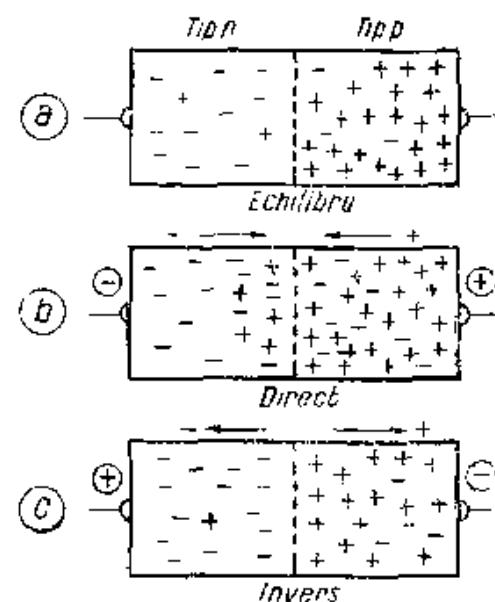


Fig. 178.

Dacă regiunea p este negativă față de regiunea n , golurile și electronii sunt îndepărtați unii de alții, în regiunea joncțiunii rămânând un strat lipsit de particule purtătoare de sarcină, echivalent unei bariere izolante (fig. 178 c). Acesta este sensul *invers*, pentru care prin joncțiune poate trece numai un curent foarte mic. Pentru această joncțiunea $p-n$ prezintă o rezistență mare, de ordinul zecilor sau sutelor de kilohmi.

Prin urmare, o joncțiune $p-n$ are proprietățile unei diode și, ca atare poate fi utilizată ca element redresor (detector).

3. Principiul de funcționare a tranzistoarelor

Tranzistorul cu joncțiuni este o combinație de două joncțiuni $p-n$ așezate spate în spate, aşa cum se vede în figura 179 (pentru un tranzistor $p-n-p$).

Regiunea p din stînga se numește *emiter*, regiunea n (centrală) *bază* și regiunea p , din dreapta, *colector*.

Dacă colectorul este negativat față de bază, adică tensiunea îi este aplicată în sensul invers conducerii, prin joncțiunea colector-bază va trece un curent foarte mic — de ordinul microamperilor sau fracțiunilor de microamperi — atât timp cât emiterul nu este pozitivat față de bază.

Cind emiterului i se aplică o mică tensiune (zecimi de volt) pozitivă față de bază (adică în sens direct, prin joncțiunea emiter-bază), din emiter vor fi trimise — injectoare — în bază, goluri.

Golurile injectate de emiter (echivalente unor sarcini pozitive) difuzează prin bază — a cărei grosime este de ordinul micronilor — și sunt atrase de colectorul negativat, mărind curentul acestuia. În tranzistorul cu joncțiuni, dacă baza este suficient de subțire, aproape întregul curent de emitere trece spre colector, iar în cazul tranzistorului cu *contacte punctiforme* se produce chiar o amplificare de 2...3 ori a curentului de la emiter la colector. Prin urmare, curentul din circuitul colectorului, căruia i se aplică o tensiune de ordinul zecilor de volți (datorită sensului invers conducerii), este determinat de curentul emiterului,

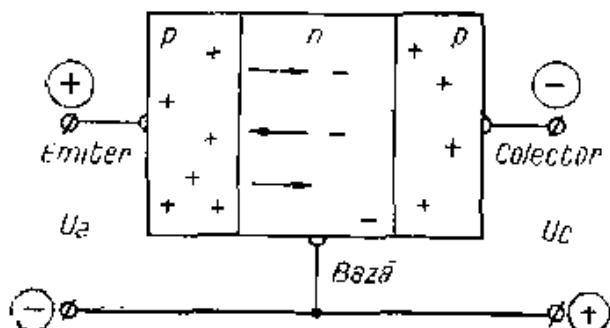


Fig. 179.

lui, care poate fi obținut la o tensiune aplicată de ordinul zecimilor de volți. În acest mod se realizează o amplificare de putere de la circuitul emiterului la cel al colectorului, asemănătoare ca rezultat fenomenului de amplificare ce are loc într-o triodă normală.

Analogia tranzistor-tub electronic poate fi împinsă însă și mai departe. Astfel, în tubul electronic electronii se deplasează în interiorul unui balon vidat; la tranzistor, în interiorul unei plăcuțe de cristal.

Catodul tubului electronic, care emite electroni, își găsește corespondent în *emiter*, care este furnizorul de purtători de sarcină. Într-un tub electronic, curentul catod-anod este controlat de *grila de comandă* prin potențialul pe care-l are față de catod. Electrodul *bază* al tranzistorului controlează și el — prin potențialul său față de emiter — cantitatea de purtători de sarcină (curentul) care trece de la emiter spre colector.

În sfîrșit, *anodul* tubului, căruia îi se aplică o tensiune pozitivă spre capă electronii ce străbat grila, echivalează cu *colectorul* tranzistorului, care este alimentat cu o tensiune de cîțiva volți, pentru a capă și electronii care au trecut prin bază.

4. Construcția tranzistoarelor

Tranzistoarele tip *p-n-p* se fabrică difuzind prin topire, la o anumită temperatură, o picătură de indiu sau galiu pe ambele fețe ale unei plăcuțe de germaniu de cca. 2 mm, cu o grosime de 0,1...0,2 mm.

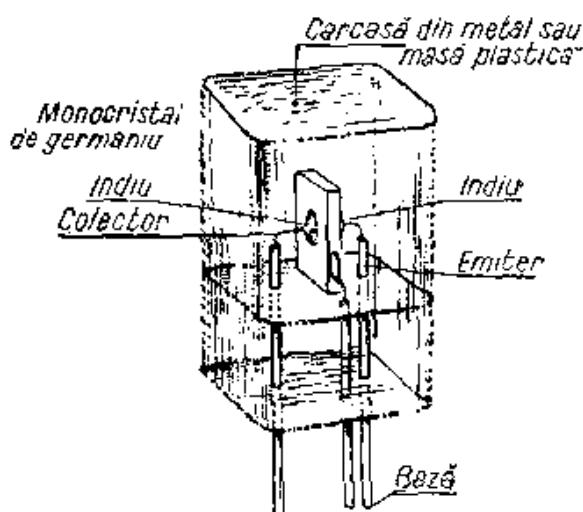


Fig. 180.

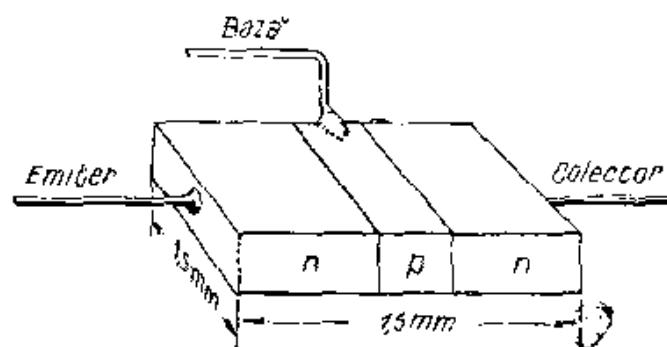


Fig. 181.

Construcția unui tranzistor *p-n-p* cu jonețuni obținute prin difuzie este arătată în figura 180.

În afară de forma *p-n-p*, tranzistoarele se mai pot fabrica și sub forma *n-p-n*, introducind în masa topită a cristalului de germaniu o bucatică de galiu sau indiu, și apoi, în ordinea procesului de fabricație,

o sărindă de arsenic. Bară de cristal rezultată se tăie în plăcuțe de cca $1,5 \times 1,5$ mm (fig. 181).

În treențul apropiat s-au mai fabricat, înaintea tranzistoarelor cu joncțiuni, tranzistoare cu *contacte punctiforme* (fig. 182) care, în prezent nu se mai utilizează practic — de loc.

În figura 183 este arătată reprezentarea schematică a unui tranzistor.

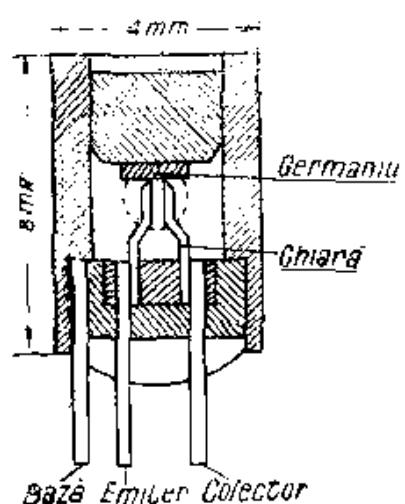


Fig. 182.

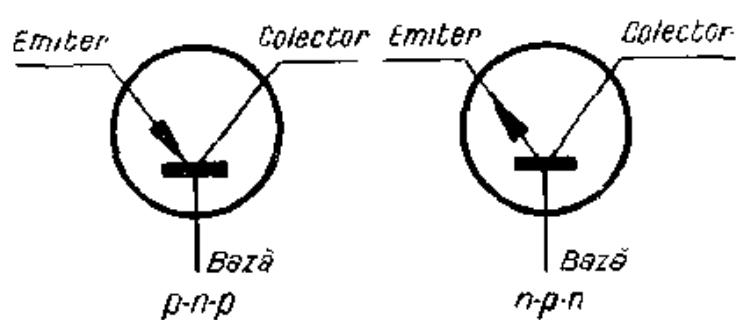


Fig. 183.

Capitolul IV

ALIMENTAREA APARATULUI RADIO

1. Surse de alimentare. Generalități

În prezent, cea mai comodă din punct de vedere tehnic și cea mai avantajoasă sub aspect economic este alimentarea aparatului radio de la rețeaua de curent alternativ.

Folosirea rețelei electrice în radio nu este însă posibilă în toate cazurile. De exemplu, rețeaua electrică nu poate fi utilizată pentru alimentarea diverselor stații de radio mobile, instalate pe autovehicule, avioane etc., în timpul deplasării acestora. De aceea, într-o serie de cazuri, suntem nevoiți să folosim, în scopul de mai sus, surse de curent independente ca: baterii galvanice, generatoare de curent alternativ sau continuu, cuplate cu motoare de combustie internă etc.

În acest capitol sunt examinate mai amănunțit problemele alimentării instalațiilor de radiorecepție și emisie.

2. Redresoare

Se numește, după cum știm, redresor dispozitivul capabil să transforme curentul alternativ în curent continuu. Transformarea se face de obicei în două etape. Mai întâi, cu ajutorul unui element de redresare special, curentul alternativ este transformat în curent cu un singur sens, care însă variază considerabil ca mărime sau are chiar un caracter de impulsuri (fig. 184 a).

Apoi, cu ajutorul unui filtru oarecare, curentul redresat se uniformizează (se netezescă) și oscilațiile sale la ieșirea instalației de redresare (sau, cum se spune de obicei, pulsațile) devin neînsemnate (fig. 184 b),

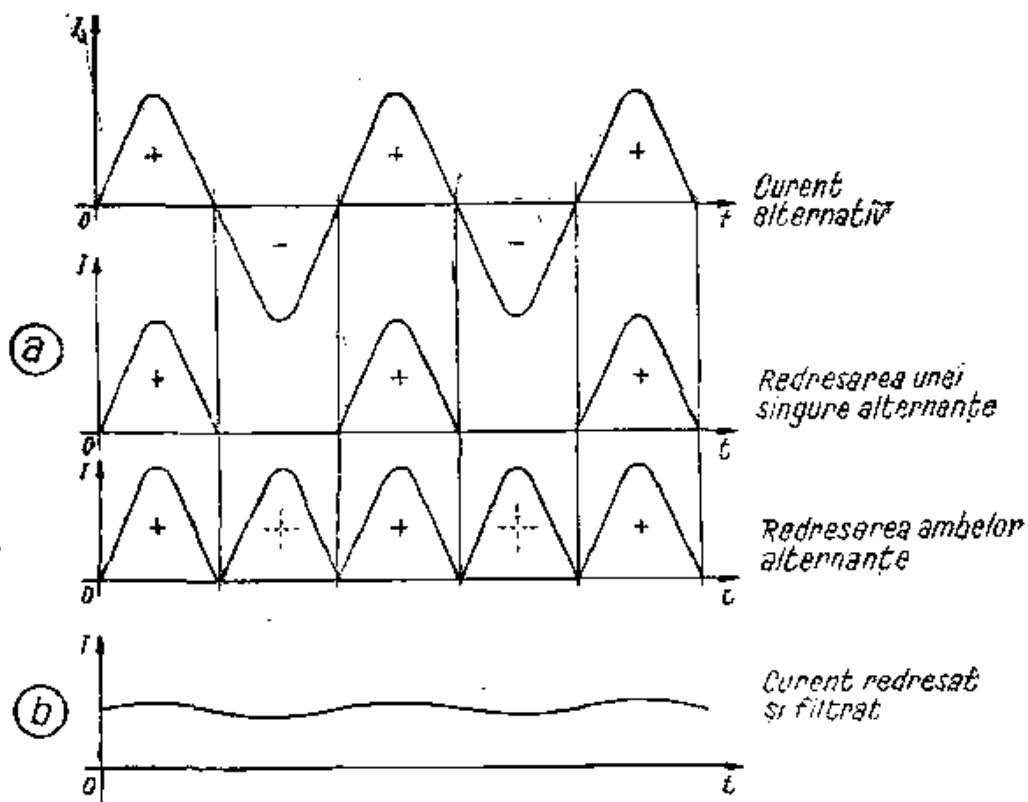


Fig. 184.

Cel mai simplu filtru de uniformizare poate fi constituit dintr-un condensator cu capacitate mare ($4\dots 10 \mu F$), conectat în paralel cu ieșirea redresorului. În intervalul de timp cînd curentul redresat crește condensatorul se încarcă, iar apoi, cînd curentul care trece prin elementul de redresare se micșorează sau se întrerupe, condensatorul se descarcă și alimentează sarcina cu energia acumulată în el. Însă acest filtru simplu nu asigură uniformizarea completă a pulsației și de aceea la ieșirea instalației de recepție sau de amplificare se aude un zgomot puternic (tonul curentului alternativ). Din această cauză, în redresoarele care alimentează instalații de recepție și de amplificare se instalează de obicei un filtru mai complicaț, care conține atît condensatoare, cît și bobine de soc de audiofreqvență. Schema unui filtru de uniformizare (cel mai frecvent utilizat) este arătată în figura 185.

Pentru a obține la ieșirea redresorului o tensiune care să depășească tensiunea rețelei electrice de alimentare, în redresor se introduce un transformator ridicător de tensiune, denumit de obicei *transformator de rețea*, al cărui calcul simplificat și mod de realizare s-au dat în capitolul referitor la curentul alternativ.

Deseori, pentru a mări tensiunea redresată se folosesc scheme de redresoare cu multiplicare de tensiune, în care ridicarea tensiunii se face în cadrul procesului de redresare, fără ajutorul transformatoarelor de rețea.

Alegerea unei scheme a redresorului se determină, în principiu, după puterea instalației de alimentat, funcție de particularitățile constructive ale acesta și de considerente economice.

3. Dispozitive de redresare

În redresoarele destinate alimentării instalațiilor de recepție și amplificare sunt folosite mai ales tuburile cu doi electrozi, denumite și *kenotroane*. Pe lîngă kenotroane mai sunt întrebuințate dispozitive de redresare cu seleniu sau cu cuproxid, precum și diode semiconductoare. În prezent, însă, coloanele cu cuproxid se utilizează din ce în ce mai rar, tinzind să dispară complet într-un viitor apropiat.

Afît kenotroanele, cît și restul dispozitivelor de redresare sunt caracterizate prin parametri lor, care trebuie cunoscuți la calcularea schemei de redresare. Acești parametri sunt: tensiunea și curentul de încălzire (pentru kenotroane), amplitudinea maximă admisă a tensiunii inverse, impulsul maxim admis al curentului redresat și rezistența interioară.

Depășirea tensiunii inverse admise provoacă străpungerea între anodul și catodul kenotronului sau a redresorului cu seleniu, cuproxid ori cu diode semiconductoare și, ca atare, scoaterea lor din funcție. Mărimea tensiunii inverse este funcție de schema redresorului.

În redresoarele care lucrează cu sarcină capacativă (filtru de uniformizare începe cu un condensator) impulsul de curent, care trece prin dispozitivul de redresare, depășește considerabil valoarea curentului redresat. De aceea, la calcularea redresorului trebuie să se verifice totdeauna dacă nu cumva impulsul de curent depășește valoarea admisă pentru dispozitivul respectiv.

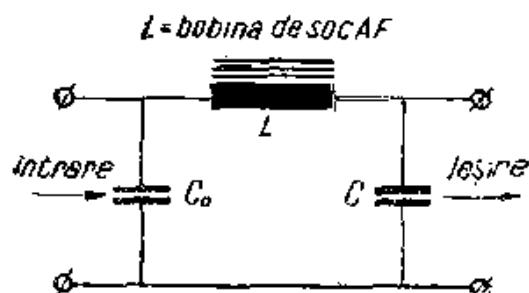


Fig. 185.

Rezistența interioară a elementului de redresare se ia în considerație la determinarea mărimiții tensiunii alternative de alimentare, necesară pentru obținerea tensiunii redresate utilă.

4. Scheme pentru redresarea unei singure alternanțe.

Cele mai simple redresoare sunt după cum am arătat, cele destinate redresării unei singure alternanțe. Ele sunt folosite de obicei pentru alimentarea receptoarelor de mică putere și a altor instalații care consumă un curent de cel mult 40...50 mA și în care se admite o pulsăție puțin mai ridicată a curentului alternativ.

În figura 186 a este reprezentată schema unui redresor simplu, fără transformator, în care drept dispozitiv de redresare este utilizat kenotronul 30ЦІС cu tensiune de încălzire ridicată. Circuitele de încălzire ale celorlalte tuburi din instalația alimentată de redresor se conectează de obicei în serie cu circuitul de încălzire al kenotronului și, prin rezistența de reducere R_1 , a cărei mărime depinde de numărul de tuburi alimentate, se conectează la rețea.

În figura 186 b este dată schema unui redresor în care, pentru ridicarea tensiuni de rețea, precum și pentru alimentarea circuitelor de încălzire ale tuburilor, este folosit un transformator de rețea.

În figura 186 c este arătată schema unui redresor cu autotransformator. Trebuie să avem în vedere că la instalațiile alimentate de la redresoare fără transformator sau de la redresoare cu autotransformator, priza de pămînt poate fi conectată numai printr-un condensator de decuplaj având o capacitate de 5 000...10 000 pF.

Calculul autotransformatoarelor este, practic, identic cu al transformatoarelor de rețea care, sub o formă simplificată, a fost prezentat în capitolul „Curentul alternativ”, subcapitolul 3.

În fiecare din aceste scheme kenotronul poate fi înlocuit cu o coloană de seleniu sau cu diode semiconductoare. Schema unui asemenea redresor, cu transformator de rețea, este reprezentată în figura 186 d.

La utilizarea diodelor semiconductoare, care având, în general, tensiuni de lucru relativ mici, necesită înscrierea mai multor bucăți de același tip, trebuie să se șunteze — obligatoriu — fiecare din ele cu o rezistență (R_s , în fig. 186 e) a cărei valoare trebuie calculată în aşa fel, încât curentul ce o străbate să fie de câteva ori mai mare decât curentul invers al diodei respective. Puterea disipată de rezistențele R_s nu depășește de regulă 0,25...0,5 W.

Dă asemenea, la executarea montajelor în care se folosesc diode (care, de obicei, sunt de tipul „cu joncțiune”) este necesar să se știe că parametri acestora depind de temperatura ambiantă. Astfel, diodele cu germaniu pot funcționa numai pînă la temperaturi de 70°C, iar cele cu sil-

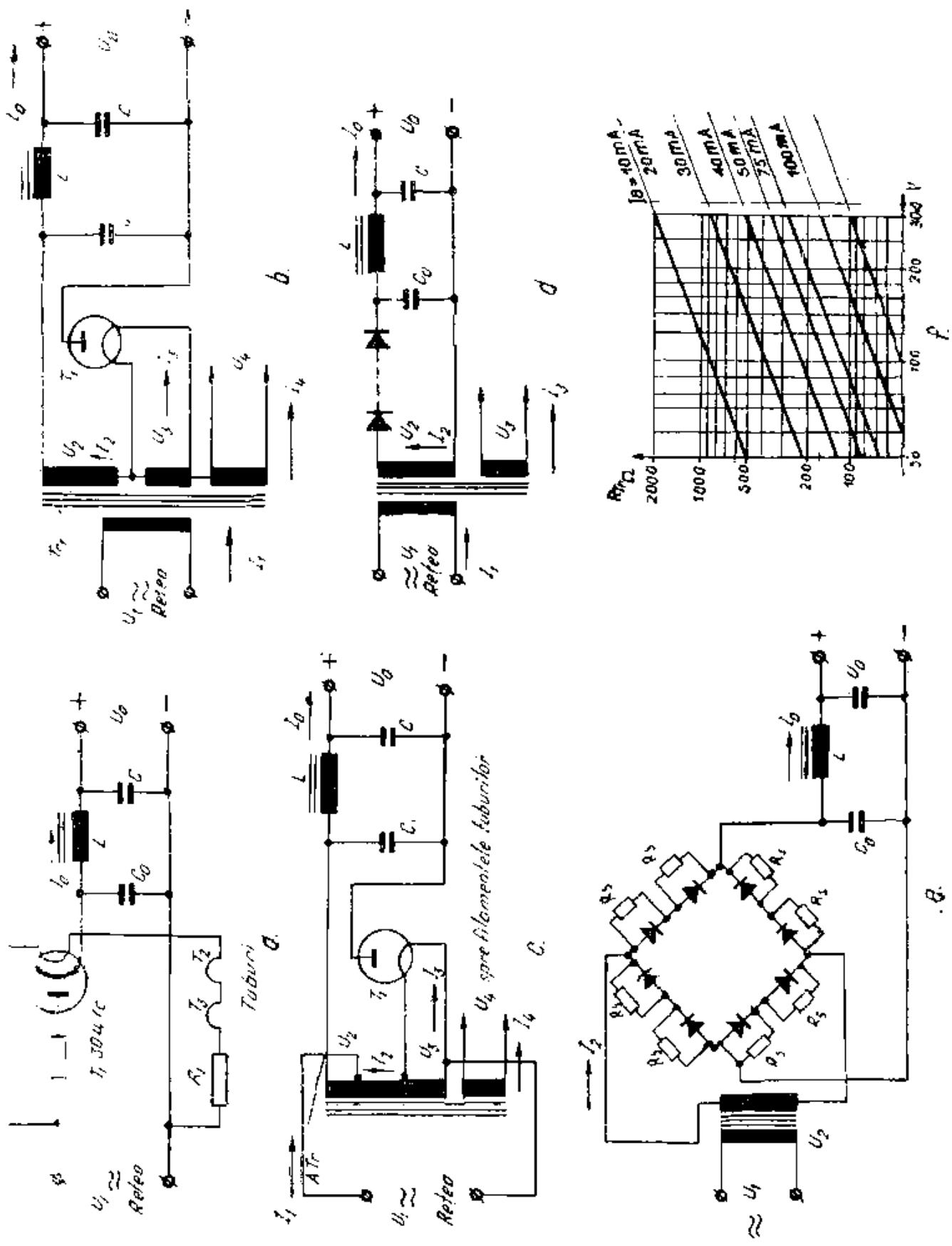


Fig. 186.

cū, pīnă la 100°C. Dīn această cauză ele nu trebuie amplasate în apropierea pieselor care se încălzesc. În plus, mai trebuie reținut că diodele nu suportă suprasarcină. De aceea ele se protejază întotdeauna prin siguranțe fuzibile.

În toate schemele de redresare a unei singure alternanțe frecvența pulsăției tensiunii redresate coincide cu frecvența rețelei (50 Hz).

Formulele de calcul pentru mărurile caracteristice ale elementelor lor componente sunt următoarele :

$$U_{inv} = 3 U_0; \quad I_{max} = 7 I_0; \quad U_1 = 0,75 U_0 + \frac{I_0(R_t + R_{Tr})}{265};$$

$$I_2 = 2 I_0 + \frac{12 U_0}{R_t + R_{Tr}}; \quad I_1 = \frac{1,2 U_0 \sqrt{I_2^2 - I_0^2}}{U_1}; \quad C_0 = \frac{60 I_0}{U_0};$$

$$U_{C_0} = 1,2 U_0; \quad P_0 = \frac{600 I_0}{U_0 C_0}$$

$$I_{1tot} = I_1 + \frac{I_2 U_3}{U_1} + \frac{I_4 U_4}{U_1} + \dots$$

Pentru schema din figura 186 a (fără transformator de rețea) :

pentru $U_1 = 110$ V $R_p = \frac{200(145 - U_0)}{I_0}$ $I_1 = 2 I_0 + \frac{12 U_0}{R_t + R_p}$

pentru $U_1 = 127$ V $R_p = \frac{200(168 - U_0)}{I_0}$

pentru $U_1 = 220$ V $R_p = \frac{200(290 - U_0)}{I_0}$ $P_{RP} = \frac{I_1^2 \cdot R}{1\ 000\ 000}$

În care :

U_0 = tensiunea redresată, înainte de filtru, în volți;

U_{inv} = tensiunea inversă (dintre anodul și catodul tubului redresor sau a coloanei de seleniu ori a diodei semiconductoare, cind anodul se află la potențial negativ) în volți;

U_1, U_2, U_3, U_4 etc. = tensiuni alternative în înfășurările 1, 2, 3, 4 etc. ale transformatorului de rețea, în volți;

I_0 = curentul redresat (de lucru), în miliamperi;

I_{max} = impulsul maxim de curent prin kenotron, în miliamperi.

I_1, I_2, I_3, I_4 etc. = curenții din înfășutările 1, 2, 3, 4 etc. ale transformatorului, în miliamperi;

I_{tot} = curentul total al înfășurării primare (înîndu-se seama de curenții tuturor înfășurărilor secundare), în miliamperi;

I = curentul maxim redresat de celula de seleniu sau dioda semiconductoare, în miliamperi ;

- P_p = rezistență adițională (de protecție), în ohmi ;
 P_{Rp} = puterea disipată de rezistență R , în wați ;
 R_t = rezistență internă a kenotronului sau a coloanei de seleniu
ori a diodei semiconductoare, în ohmi ;
 R_{Tr} = rezistență transformatorului, extrasă din abacă (fig. 186 f),
în ohmi ;
 C_o = capacitatea condensatorului de la intrarea filtrului, în
microfarazi ;
 U_{Co} = tensiunea nominală de lucru a condensatorului C_o , în
volti ;
 P_o = coeficientul de pulsații la intrarea filtrului în procent (%).

5. Scheme pentru redresarea ambelor alternanțe

Acstea scheme de redresoare au căpătat cea mai largă răspândire
în practică. Ele sunt folosite pentru alimentarea aparatelor de recepție
și amplificare de putere mijlocie, la aparatelor de măsură și în stațiiile
de radioamatori.

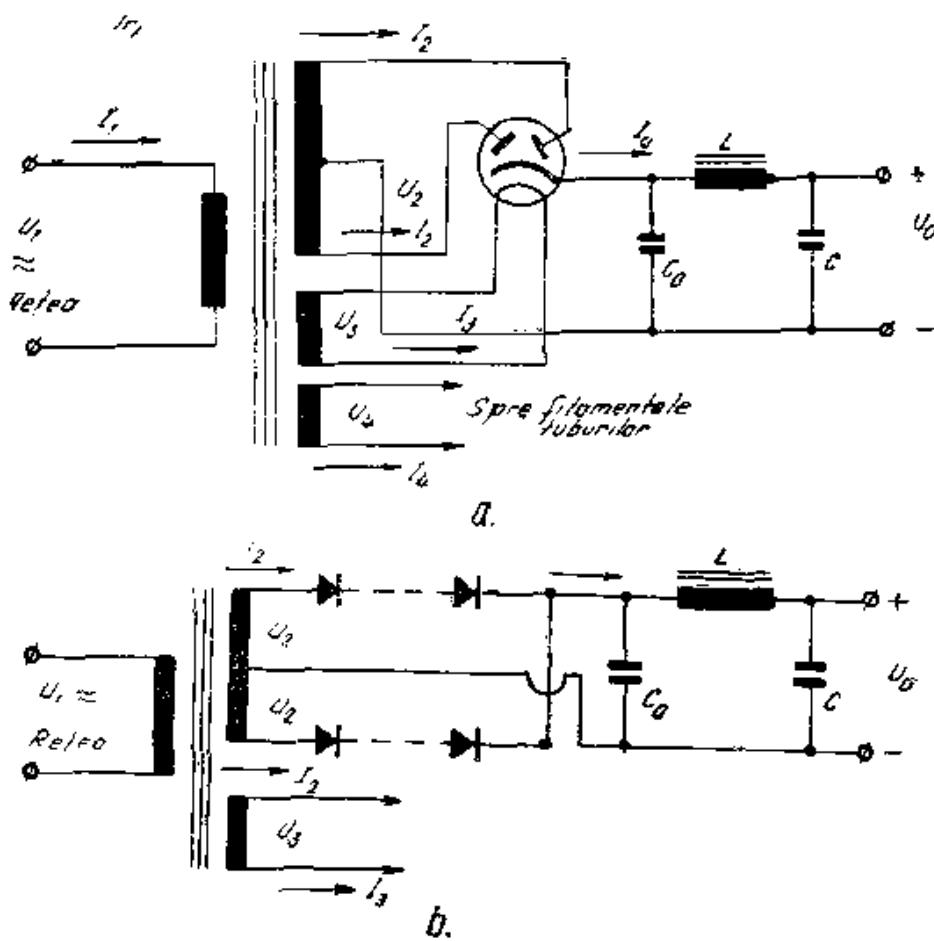


Fig. 187

Schema de principiu a unui redresor de acest tip, echipat cu kenotroni, este reprezentată în figura 187 a, cu seleniu sau cuproxid, în figura 187 b și cu diode semiconductoare în figura 188.

Avantajul acestor scheme constă în aceea că, datorită redresării ambeilor alternanțe, frecvența pulsăiei tensiunii redresate este de două ori mai mare decât în cazul redresării unei singure alternanțe (frecvența pulsăiei este de două ori mai mare decât frecvența tensiunei alternative de alimentare). Datorită acestui lucru, amplitudinea pulsăiilor va fi și ea de două ori mai mică decât în cazul folosirii redresării unei singure alternanțe (utilizând același filtru).

În redresoarele pentru ambele alternanțe se folosesc cu mai multă comoditate kenotroanele cu doi anodi. Inconvenientul lor constă însă în întrebuițarea exclusivă a unui transformator de rețea cu o tensiune destul de înaltă în înfășurarea secundară, egală aproape cu de două ori tensiunea redresată.

Formulele de calcul (păstrând notațiile folosite la redresoarele pentru o singură alternanță) sunt următoarele:

$$U_{inv} = 3 U_0; \quad I_{max} = 3,5 I_0; \quad U_2 = 0,75 U_0 + \frac{I_0(R_I + R_{Tr})}{530};$$

$$I_2 + I_0 + \frac{12 U_0}{R_I + R_{Tr}}; \quad I_1 = \frac{1,7 U_0 I_0}{U}; \quad C_0 = \frac{30 I_0}{U_0};$$

$$U_{C0} = 1,2 U_0; \quad p_0 = \frac{300 I_0}{U_0 C_0}; \quad I_{tot} = I_1 + \frac{I_2 U_0}{U_1} + \frac{I_4 U_4}{U_1} + \dots$$

Schema redresorului în punte. Schema redresorului în punte (fig. 188 a) este mai comodă în cazul cînd se folosesc coloane de seleniu sau diode cu germaniu ori siliciu ca elemente redresoare.

Schma funcționează în felul următor. Cînd potențialul la capătul inferior al transformatorului de rețea, notat în schemă cu litera a, este pozitiv, atunci prin circuitul format din elementul redresor R_1 , bobina de soc de audiofrecvență S, sarcină, elementul redresor R_4 și înfășurarea secundară a transformatorului de ieșire, va trece un curent. Sensul curentului I_a este indicat în schemă cu săgeți. În cealaltă jumătate de perioadă a curentului alternativ, cînd potențialul pozitiv va apărea la capătul superior al înfășurării secundare a transformatorului de rețea, curentul I_b va trece prin circuitul compus din elementul redresor R_2 , aceeași bobină de soc de audiofrecvență, sarcină, elementul redresor R_3 și înfășurarea secundară a transformatorului de rețea, în sensul indicat în schemă de săgeți. Astfel curenții I_a și I_b , care sunt egali după cum se observă cu I_0 (curentul redresat) trec prin rezistența de sarcină într-un

singur sens, folosindu-se astfel pentru redresare ambele alternanțe ale curentului. În acest caz frecvența pulsațiilor este de două ori mai mare decât frecvența tensiunii din rețea de alimentare.

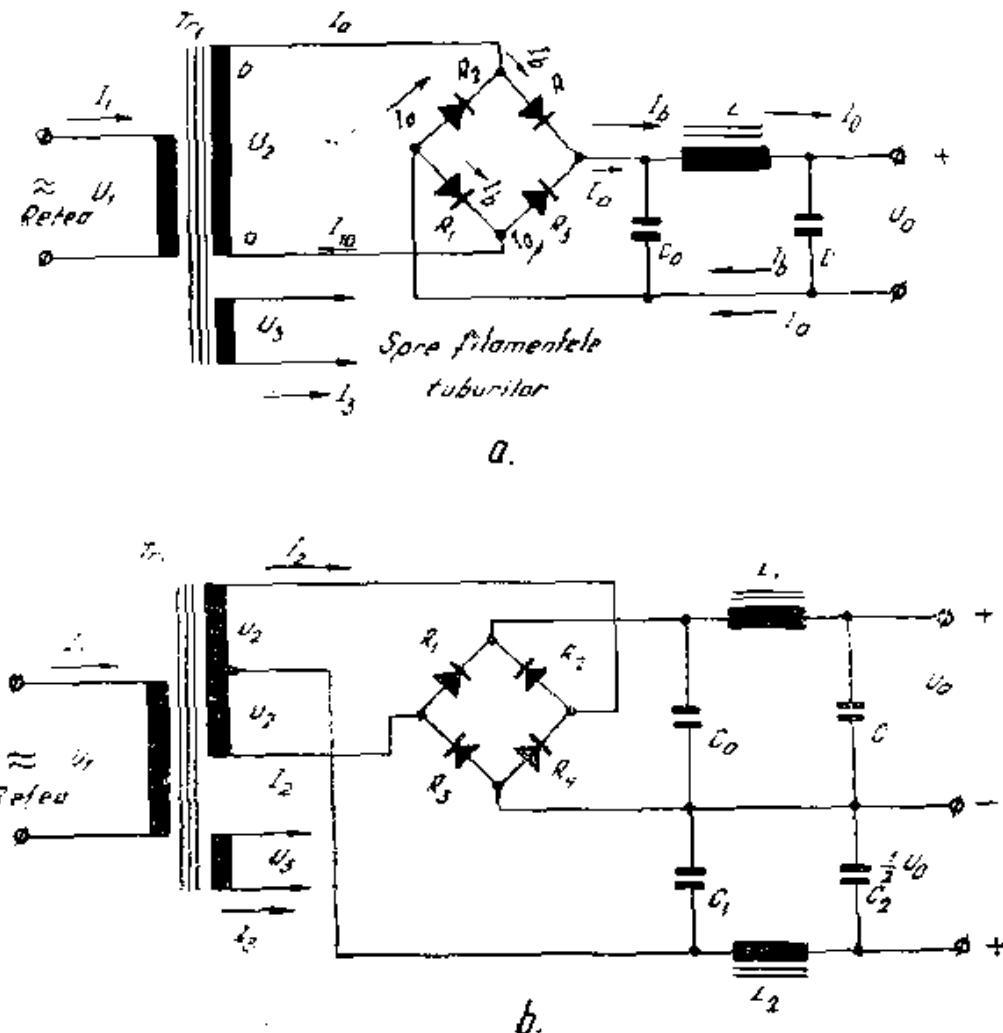


Fig. 188.

Proprietatea acestei scheme, spre deosebire de schema obișnuită a redresării ambelor alternanțe, constă în faptul că la aceleași tensiuni redresate, tensiunea în înfășurarea secundară este aproape de două ori mai scăzută. Afără de acestea, dimensiunile transformatorului de rețea, în cazul schemei în punte, la aceleași tensiuni și curenți pot fi ceva mai reduse decât în cazul redresării obișnuite a ambelor alternanțe.

Dacă în înfășurarea secundară a transformatorului de rețea din schema redresorului în punte se prevede o priză mediană (fig. 188 b) în afară de tensiunea normală redresată U_0 , putem obține și o tensiune de două ori mai mică $\frac{1}{2} U_0$.

În cazul întrebuiențării kenotroanelor ca elemente de redresare în acest redresor în punte, pentru alimentarea circuitelor de încălzire a acestora este necesar să se prevadă pe transformatorul de rețea trei înfășurări de încălzire, bine izolate între ele.

Păstrînd și în acest caz notațiile utilizate la redresarea monoalternantă, mărimile caracteristice pentru schema din figura 188 a se determină folosind următoarele formule :

$$U_{tav} = 1,5 U_0; I_{max} = 4,5 I_0; R_{Tr} = \frac{830 U_0}{I_0 \sqrt[4]{U_0 I_1}};$$

$$U_2 = 0,75 U_0 + \frac{I_0 (2R_I + R_{Tr})}{530}; I_2 = 1,41 I_0 + \frac{16,6 U_0}{2R_I + R_{Tr}};$$

$$I_1 = \frac{1,2 U_2 I_2}{U_1}; C_0 = \frac{30 I_0}{U_0}; U_{C_0} = 1,2 U_0; \rho_0 = \frac{300 I_0}{U_0 C_0}.$$

6. Scheme cu dublare de tensiune

Particularitatea funcționării schemelor de redresoare cu multiplicare de tensiune constă în întrebuiențarea în acest scop a proprietăților condensatoarelor de a acumula și păstra câtva timp energie electrică. La o sarcină constantă, cu cât va fi mai mare capacitatea condensatoarelor din schema, cu atât mai mare va fi cantitatea de energie electrică acumulată și tensiunea redresată. Din această cauză, în astfel de scheme, este mult mai practic să folosim condensatoare electrolitice de dimensiuni nu prea mari, avînd capacitați însemnate.

În figura 189 a și b sunt arătate scheme de redresoare cu dublare de tensiune, care au căpătat o răspîndire mai largă în practica radioamatorilor.

În prima schemă este folosit ca element de redresare kenotronu 30116 C, iar în schema b, două coloane de seleniu.

Redresorul construit după schema cu dublare de tensiune poate fi privit ca fiind compus din două redresoare pentru o singură alternanță legate în serie, fiecare avînd elementul său redresor, care provoacă pe capacitatea de ieșire o tensiune egală cu jumătatea tensiunii totale redresate. În unul din ei lucrează elementul redresor R_1 (fig. 189 b) și condensatorul C_1 , iar în celălalt — elementul de redresare R_2 cu condensatorul C_2 . Deoarece catodul elementului redresor R_2 este legat cu anodul elementului redresor R_1 , ele vor lucra pe rînd. În timpul unei alternanțe a curentului alternativ, cînd potențialul pozitiv va apărea pe anodul elementului de redresare R_1 și pe catodul elementului redresor R_2 , curentul

va trece prin elementul redresor R_1 în sensul arătat de săgeți pe desen, și va încărca condensatorul C_1 . În timpul celeilalte alternanțe, pe anodul elementului redresor R_1 va apărea o tensiune negativă, iar elementul se va bloca. În același timp, însă, pe anodul celui de-al doilea element re-

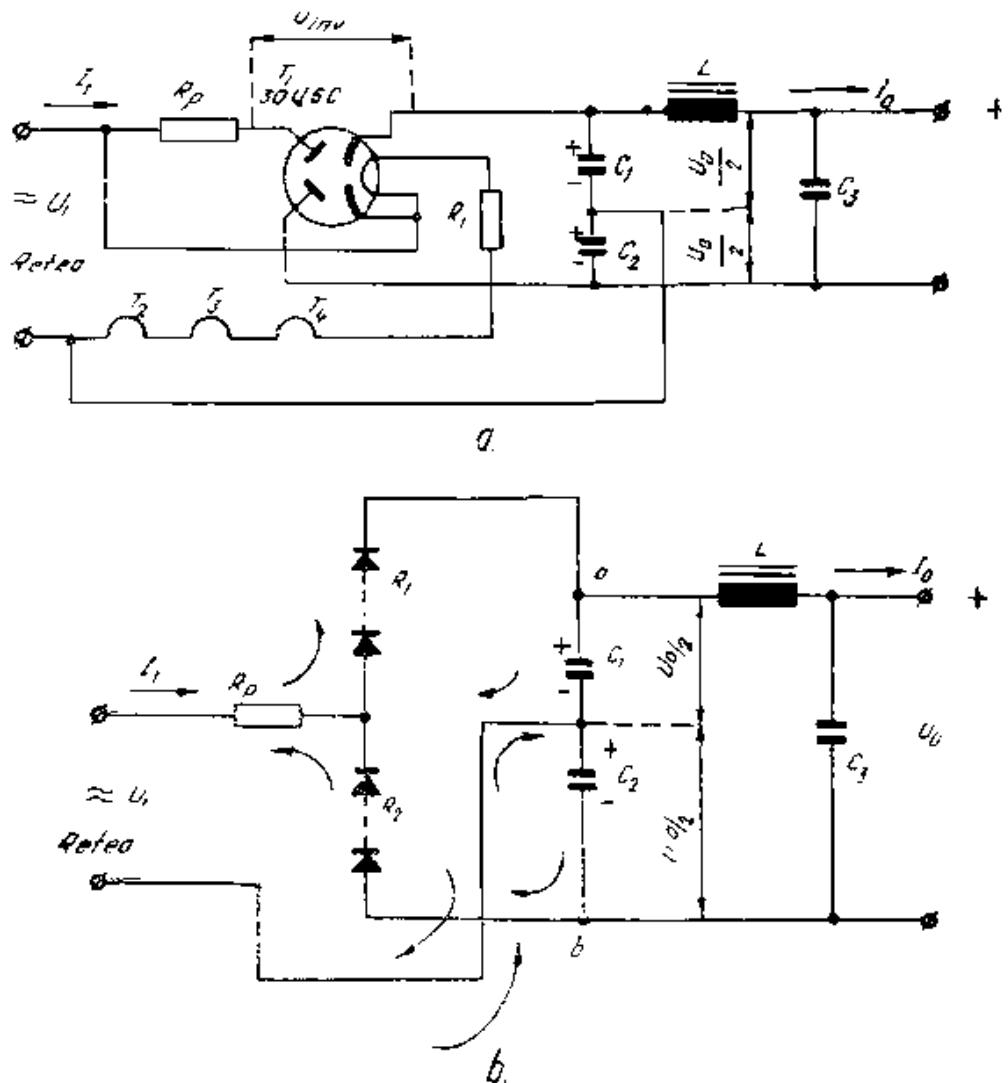


Fig. 189.

dresor R_2 va apărea tensiunea pozitivă și de aceea curentul va trece prin acest element și va încărca condensatorul C_2 . Condensatoarele C_1 și C_3 , fiind legate în serie, tensiunea la ieșirea redresorului, între punctele a și b , va fi egală cu suma tensiunilor pe condensatoarele C_1 și C_3 , și astfel se va obține o tensiune aproximativ de două ori mai mare decât în cazul redresării monoalternante.

În schema arătată se folosesc ambele alternanțe ale curentului alternativ și, în consecință, frecvența pulsărilor va fi de două ori mai mare decât frecvența tensiunii de alimentare a rețelei.

Formulele de calcul pentru această schemă sunt:

$$U_{inv} = 1,5 U_0; I_{max} = 7 I_0$$

pentru $U_1 = 110 \text{ V}$; $R_p = \frac{100(290 - U_0)}{I_0} - R_t$;

pentru $U_1 = 127 \text{ V}$; $R_p = \frac{100(335 - U_0)}{I_0} - R_t$;

pentru $U_1 = 220 \text{ V}$; $R_p = \frac{100(580 - U_0)}{I_0} - R_t$;

$$I_1 = 2,8 I_0 + \frac{8 U_0}{R_t + R_p}; P_{Rp} = \frac{I_1^2 \cdot R_p}{1000000},$$

$$C_1 = C_2 = \frac{125 I_0}{U_0}; U_{c1} = U_{c2} = 0,6 U_0; p_0 = \frac{125 I_0}{U_0 C_1}$$

în care $U_{c1} = U_{c2}$ = tensiunile de lucru, în volți, ale condensatoarelor C_1 și C_2 .

Restul notațiilor păstrează semnificațiile precizate la schema de redresare pentru o singură alternanță (fig. 186).

7. Filtre

Cum s-a mai arătat înainte, pentru micșorarea mărimiilor pulsărilor tensiunii redresate se întrebunează filtre de netezire. Filtrele întrebuite în redresoare ce lucrează pe sarcină capacativă reprezintă de obicei unul sau două circuite de tip LC , care conțin bobine de soc de audiofrecvență și condensatoare cu capacitate mari.

Schema unui filtru cu un singur circuit este arătată în figura 190 a și a unuia cu două circuite în figura 190 b. Al doilea circuit se adaugă la filtru de obicei cind, din diverse considerante, se cere un filtraj ridicat sau cind elementele unui filtru cu un singur circuit capătă mărimi considerabile și devin inconmode din punct de vedere constructiv.

Filtrele ce conțin bobine de soc de audiofrecvență se întrebunează pentru uniformizarea curenților peste 15...20 mA. În cazul curenților mai mici este mai economic să se folosească filtre în care, în loc de bobine de soc, se întrebunează rezistență (filtre RC , fig. 190 c și d). Aceste filtre sunt mai ieftine și au greutate și dimensiuni mai mici. Într-o serie

dé cazuri se întrebuiștează filtrele combinate dintr-un circuit de tipul LC și din unul pînă la două circuite de tipul RC . După primul circuit al unui astfel de filtru se conectează sarcina care consumă mai mult curent și nu necesită un filtraj prea ridicat (de exemplu etajul final de audiofrecvență al unui radioreceptor), iar după al doilea circuit se conec-

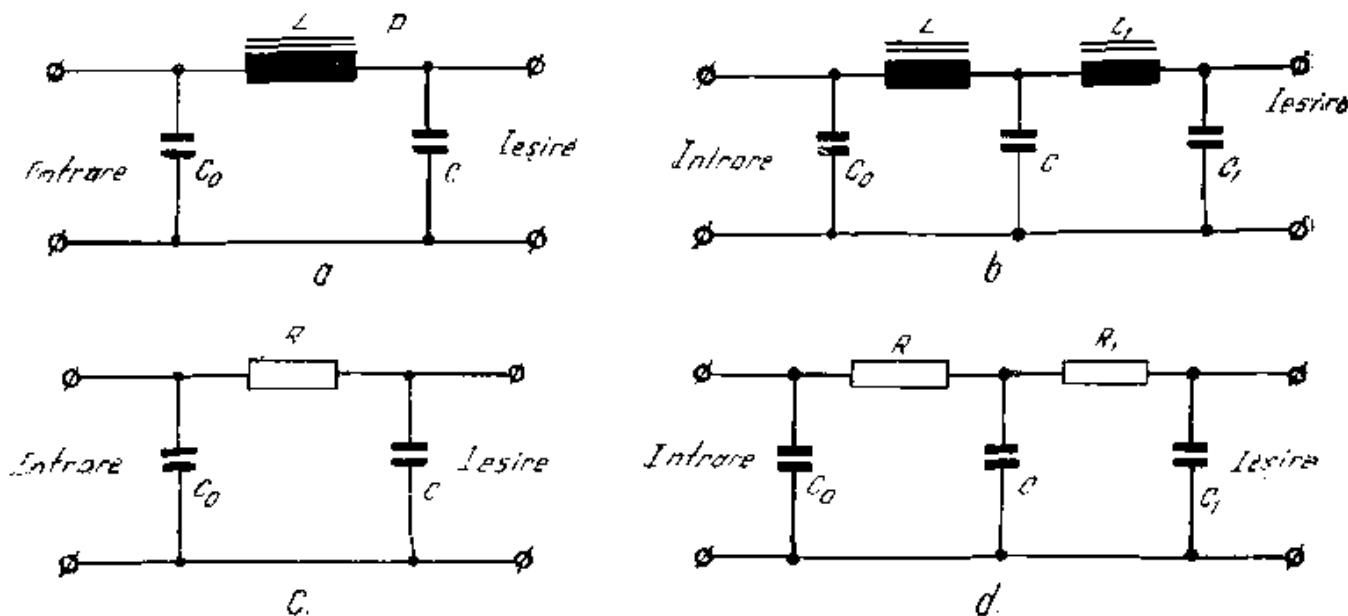


Fig. 190.

tează etajele ce consumă un curent mai mic dar necesită un filtraj mai ridicat (de exemplu etajul preamplificator de audiofrecvență).

Frecvența pulsărilor la ieșirea redresorului va fi cu atât mai mică cu cât inductanța bobinei de soc și capacitatea condensatoarelor vor fi mai mari. Întrebuișarea bobinelor de soc cu inductanță prea mare și a condensatoarelor cu capacitate de asemenea mare ridică costul și dimensiunile filtrului. Din această cauză, la determinarea datelor elementelor filtrului, de obicei nu se caută obținerea celui mai bun (ideal) filtraj, ci obținerea unui nivel admisibil al pulsărilor în tensiunea redresată, destinată alimentării unui anumit aparat.

Coefficientul de pulsărie p admisibil la ieșirea filtrului (care arată — în procente — a căta parte din componenta continuă a tensiunii filtrate o constituie amplitudinea componentei alternative) pentru etajele simetrice de audiofrecvență puternice are valoarea $0,5 \dots 2$, pentru etajele de ieșire nesimetrice a receptoarelor și amplificatoarelor de audiofrecvență — $0,1 \dots 0,5$, pentru etajele amplificatoare intermedie de audiofrecvență și etajele amplificatoare de radiofrecvență și frecvență intermedie ale receptoarelor — $0,01 \dots 0,05$, pentru circuitele de negativare — $0,005 \dots 0,01$ s.a.m.d.

Pentru calculul filtrelor descrise mai sus, conectate la redresoarele cu sarcină capacitive (dimensionate după formulele date anterior), ne putem folosi de următoarele relații :

$$L \cdot C = \frac{100}{p} \text{ — pentru redresarea monoalternantă ;}$$

$$L \cdot C = \frac{25}{p} \text{ — pentru redresarea ambelor alternanțe.}$$

Pentrufiltrele cu două circuite :

$$L \cdot C = L_1 \cdot C_1 = \frac{32}{\sqrt{p}} \text{ — pentru redresarea monoalternantă ;}$$

$$L \cdot C = L \cdot C_1 = \frac{8}{\sqrt{p}} \text{ — pentru redresarea ambelor alternanțe.}$$

În aceste formule L și L_1 reprezintă inductanța bobinelor de soc în henry, C și C_1 capacitatele condensatoarelor în μF .

De exemplu, pentru filtrul unui redresor necesar redresării ambelor alternanțe, ce alimentează un etaj de ieșire nesimetric, produsul $L \cdot C$, în cazul $p=0,1$ trebuie să fie :

$$LC = \frac{25}{0,1} = 250$$

Dacă inductanța bobinei de soc este de 10 H, capacitatea condensatorului C va trebui să fie :

$$C = \frac{250}{10} = 25 \mu F.$$

La dimensionarea filtrelor cu rezistențe și condensatoare ne vom folosi de relațiile :

$$R \cdot C = \frac{30\,000}{p} \text{ la redresarea unei singure alternanțe și}$$

$$R \cdot C = \frac{15\,000}{p} \text{ la redresarea ambelor alternanțe.}$$

Pentrufiltrele cu două circuite :

$$R \cdot C = R_1 C_1 = \frac{10\,000}{\sqrt{p}} \text{ — la redresarea unei singure alternanțe și}$$

$$R \cdot C = R_1 C_1 = \frac{5\,000}{\sqrt{p}} \text{ — la redresarea ambelor alternanțe.}$$

În care :

C și C_1 = capacitatea condensatoarelor, în μF ;

R = rezistența filtrului din prima celulă, în ohmi ;

R_1 = rezistența filtrului din a doua celulă, în ohmi.

8. Redresoare cu gazotroane

În redresoarele de înaltă tensiune întrebuințate la alimentarea instalațiilor de emisie au căpătat o largă răspândire *gazotroanele*.

Gazotronul este un tub cu doi electrozi, cu catod cald, în care spațiul dintre electrozi este umplut de obicei cu un gaz constituit din vaporii de mercur. Vaporii de mercur iau naștere în balonul gazotronului în urma evaporării unei picături de mercur, aflate în partea inferioară a acestuia.

La aplicarea tensiuni pozitive pe anodul gazotronului, electronii emisi de catod se vor mișca spre acesta, căpătind o viteză considerabilă. În drumul lor spre anod, electronii se vor ciocni cu moleculele de mercur, iar rezultatul ciocnirii va fi ionizarea puternică a vaporilor de mercur.

Electronii smulși din moleculele mercurului vor mări curentul electric de bază, iar ionii pozitivi, sub acțiunea anodului încărcat pozitiv și a catodului încărcat negativ, se vor mișca spre acesta din urmă.

În drumul lor spre catod, ionii pozitivi capătă electronii ce le lipsesc luându-i din electronii aflați în spațiul ce înconjoară catodul gazotronului. Toate acestea provoacă în gazotron o cădere de potențial foarte mică, de circa 8...12 V, nedepinzând aproape de loc de curentul ce trece prin tub.

Schemele redresoarelor echipate cu gazotroane nu diferă cu nimic de schemele analoge a redresoarelor cu kenotroane. În figura 191 *a* și *b* sunt date schemele unor astfel de redresoare.

Gazotroanele lucrează mai puțin eficace în redresoarele executate în punte, deoarece căderea de tensiune în interiorul lor este foarte mică — de cîteva ori mai mică decit la kenotroane. O caracteristică aparte a schemelor redresoarelor cu gazotroane este neîntrebuițarea condensatorului de filtraj la intrarea filtrului. Valoarea minimă a inductanței filtrului poate fi determinată de expresia următoare :

$$L_1 \geqslant 1,2 \frac{U_a}{I_a}$$

în care :

L este inductanță, în H ;

U_a — tensiunea la ieșirea filtrului, în V ;

I_a — curentul total în sarcină al redresorului, în mA.

Inductanța bobinei de soc, astfel obținută, este minimă. Micșorînd inductanța va crește impulsul de curenț anodic prin gazotron, deoarece caracterul de rezistență al filtrului pentru frecvența pulsațiilor devine capacitive, ceea ce este inadmisibil. Nu se recomandă însă să se mărească mai mult de două ori inductanța obținută.

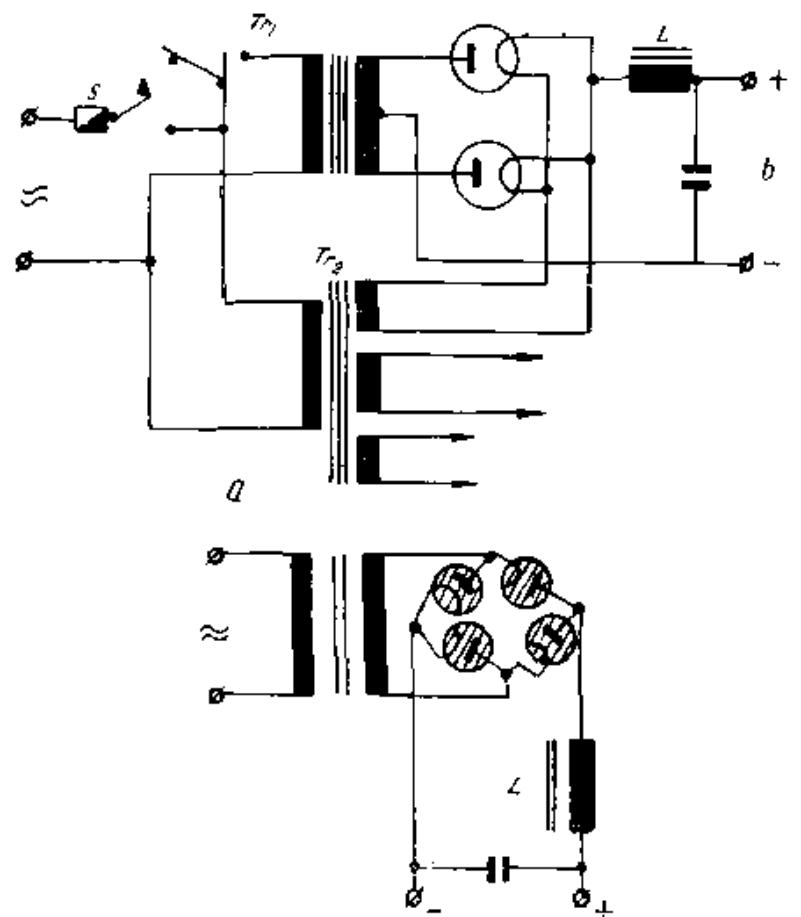


Fig. 19I.

9. Calculul filtrului redresorului cu gazotroane

Redresoarele cu gaze se întrebunjează numai în cazul cînd emițătorul are o putere de cel puțin 50...100 wați sau mai mult.

Cerințele ce se pun în ceea ce privește filtrarea curentului anodic sunt diferite. Dacă pentru telegrafie se admite un coeficient de filtraj (coeficient de pulsații) de 1...5%, pentru lucrul de telefonie este necesar un filtraj și mai bun (un coeficient mai mare decît 0,1...0,5% nu este permis!). Afără de aceasta, la telegrafie trebuie să ținem seama de fenomenele tranzitorii din filtre, care duc la supravoltarea elementelor filtrului și la deformarea formei semnalelor.

Plecind de la aceste condiții, filtrul redresorului va trebui să fie cu o singură celulă pentru telegrafie și cu două celule pentru telefonie.

Dăm mai jos calculul simplificat al filtrului pentru redresarea ambelor alternanțe, satisfăcând condițiile de lucru ale unui emițător lucrând în telegrafie sau telefonie.

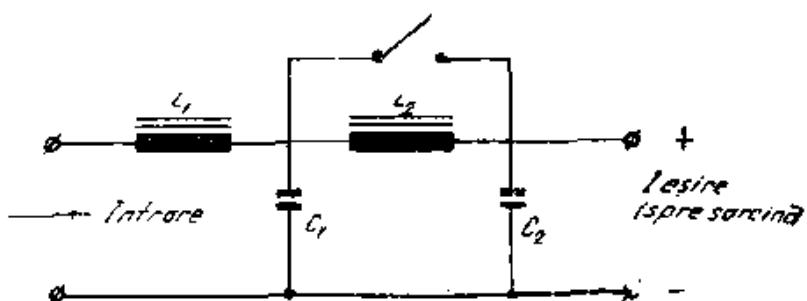


Fig. 192.

Schema filtrului este dată în figura 192. Cît timp emițătorul lucrează în regim de telegrafie, bobina de șoc L_2 se scurtecircuitează. Scurtecircuitarea bobinei de șoc este mai bine să se facă prin intermediul unui releu.

Ordinea dimensionării filtrului este următoarea :

A. Determinăm mărimea inductanței primei bobine de șoc :

$$L_1 \geq 1,2 \frac{U_a}{I_a}$$

B. Determinăm apoi capacitatea condensatorului de filtraj pentru trafic telegrafic $C_{tlg} = C_1 + C_2$:

$$C_{tlg} = \frac{144}{L_1 p}$$

în care : C_{tlg} este capacitatea condensatoarelor, în μF ;

p — coeficientul de pulsăție admisibil, în procente (pentru telegrafie $p = 1\dots 5\%$, iar pentru telefonie — $0,1\dots 0,5\%$).

C. Ne fixăm capacitatea condensatorului $C_2 = 5 \mu\text{F}$.

Capacitatea acestui condensator se determină ținând seama de frecvența audio de modulație (la telefonie) cea mai joasă : la frecvența de 100 Hz, ea se găsește în limitele $4\dots 8 \mu\text{F}$.

D. Determinăm mărimea condensatorului C_1 :

$$C_1 = C_{tlg} - C_2$$

F. Determinăm mărimea inductanței bobinei de soc L_2 :

$$L_2 = \frac{780}{L_1(C_1 + C_2 p)} (H)$$

în care p este coeficientul de pulsărie admisibil la telefonie în procente (%).

Mărimea tensiunii de lucru a condensatorului de filtraj trebuie să fie cu 20...30% mai mare decât mărimea tensiunii de ieșire a filtrului.

F. Mărimea rezistenței de balast R_f se determină astfel, încit curentul ce va trece prin ea să nu fie mai mic de 10% din curentul total al sarcinii redresorului, adică :

$$R_f(\Omega) = 1\,000 \frac{U_a}{I_a}$$

în care : U_a este tensiunea la ieșirea filtrului, în V.

I_a — curentul prin R_f , în mA.

Ultima etapă a calcului filtrului este verificarea acestuia în ceea ce privește lipsa rezonanței „serie”, la frecvența pulsărilor, pentru valorile alese ale bobinei de soc L_1 și condensatorului C_1 . La rezonanță scade brusc valoarea curentului de vîrf prin gazotron și apar tensiuni periculoase pe elementele filtrului.

Elementele filtrului pot fi socotite corect calculate dacă are loc condiția :

$$L_1 C_1 > 5,1.$$

10. Surse de alimentare pentru aparatula portabilă

Transverterul. După cum am arătat — sumar — în capitolul destinat surselor de curent electric, pentru alimentarea aparatului radio portabile se întrebuintează baterii din elemente galvanice, mașini electrice rotative (convertizoare), precum și dispozitive speciale electromagnetice, denumite *vibratoare*.

În ultimii ani au căpătat o întrebuităre din ce în ce mai largă aşa-numitele *transvertoare*, care sunt, de fapt, niște convertoare speciale, echipate cu tranzistoare de putere, în care tensiunea joasă a unei surse de curent continuu μ (de exemplu, un acumulator) este convertită mai întâi, cu ajutorul unui generator, în tensiunea alternativă și apoi transformată (mărită), redresată și filtrată.

Convertoarele cu tranzistoare sunt superioare vibratoarelor, fiind mai sigure în funcțuire, având o durată mai lungă de lucru și un randament mai ridicat (pînă la 80%). În plus, datorită faptului că pot ridica frec-

vență tensiunii care se transformă pînă la cîțiva kHz (în loc de 100 Hz), ele permit să se reducă apreciabil dimensiunile și greutatea montajelor. Singurul dezavantaj al acestor convertoare îl constituie faptul că tranzistoarele cu germaniu actuale nu funcționează stabil la variații de temperatură.

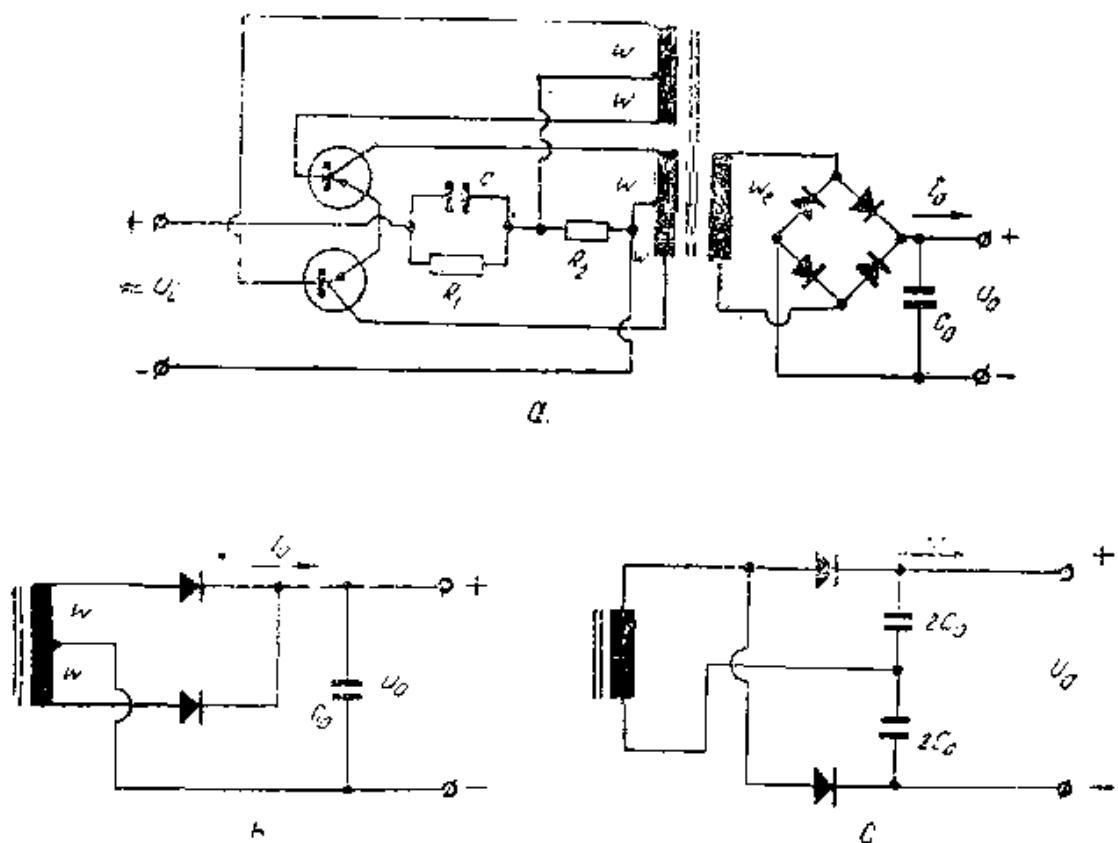


Fig. 193.

Răspîndirea cea mai largă o au în prezent convertoarele cu tranzistoare montate în *contratimp*, cu *emiter comun* (fig. 193 a), care permite să se obțină randamente mari, la tensiuni mici ale sursei de alimentare.

Pentru obținerea unei tensiuni continue înalte se folosesc, de obicei, montaje de redresare a ambelor alternanțe, în punte (fig. 193 a), cu punct nul (fig. 193 b) sau cu dublarea tensiunii (fig. 193 c). Elementele redresoare din aceste montaje sunt fie diode semiconductoare, fie coloane cu seleniu. Pentru filtrarea tensiunii redresate se utilizează filtre obișnuite.

Tranzistoarele unui astfel de transverter se calculează cu ajutorul formulelor simplificate de mai jos, funcție de curentul maxim admisibil prin colector ($I_{C\max}$), în miliamperi, și de tensiunea de colector maximă ($U_{C\max}$), în volți :

$$I_{C\max} = \frac{1,4 U_0 I_0}{U_s} \text{ și } U_{C\max} = 2,4 U_s$$

în care : U_0 = tensiunea redresată la intrarea filtrului, în volți ;

U_s = tensiunea sursei de alimentare, de asemenea în volți ;

I_0 = curentul redresat, în miliamperi.

11. Baretoarele

Pentru stabilizarea curentului de încălzire a tuburilor electronice se utilizează tuburi speciale (a nu se confunda cu tuburile electronice) compuse dintr-un filament de fier, introdus într-un balon de sticlă umplut cu hidrogen. Acestea se numesc *baretoare*. Ele au proprietatea de a-și mări rezistența filamentului cînd tensiunea de alimentare variază între anumite limite, curentul ce le străbate rău înălțind astfel constant.

În figura 194 este arătată reprezentarea schematică a unui baretor, împreună cu caracteristica sa, iar în figura 195 o schemă de utilizare într-un montaj în care filamentele tuburilor sunt alimentate direct din rețea.

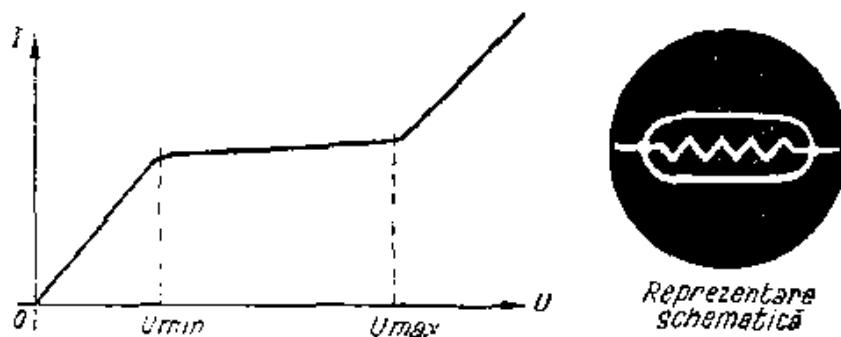


Fig. 194.

Un baretor se caracterizează prin limita admisă pentru variația de tensiune (de exemplu, 70 V maximum) și de curentul de încălzire (de pildă, 300 mA). Astfel, dacă un asemenea baretor este destinat a pre-

Iau fluctuații de tensiune în rețea ce nu depășesc 70 V, la bornele de incălzire ale tuburilor alimentate tensiunile se mențin constante, curentul de circuit rămânind automat constant (300 mA).

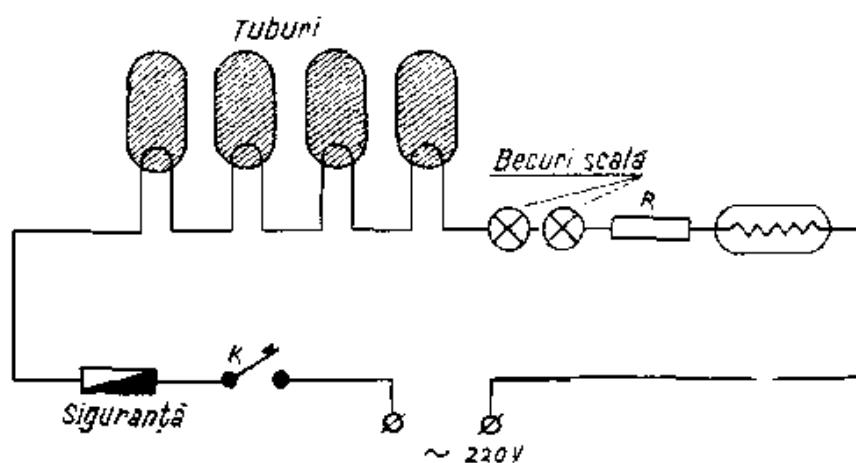


Fig. 195.

Capitolul V

APARATE ELECTROACUSTICE

1. Aparate pentru transformarea undelor sonore în curenți de audiofrecvență

Explicînd într-un capitol precedent mecanismul radiocomunicațiilor, afirmam că la stația de emisie, sunetele, care constituie, ca să spunem așa, mesajul sonor destinat a călători pe aripile undelor electro-magnetice peste mări și țări, sînt transformate de un fel de „ureche electrică” (cunoscută astăzi — cel puțin ca termen de largă uzanță! — de aproape toți oamenii civilizați, sub denumirea de *microfon*), în curenți alternativi de audiofrecvență.

Într-o definiție mai completă, am putea spune că microfonul este un dispozitiv care permite să se obțină variații ale unui curent electric, aplicîndu-i-se presiunile variabile ale unor unde sonore.

Să presupunem că unda sonoră care ajunge la microfon creează presiunea p , sub acțiunea căreia în circuitul de utilizare al acestuia apare o forță electromotoare:

$$e = k \cdot p$$

Coeficientul k se numește *coefficient de transformare* și trebuie să fie cît mai mare pentru ca microfonul să fie sensibil chiar și la sunetele slabe. Dacă acest coefficient ar rămîne constant în toată gama de variație a amplitudinilor presiunii, care apar în timpul transmisiei vorbirii sau muzicii, și în limitele frecvențelor corespunzătoare, microfonul nu ar introduce nici un fel de distorsiuni (deformări), iar curba forței electromotoare produse de microfon ar reproduce exact curba de variație a presiunii sonore.

În practică, coefficientul de transformare k este funcție de frecvență și de amplitudinea variațiilor presiunii. Această dependență face să se

distorsionează sunetele transmise. Distorsiunile provocate de variația coeeficientului de transformare în funcție de frecvență se numesc *distorsiuni liniare*; datorită acestei dependențe, unele frecvențe sunt reproducute mai puternic decât altele, ceea ce (dacă nu există alte distorsiuni) duce la schimbarea timbrului sunetului.

Variația coeeficientului de transformare în funcție de amplitudine face ca în sunetul reproducus să apară o serie de frecvențe suplimentare (*tonuri de combinație*), care pot distorsiona sunetul pînă la a-l face de nerecunoscut. Astfel de distorsiuni se numesc *distorsiuni neliniare*.

Zgomotele proprii, create de microfon cînd nu i se aplică nici un sunet (f.e.m. incidentale), trebuie să fie cît mai mici.

Proprietățile aparatelor electroacustice sunt definite, de obicei, prin variația coeeficientului de transformare în funcție de frecvență numită *caracteristică de frecvență*; coeeficientul k se măsoară în milivolti pe bar*.

Cel mai simplu microfon este *microfonul cu cărbune* (fig. 196 a) format dintr-o piesă masivă (carcasa), care înărgînește un spațiu umplut cu praf de cărbune și acoperit, la partea superioară, cu o membrană de cărbune sau de metal.

Microfonul este introdus în circuitul înfășurării primare a unui transformator, în serie cu o baterie (fig. 196 b).

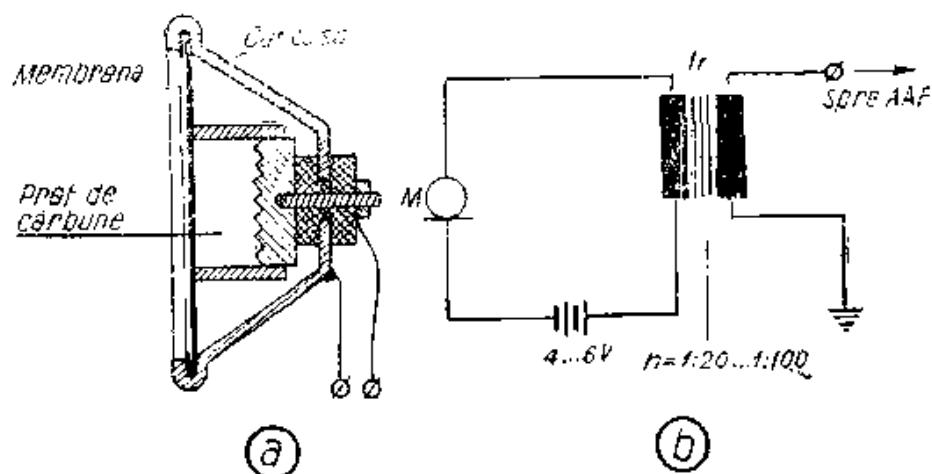


Fig. 196.

Înfășurarea secundară a transformatorului de microfon se conectează la intrarea unui etaj de amplificare de audiofrecvență. Dacă nu se exercită presiune din exterior, rezistența prafului de cărbune este foarte mare și în circuitul microfonului curge un curent continuu slab. Dacă însă membrana microfonului este izbită de o undă sonoră, pr-

* Bar=unitate de presiune egală cu $1,02 \text{ mg/cm}^2$.

ful se tasează și rezistența lui variază; în circuitul microfonului apare o componentă alternativă a curentului, care induce în înfășurarea secundară a transformatorului o f.v.m. Transformatorul este, de obicei, ridicător de tensiune, raportul de transformare n fiind cuprins între 1 : 20 și 1 : 100.

În figura 197 este reprezentată curba caracteristică unui microfon cu cărbune de calitate superioară.

Microfoanele cu cărbune sunt sensibile, însă nu au caracteristică de frecvență prea bună. În plus, prezintă dezavantajul unui zgomot propriu (de fond) apreciabil, care se explică, probabil, prin desfacerea grupelor de granule, precum și prin ușoara lipire a granulelor în grupe separate; datorită acestui fapt, starea inițială nu se restabilește întotdeauna.

Mai perfecționat este *microfonul condensator sau electrostatic* (fig. 198). Acesta este constituit, după cum arată și denumirea sa, dintr-un condensator la care o armătură este masivă, iar cealaltă (membrana) foarte ușoară. Ca dielectric se folosește aerul. Microfonul se introduce în circuitul de grilă al unui etaj amplificator de audio frecvență (preamplificatorul de microfon) în paralel cu o rezistență de valoare foarte mare

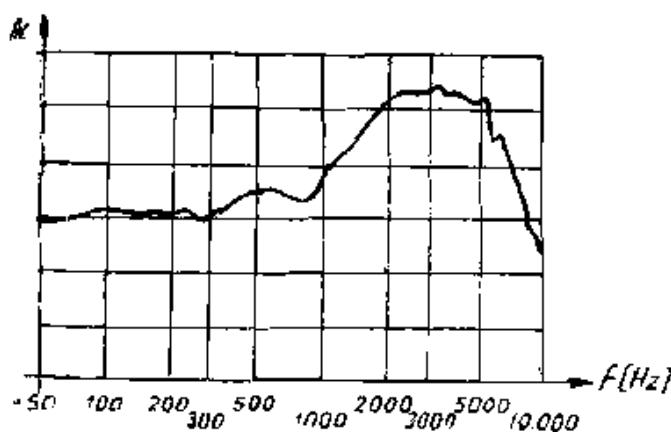


Fig. 197.

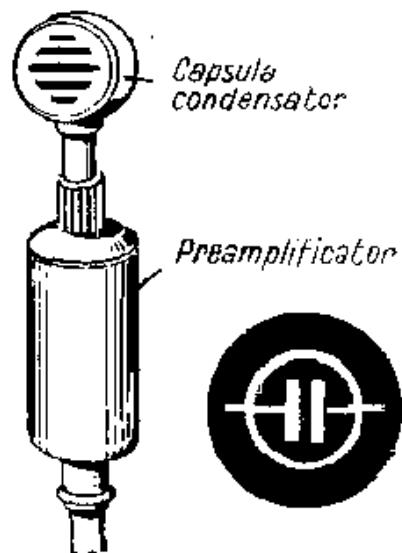


Fig. 198.

(5...30 MΩ), ca în figura 199. În timpul vibrațiilor membranei, sub acțiunea presiunii sonore, capacitatea condensatorului variază și în circuit apare un curent de audiofrecvență. Implicit, la capetele rezistenței apare o cădere de tensiune variabilă, care este apoi amplificată de tubul preamplificator.

În figura 200 se prezintă o secțiune printr-un microfon condensator.

Microfoanele condensator au o caracteristică de frecvență foarte uniformă. Sensibilitatea lor este însă redusă, și în plus, necesită sisteme de alimentare complicate. De asemenea, este posibilă slăbirea mem-

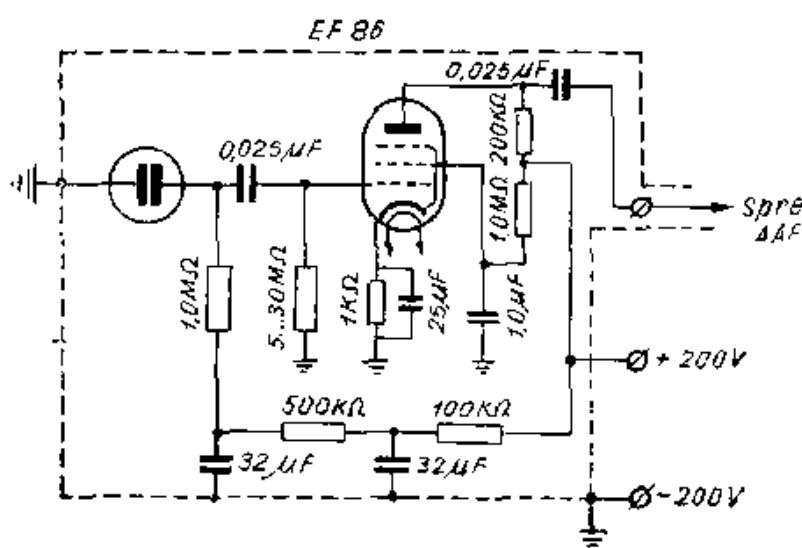


Fig. 199.

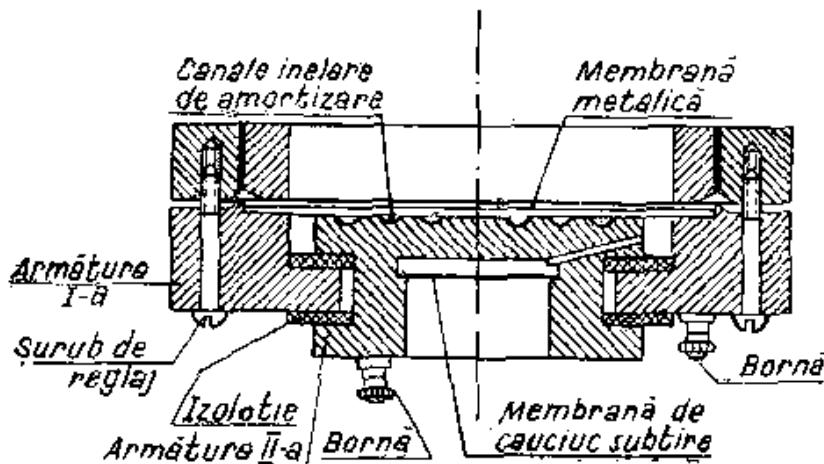


Fig. 200.

branei în timp, care are ca urmare „clacarea” condensatorului, distanța dintre ea și armătura masivă fiind de ordinul sutimilor de milimetru.

Microfonul dinamic (fig. 201) este alcătuit dintr-o bobină *B*, fixată pe o membrană *M*. Bobina este introdusă cu joc în întrefierul inelar *I* al unui magnet permanent *N*. Când membrana vibrează sub acțiunea

oscilațiilor sonore, în spirele bobinei, care intersectează liniile de forță ale cîmpului magnetic, se inducă o forță electromotoare proporțională cu presiunea sonoră.

Microfoanele de acest tip au o caracteristică de frecvență suficient de bună, dar sensibilitatea nu e prea mare. Prezintă însă schimb avan-

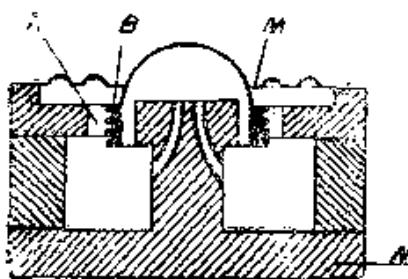


Fig. 201.

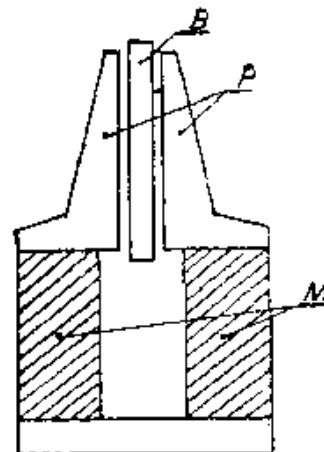


Fig. 202.

tajul robustetii, și de asemenea nu sunt sensibile la umiditate și la variațiile de temperatură.

Pentru a fi utilizate necesită însă un transformator de audiofrecvență al cărui primar are o impedanță egală cu aceea a bobinei mobile a microfonului.

Microfonul cu bandă (fig. 202) se compune dintr-o bandă subțire din aluminiu *B*, suspendată între piesele polare *P* ale unui magnet permanent *M*. Banda intersectează în ritmul vibrațiilor sonore liniile de forță ale cîmpului magnetic și în ea se introduce o f.e.m. proporțională cu presiunea sonoră.

Microfoanele construite în așa fel încît presiunea sonoră să acționeze numai pe o parte a benzii se numesc *microfoane cu presiune*, iar cele la care presiunea sonoră se exercită asupra ambelor părți ale benzii sunt denumite *microfoane de viteză*.

Microfonul cu bandă are o caracteristică de frecvență bună însă sensibilitatea sa este redusă.

Microfonul piezoelectric este alcătuit, în principiu, dintr-o membrană ușoară care transmite vibrațiile sonore unui cristal piezoelectric. Fiind deformat mecanic, cristalul produce mici tensiuni electrice variabile, proporționale cu forța cu care este presat. Cristalul este constituit dintr-o lamelă de *sare de Seignette*, așezată între două armături metalice, pe care apare diferența de potențial de audiofrecvență.

Microfoanele cu cristal au o caracteristică de frecvență suficient de bună, însă sunt foarte sensibile la umiditate și variații de temperatură (sarea de Seignette începe să se descompună la 50°C , iar la 63°C se lopește).

Microfoanele de acest tip se construiesc în două variante: *celulare* (fig. 203) și cu *membrană* (fig. 204). La microfoanele celulare presiun-

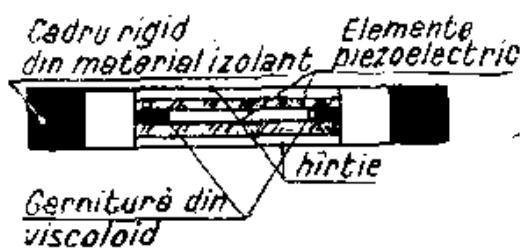


Fig. 203.

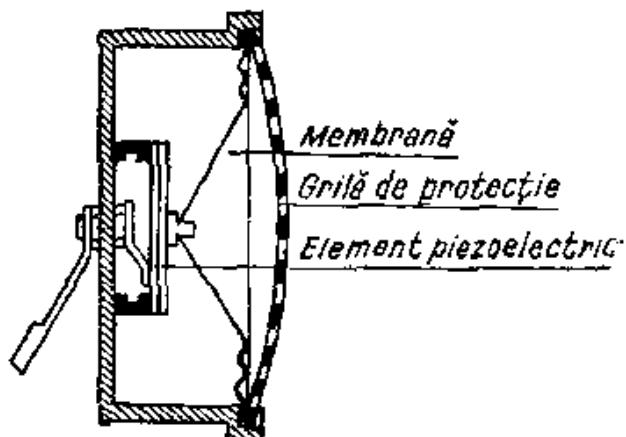


Fig. 204.

nea sonoră atacă direct elementele piezoelectrice, iar la cele cu membrană, prin intermediul acesteia. Din această cauză microfoanele din prima categorie sunt mai puțin sensibile ($0,1\ldots0,5$ mV/bar), dar mai „fidele” decât cele din a doua categorie.

După microfonul cu cărbune, care este folosit în exclusivitate în instalațiile telefonice chiar de pe vremea inventatorului său Graham Bell, microfonul piezoelectric cu membrană este cel mai utilizat dintre toate tipurile de microfoane, întrucât oferă, la preț acceptabil, suficiente calități electroacustice, fără a necesita surse de alimentare separate ori transformatoare de impedanță.

2. Aparate pentru convertirea curenților de audiofrecvență în unde sonore

Energia curenților electrici de audiofrecvență, care apar la ieșirea radioreceptoarelor, este transformată în energie acustică, adică în sunete, cu ajutorul căștilor telefonice sau difuzeoarelor, repetând în sens invers fenomenele care s-au petrecut în față și în interiorul microfoanelor stației de emisie.

A. Căștile. Vom vorbi întii despre căști, care, făcind pereche cu microfonul cu carbune, au permis transmiterea vocii omenești în cele dintii instalații de telefonie cu fir, precedind astfel cu mult difuzoarele, cuceririi ale secolului nostru, apărute numai în urma dezvoltării radio-emisfătoarelor și receptoarelor echipate cu tuburi electronice.

Din punct de vedere constructiv, căștile se împart în două mari grupe : *căști electromagnetice* și *căști piezoelectrice*.

Căștile electromagnetice sunt constituite, în general, din două receptoare telefonice, legate între ele prin una sau două benzi elastice de metal, reglabile, care permit aşezarea și ajustarea căștilor pe capul ascultătorului. Auditia este biauriculară.

Un receptor telefonic modern nu diferă mult de prima construcție realizată în secolul trecut. El este constituit dintr-o cutiuță din metal sau bachelită, în interiorul căreia se află polii unui magnet permanent. Fiecare pol este îmbrăcat într-o bobină, alcătuită din cîteva mii de spire din conductor foarte subțire ($0,05 \cdots 0,08$ mm), emailat. În fața magnetilor este plasată o membrană circulară, care la căștile obișnuite se confectionează din fier moale, iar la cele de calitate din aliaje speciale, de tipul μ -metal sau permaloy. Membrana este fixată în fața magnetilor prin intermediul unui capac cu filet, prevăzut în mijloc cu un orificiu circular sau cu cîteva găurile. Pentru a permite un reglaj aproximativ, membrana, a cărei grosime nu trece adesea de cîteva zecimi de milimetru, este separată de marginile cutiei printr-un inel de hîrtie. Bobinele fiecărui receptor telefonic se conectează în serie. La rîndul lor cele două receptoare sunt legate de asemenea în serie, prin intermediul unui șnur sau cordon, format din fire „leonice“ (firisoare de mătase, pe care sunt bobinate conductoare de cupru plate și foarte subțiri, ce asigură rezistență la uzură și o flexibilitate foarte mare).

Structura internă a unei căști electromagnetice este arătată în figura 205.

La unele căști distanța dintre membrană și magneti poate fi reglată, membrana fiind fixată direct pe capac. Înșurubînd sau deșurubînd capacul se poate găsi distanța pentru care tăria receptiei este maximă. Această poziție se fixează cu ajutorul unui inel de blocare, filetat.

Sensibilitatea căștii depinde de numărul de spire al bobinelor și de intensitatea cîmpului dat de magneti.

Din punct de vedere electric, căștile utilizate în radio-tehnică sunt caracterizate prin *impedanța* (rezistență în curent alternativ) pe care o au. Impedanța caracterizează — aproximativ — sensibilitatea căștilor. În mod obișnuit impedanța căștilor este de $2\ 000 \cdots 4\ 000\Omega$. Căștile utilizate în receptoarele de telefon obișnuite nu sunt indicate pentru receptia radiofonică, avînd o impedanță foarte scăzută (maximum $150\ \Omega$).

De multe ori în receptoare pot fi utilizate, simultan, mai multe peretechi de căști, care se montează în paralel.

Sensibilitatea unei căști poate fi constată ușor făcându-le să se atingă între ele. Stabilirea contactului se traduce printr-o ușoară poenitură în casca. Cu cît poenitura este mai puternică, cu atât casca este mai sensibilă.

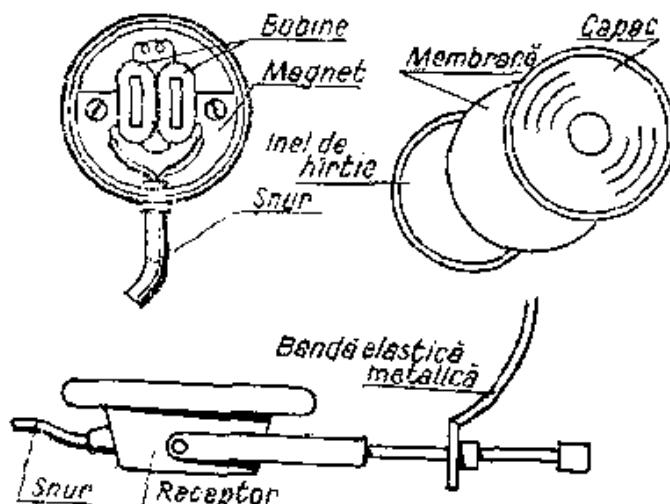


Fig. 205.

Este mai puternică, cu atât casca este mai sensibilă. Fenomenul se explică prin aceea că fișele udate și ținute în mână reprezintă o sursă de curent (pilă electrică) foarte slabă.

Cu timpul magnetii căștilor se demagnetizează și ele își pierd sensibilitatea. Neajunsul se poate înălța, pentru o bună perioadă de timp, remagnetizându-le. Operația se realizează conectând căștile, pentru un timp scurt (o secundă), la o tensiune continuă de 200—250 V, dată, spre exemplu, de un redresor anodic.

Căștile piezoelectrice. Cu toate că au o sensibilitate mult mai mare decât surorile lor electromagnetice, căștile piezoelectrice sunt utilizate pe scară mai restrânsă, din cauza costului lor ridicat.

Ca formă exterioară, casca piezoelectrică nu diferă mult de cea electromagnetică, însă construcția ei este fundamental deosebită. În figura 206 se prezintă, schematic, un receptor piezoelectric. După cum se poate observa, sistemul electromagnetic al căștii clasice este înlocuit aici, ca și la microfonul piezoelectric, prin două plăcuțe subțiri din cristale de sare de Seignette. Plăcuțele sunt lipite între ele și sunt prevăzute cu două contacte de foițe metalice, dispuse la două colțuri opuse (în diagonală). Una din foițe se află în contact cu suprafetele interioare ale plăcuțelor, iar cealaltă cu suprafetele exterioare. La foițe sunt lipite două conductoare care se leagă în continuare, prin două șuruburi

la cordonul căștilor. Plăcuțele acestea formează un *element piezoelectric* care, pentru a proteja cristalul de socuri și de umiditate dăunătoare, se îmbracă în celuloid. Elementul piezoelectric se fixează de cutia receptorului numai de trei colțuri. Colțul rămas liber se lipește la o membrană conică din foile aluminiu.

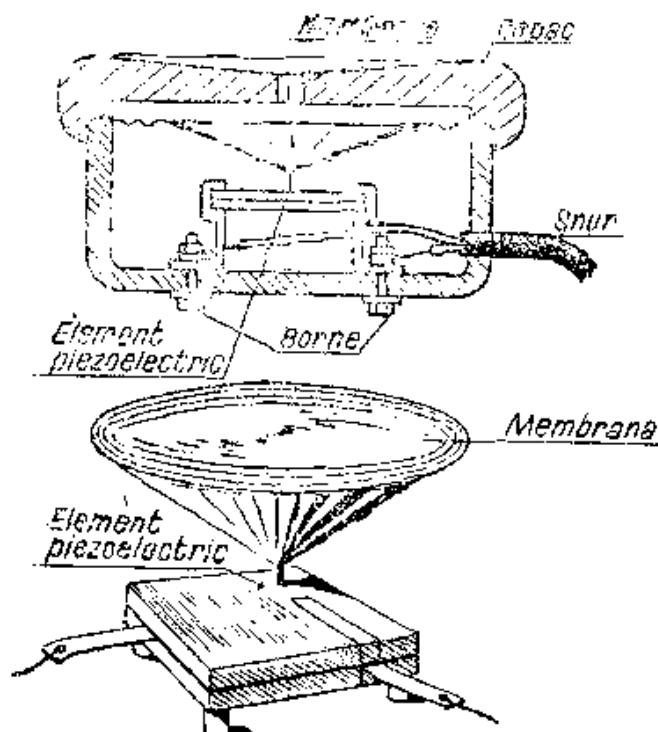


Fig. 206.

În afară de căștile electromagnetice și piezoelectrice se mai întrebunează, pe scară redusă, și căști dinamice care, din punct de vedere constructiv, se aseamănă cu microfoanele dinamice, descrise anterior sau cu difuzoarele din aceeași familie, pe care le vom descrie în rîndurile care urmează.

B. Difuzoarele. Multă vreme căștile au constituit singurul dispozitiv de convertire a oscilațiilor electrice în oscilații acustice. O dată cu ivirea receptoarelor cu tuburi, cu amplificare mare în audiofreqvență, s-a simțit nevoie unui alt dispozitiv care să permită audiuția colectivă, înălăturând astfel cea mai mare servitute a căștii obișnuite. Acesta a fost difuzorul.

După construcție, difuzoarele pot fi împărțite în: electromagnetice și dinamice. Recent au mai fost create și alte tipuri de difuzoare (piezoelectrice, electrostatice etc.), dar nu le vom aminti aici, deoarece la noi nu sunt încă utilizate pe scară largă.

Sub acțiunea tensiunilor alternative primite de la ieșirea etajului final al radioreceptorului, plăcuțele încep să vibreze, datorită așa-numitului *efect piezoelectric*. Vibrațiile lor se transmit membranei, care le amplifică și le transformă în sunete.

Din punct de vedere muzical, casca piezoelectrică este mult superioară celei electromagnetice, reproducînd fidel o gamă mult mai mare de frecvențe. Neajunsul ei îl constituie însă faptul că este foarte fragilă,

Bornele la care se conectează căștile piezoelectrice se suntează de obicei cu o rezistență de $1-2\text{ M}\Omega$.

Difuzoarele electromagnetice. Primele difuzoare din această categorie au fost de fapt niște căști gigantice, care aveau plasate în dreptul găurii capacului niște pîlnii (cornete acustice). Pentru reglaj, membraanele acestora erau prevăzute cu un buton exterior. Un asemenea difuzor poate fi văzut în figura 207.

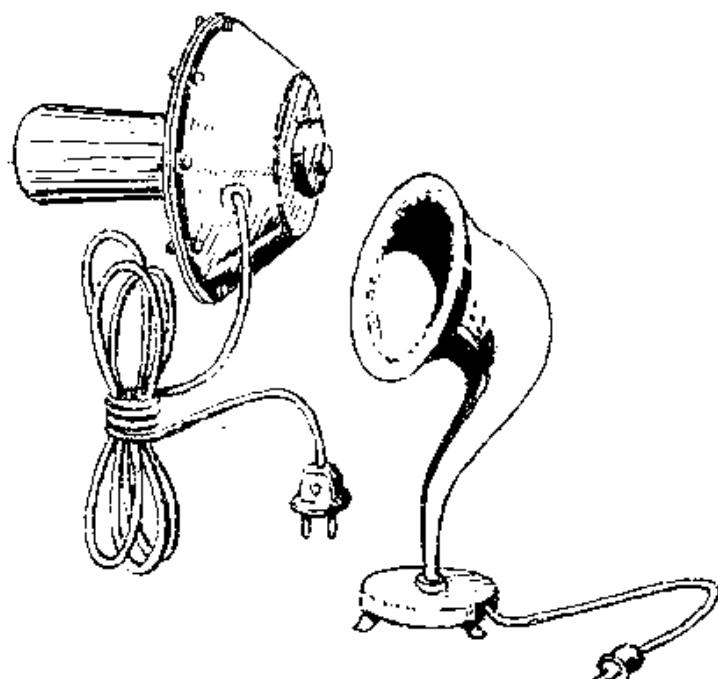


Fig. 207.

Difuzoarele cu pîlnie erau foarte sensibile, dar din punct de vedere muzical nu erau fidele, redînd puternic și distorsionat notele ascuțite și aproape de loc pe cele grave. Pentru receptoarele cu cristal (cu galenă) erau însă foarte indicate ; ele mai pot fi întîlnite astăzi numai în colecțiiile de antichități radiotehnice.

Ulterior au apărut difuzoare mai perfecționate. Acestea au fost difuzoarele cu *paletă echilibrată*. Construcția schematică a unui astfel de difuzor este arătată în figura 208. După cum se vede, la unul din polii unui magnet puternic, în formă de potcoavă, se fixează o paletă de oțel, groasă de 0,5—2 mm, denumită și armătură. Al doilea capăt al armăturii este îndreptat spre celălalt pol al magnetului și introdus în întrefierul unei piese polare, în care poate să vibreze. Piesa polară, care are forma literei „C”, este confectionată din oțel special și are la capătul superior bobină din conductor foarte subțire, prin care trece curentul ce excită difuzorul.

Cînd curentul parcurge bobina, paleta, care înainte se afla în echilibru, exact în mijlocul piesei polare, este atrasă sau respinsă de polii

acesteia după sensul curentului. Mișcările ei sunt transmise unei membrane conice din hârtie prin intermediul unei tije numite niplu. Membrana, oscilând înainte și înapoi, pune în mișcare o masă importantă de aer, generînd astfel sunetele.

Difuzoarele cu paletă echilibrată prezintă însă un dezavantaj apropiabil, în sensul că vibrațiile și limitate de spațiul restrîns al piesei polare. Din această cauză sunetele foarte înalte sau foarte joase sunt alterate.

Mai bune sunt difuzoarele cu paletă liberă, la care paleta nu mai este introdusă în interiorul piesei polare, ci fixată deasupra polilor magnetului, cu ajutorul unui resort fin. Acesta menține distanța dintre magnet și capătul liber al paletei care, în acest fel este mai liberă și nu-l poate atinge.

Membranele de calitate ale difuzoarelor se execută din hârtie specială, fără rezonanță proprie (pentru a nu introduce frecvențe străine în gama de sunete reproducute).

Difuzoarele dinamice. Aceste difuzoare se folosesc în majoritatea radioreceptoarelor moderne produse în industrie sau de amatori, deoarece asigură o redare mai fidelă a sunetelor. În comparație cu difuzoarele electromagnetice ele consumă o energie de audiofrecvență mai mare.

Principiul lor de funcționare se bazează pe acțiunea reciprocă dintre cîmpul permanent al unui magnet sau electromagnet și conductorul parcurs de un curent electric (legea lui Laplace).

Un difuzor dinamic clasic este alcătuit dintr-un magnet sau electromagnet puternic, o bobină mobilă, înfășurată pe o carcăsă scurtă, care face corp comun cu o membrană conică vibrantă (confectionată din hârtie cu masă redusă și cu frecvență de rezonanță proprie foarte ridicată) și un șasiu de formă specială, din aluminiu, bachelită sau carton presat, care suportă întregul ansamblu. Marginile membranei sunt ondulate, pentru a-i permite o deplasare ușoară, și sunt fixate prin lipire cu clei de inelul periferic al șasiului. Bobina mobilă se mișcă axial, fără fricție, într-un întrefier creat între orificiul circular din mijlocul armaturii magnetului și pivotul său cilindric. Centrul se obține cu aju-

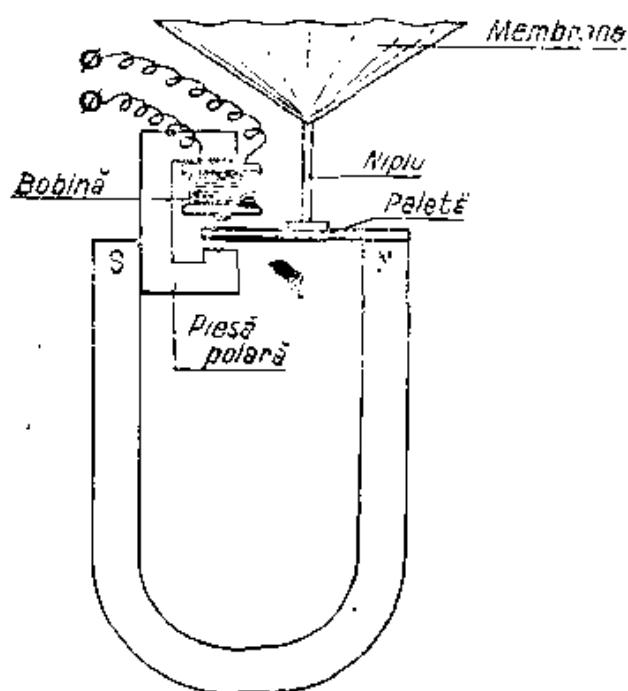


Fig. 208.

torul unei piese speciale (numită uneori *spider*) care suportă orice joc lateral, permășind numai deplasări longitudinale. Bobina este constituită din cîteva zeci de spire înfășurate într-unu sau două straturi, cu conductor emailat de 0,15—0,25 mm, iar capetele de ieșire sunt confecționate din liță izolată.

Bobinele mobile sunt calculate să lucreze cu tensiuni reduse și cu intensități de curent relativ ridicate, impedanțele lor fiind cuprinse în general între 1,5 și 5Ω și, mai rar, 10—15Ω. De aceea ele nu pot fi niciodată conectate direct în circuitul anodic al tubului final al receptorului sau amplificatorului. Conectarea lor se face numai prin intermediul unui transformator de ieșire (după cum am arătat la subcapitolul „Transformatoarele de ieșire”).

În figura 209 a se poate vedea construcția și reprezentarea schematică a unui difuzor permanent dinamic obișnuit.

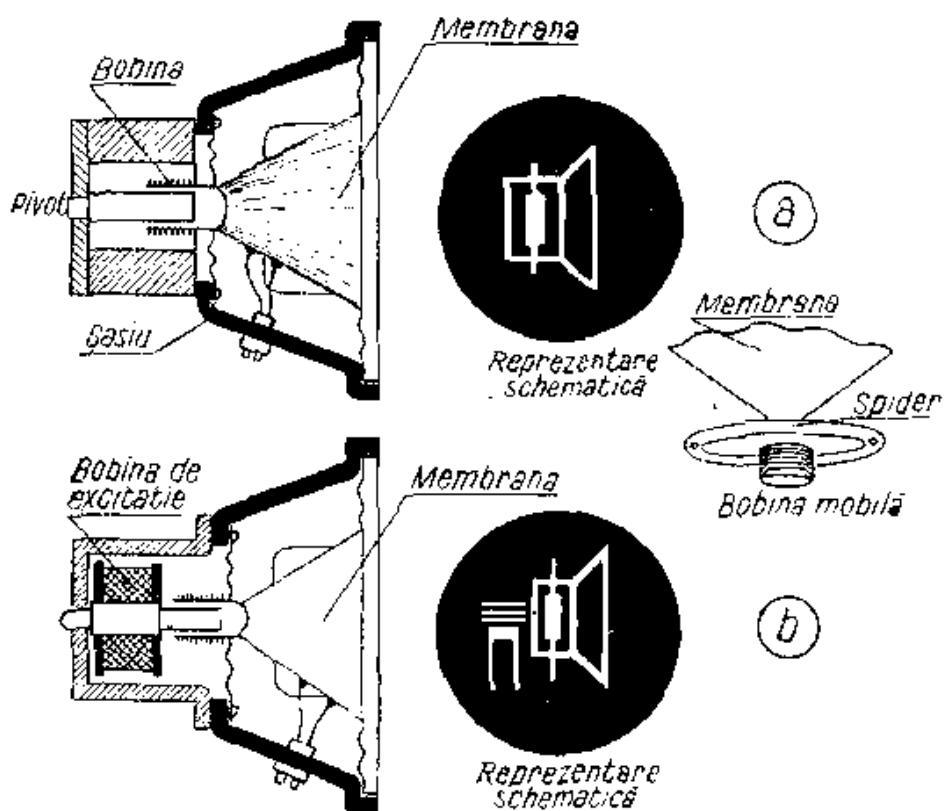


Fig. 209

Funcționarea unui difuzor dinamic se înțelege foarte ușor. Cînd radio-receptorul este în stare de funcțiune, transformatorul său de ieșire furnizează bobinei mobile un curent de intensitate variabilă, ale cărui pulsării sunt în concordanță cu sunetele produse înaintea microfoanelor stației de radio. Fiind ușoară și plasată în cîmpul puternic creat de magnet,

bobina va fi împinsă cînd intr-o parte, cînd înîlț-alta, după sensul curentului care o străbate. Oscilațiile sale vor fi transmise mai departe membranei, cu care face corp comun, și transformate în acest fel de sunete.

Difuzoarele dinamice la care cîmpul magnetic este produs de un magnet permanent sunt denumite *permanent-dinamice*. Magnetul lor este turnat din aliaje speciale de oțel (cu cobalt, cu adaus de tungsten, crom sau molibden, sau cu nichel și aluminiu) sau este ceramic, cu oxizi puternic magnetizați (cum sunt magneții difuzoarelor moderne produse în prezent și la Uzina „Electronica“).

Mai există însă și difuzoare la care cîmpul magnetic este creat de un electromagnet. La acestea, peste pivotul central se aşază *bobina de excitație* care are un mare număr de spire (fig. 209 b). Cînd prin bobină trece un curent continuu, în întregier apare un cîmp magnetic puternic. Acestea sunt *difuzoarele electrodinamice*.

Difuzoarele de acest tip pot fi utilizate numai în receptoarele alimentate de la rețea, deoarece consumă o cantitate apreciabilă de energie pentru alimentarea bobinei de excitație.

Capitolul VI

AMPLIFICATOARE DE AUDIOFRECVENȚĂ

I. Definiție. Parametri de bază

Amplificatoarele de audiofrecvență sunt dispozitive echipate cu tuburi electronice care permit transformarea curentilor sau tensiunilor de joasă frecvență, ce se aplică la bornele lor de intrare, în curenti și tensiuni de aceeași frecvență dar de amplitudini amplificate, care se culeg de pe bornele lor de ieșire.

Din punct de vedere teoretic, un amplificator echivalează cu un generator cu excitație separată, excitație ce poate fi constituită de orice sursă de tensiune alternativă (de exemplu un microfon, ieșirea unui etaj de detecție dintr-un radioreceptor etc.).

Mărurile fundamentale caracteristice pentru funcționarea oricărui amplificator sunt:

A. *Coefficientul de amplificare*: $A = \frac{U_{ie}}{U_I}$, care reprezintă raportul dintre tensiunea aplicată la bornele de intrare U_I și tensiunea de ieșire U_{ie} și care depinde de coeficienții similari ai etajelor de amplificare din care este constituit.

B. *Puterea de ieșire (în wați)*, care este puterea în curent alternativ de audiofrecvență, pe care este capabil să o producă la bornele sale de ieșire,

C. *Banda de frecvențe (de trecere)*, care arată între ce frecvențe limită se produce amplificarea fără distorsiuni.

D. *Gradul de distorsiuni (%)*, care arată câte procente de armonici parazite se adaugă la ieșirea amplificatorului sunetului fundamental aplicat la bornele de intrare sau cu câte procente se atenuează amplificarea pentru anumite frecvențe.

Sub acest aspect este necesar să rețineți că distorsiunile semnalului amplificat sunt de două feluri: *liniare* sau *de frecvență și neliniare**.

Distorsiunile liniare se manifestă prin atenuarea amplificării, pentru anumite frecvențe, iar cele neliniare prin adăugirea de armonici parazitare la sunetul fundamental amplificat.

2. Tipuri de etaje amplificatoare

Etajele de amplificare se împart în două categorii: *de tensiune* și *de putere*. Astfel, etajul de la intrarea unui sistem (lanț) de amplificare reprezintă un amplificator de tensiune sau un preamplificator. Asemenea etaje sunt echipate de obicei cu tuburi de putere mică, întrucât rolul lor este de a amplifica cât mai mult și fără distorsiuni tensiunea aplicată la intrarea lor. În realitate, asemenea etaje amplifică și puterea oscilațiilor, însă regimul lor de funcționare este în așa fel ales, încât amplificarea maximă revine tensiunii și nu puterii.

Tensiunea produsă la ieșirea amplificatorului de tensiune constituie tensiunea de excitație necesară pentru acționarea restului etajelor care constituie un *amplificator de putere sau final*. Acesta din urmă este înzestrat, de regulă, cu unul sau două (rareori mai multe) etaje cu tuburi de mare putere.

Funcție de tipul sarcinii anodice, amplificatoarele de audiofrecvență se clasifică în: *amplificatoare cu rezistențe*, *cu bobină de soc și cu transformator sau autotransformator*.

În fine, raportate la regimul de funcționare, amplificatoarele se mai împart în clase notate prin litere. Astfel, dacă punctul de funcționare A se află în porțiunea rectilinie a caracteristicii (fig. 210) și întreaga porțiune de lucru este rectilinie, amplificatorul nu introduce, practic distorsiuni neliniare; acest regim, numit *regim clasă A*, se folosește în aproape toate amplificatoarele de tensiune, deși randamentul său este mic, întrucât, în timpul funcționării, amplitudinea curentului este mai mică decât în absența semnalului amplificat.

Dacă se deplasează punctul de funcționare (B, în fig. 210) spre partea inferioară a caracteristicii, iar amplitudinea oscilațiilor este atât de mare încât se poate neglija cotelul inferior al caracteristicii și, deci, se poate presupune că întreaga porțiune de lucru este rectilinie, pentru semiperioadele pozitive ale tensiunii de grilă, amplificatorul reproduce forma curentului aproape fără distorsiuni (*regim clasă B*). Acest regim

* Vezi capitolul precedent.

se utilizează mult în amplificatoarele de putere simetrice (în *contrain* sau *push-pull*), deoarece are randament mult mai mare decât regimul clasa A.

Combinând regimurile clasa A și B se pot obține regimuri combinate clasa AB. În acest caz punctul de funcționare se află tot în regiunea

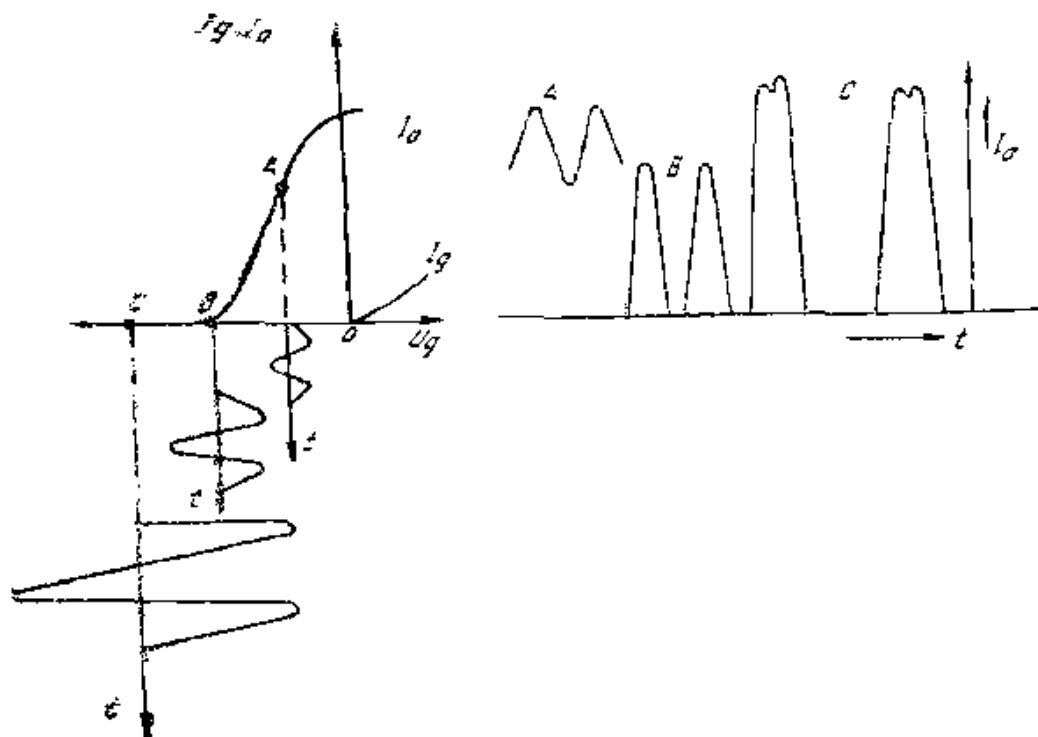


Fig. 210.

cotelui inferior, dar poziția sa este astfel aleasă, încit curentul de reținut să fie nul. Practic, există două cazuri de funcționare în clasa AB. Astfel, regimul *AB₁* se caracterizează prin lipsa curenților de grilă, adică funcționează numai în domeniul tensiunilor negative. În regimul *AB₂*, funcționarea are loc cu tensiuni pozitive pe grilă, adică cu curenți de grilă.

În sfîrșit, dacă se deplasează punctul de funcționare și mai mult spre stînga (C, Fig. 210), randamentul amplificatorului crește și mai mult; în acest caz cresc, însă, și distorsiunile introduse.

Din această cauză acest regim (clasa C) se evită în amplificatoarele de audiofreqvență, folosindu-se cu precădere în radioemisioare, ca amplificator de radiofreqvență, deoarece în asemenea caz distorsiunile nu sunt eliminate prin utilizarea circuitelor oscilante acordate pe frecvența fundamentală.

3. Amplificatoare de tensiune

Amplificatorul cu rezistențe. Cel mai răspândit montaj de amplificator de tensiune este *amplificatorul cu rezistențe* (fig. 211).

Tensiunea alternativă U_{ng_1} furnizată de generatorul G se aplică grila primului tub; ca urmare, curentul anodic al acestuia devine p-

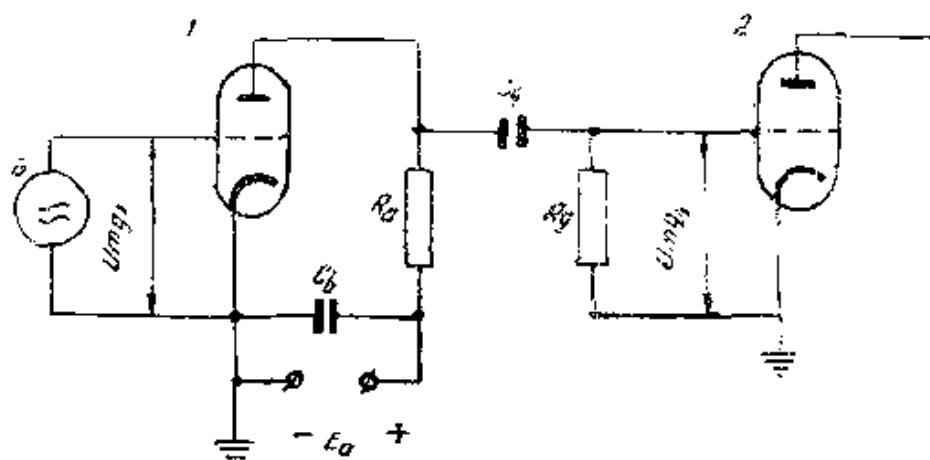


Fig. 211.

toriu, componenta lui continuă trecând prin rezistența de sarcină R_g , prin sursa anodică, iar componenta alternativă prin aceeași rezistență R_g și prin condensatorul de blocaj C_b .

Tensiunea alternativă amplificată, care apare la capetele rezistenței de sarcină R_g , se aplică pe grila tubului etajului următor, prin intermediul condensatorului de cuplaj C_g . Acesta, ca orice condensator, permite trecerea tensiunilor alternative și o împiedică pe a celor continue, respectiv și pe a componentei continue (anodică) a primului tub, înțelejind astfel grila tubului următor împotriva unei pozitivări.

Împreună cu condensatorul C_g se conectează obligatoriu și *tenșă de grilă* R_g , numită și *rezistență de scurgere*. Dacă aceasta nu există, în cursul fiecărei semiperioade pozitive a tensiunii să fie aplicate pe grila tubului 2, grila va atrage un număr de electroni de catod și aceștia, nemaiavând pe unde să se scurgă, se vor întâlni în cantitate atât de mare, încât grila va deveni puternic negativă și se va bloca.

Același fenomen se poate produce chiar și fără semnal pe grila respectivă, datorită electronilor reziduali, care se întâlnesc în cursul trecerii spre anod.

Amplificatorul cu bobină de soc. Căderea de tensiune continuă în rezistență anodică R_a a amplificatorului cu rezistențe nu este de dorit, deoarece impune să se mărească apreciabil f.e.m. a sursei de alimentare. Este ușor de înțeles că această cădere nu este necesară. Într-adevăr, dacă în schema din figura 211 se înlocuiește rezistența R_a cu o induc-

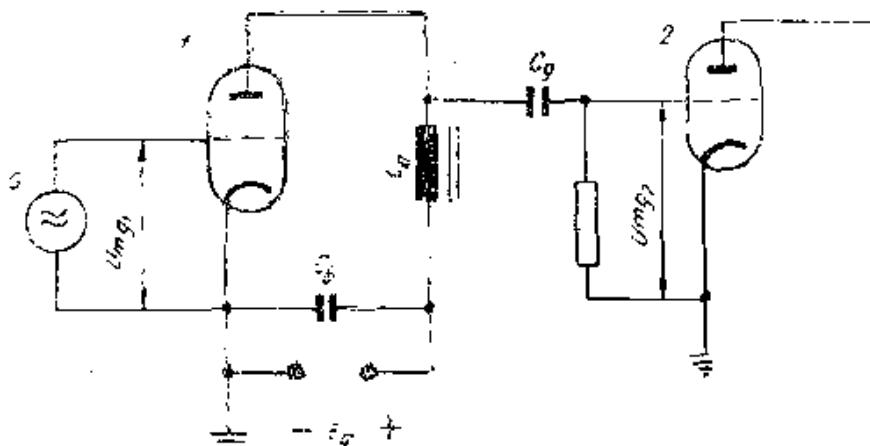


Fig. 212.

tanță L_a (cu rezistență neglijabilă), ca în figura 212, la bornele acestei inductanțe se va produce, ca și în cazul precedent, o cădere de tensiune alternativă; în același timp, tensiunea continuă va fi aplicată, practic, în întregime tubului 1.

În amplificatorul cu bobină de soc, caracteristica prezintă o dependență față de frecvență mai pronunțată decât într-un amplificator cu rezistențe; în afară de aceasta, deoarece inductanța și capacitatea formează un circuit oscilant, se ajunge la fenomene de rezonanță, apărînd astfel o amplificare „selectivă” (a unui anumit domeniu de frecvențe). Din cauză acestor dezavantaje, amplificatoarele cu bobină de soc se folosesc mai rar.

Amplificatorul cu transformator. În amplificatoarele de tensiune de audiofrecvență cu transformator (fig. 213), circuitul anodic al tubului 1 (care, de obicei, este o triodă sau o pentodă cu rezistență internă mică) are ca sarcină înfășurarea primară a unui transformator, cu miez feromagnetic, zis *de cuplu*, sau *driver* (înfășurarea secundară a acestuia furnizînd tensiunea care se aplică la grila tubului următor).

Transformatorul este de obicei ridicator de tensiune, cu raportul de transformare $n=2\dots 5$.

Schema cu transformator prezintă un dezavantaj esențial: componenta anodică continuă, trecînd prin înfășurarea primară, poate produce o magnetizare apropiată de cea de saturatie; magnetizarea suplemen-

tară, datorată curentului alternativ, va produce atunci saturarea completă în timpul semiperioadelor pozitive, iar curba f.e.m. de inducție nu va avea o formă identică cu curba curentului (distorsiuni neliniare). Pentru înălțurarea distorsiunilor se utilizează tuburi cu curent anodic mic sau se practică în iniez un întrefier îngreunându-i astfel magnetizarea.

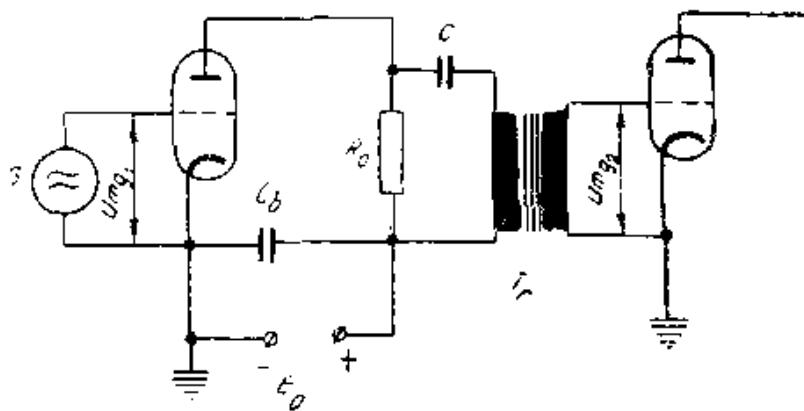


Fig. 213.

Rezultatele mai bune se pot obține, însă, folosind o schema cu transformatorul conectat în paralel, ca în figura 214 (amplificator cu rezistență și transformator). În acest caz componenta continuă trece prin rezistență R (care poate fi înlocuită printr-o bobină de șoc), iar componenta alternativă trece prin transformator.

Tensiunea de negativare în amplificatoare. Tensiunea de negativare se utilizează în amplificatoare pentru a deplasa punctul de funcționare spre stînga pe caracteristică, în scopul evitării apariției curenților de grilă care produc distorsiuni neliniare, precum și pentru a măsura componenta continuă a curentului anodic.

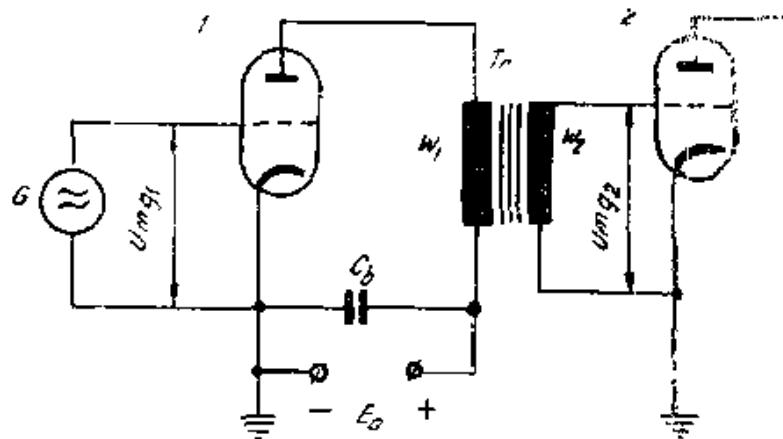


Fig. 214.

În practică se utilizează, în ordinea răspândirii, două sisteme de negativare: *negativare automată* și *negativare fixă (separată)*.

Principiul negativării automate, în care se folosește o mică parte din tensiunea anodică, este arătat în figura 215 a — pentru tuburile

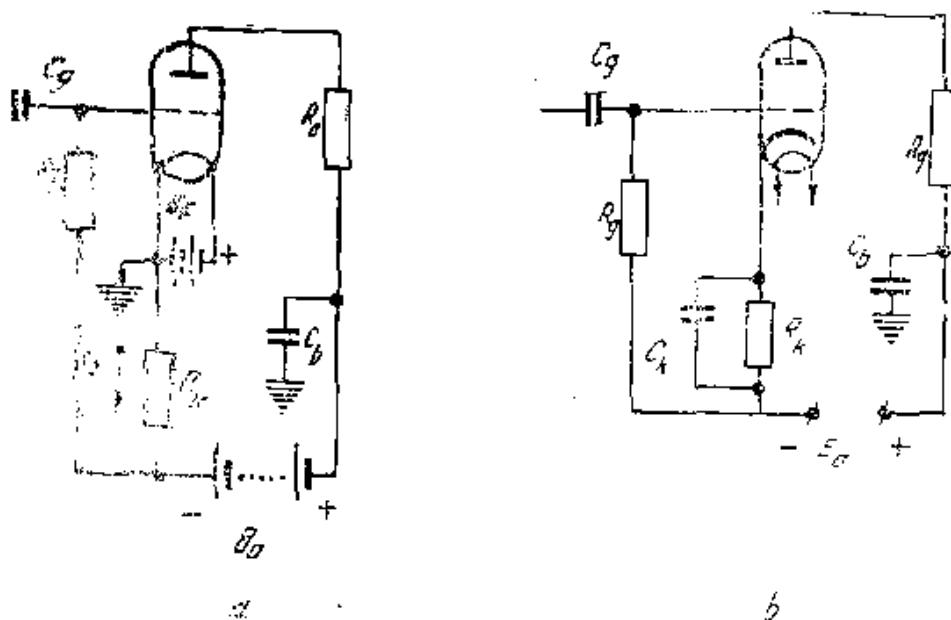


Fig. 215.

cu încălzire directă — și în figura 215 b — pentru cele cu încălzire indirectă.

După cum observați, în circuitul anodic se inseriază între catod (minusul tensiunii de filament B_f , la tuburile cu încălzire directă) și minusul sursei anodice o rezistență specială R_k , numită *rezistență de negativare*. Ea face parte, în același timp, și din circuitul de grilă și din cel anodic. Componenta continuă a curentului anodic I_a produce la bornele rezistenței R_k o cădere de tensiune, capătul acesteia dinspre B_f având, evident, un potențial negativ față de celălalt capăt, legat de catod. Prin urmare, grila va primi de asemenea o tensiune de negativare egală cu căderea de tensiune E_g produsă de I_a pe R_k .

Valoarea acestei tensiuni se determină simplu, cu ajutorul legii lui Ohm:

$$E_g = I_a \cdot R_k$$

Când este vorba de mai multe etaje de amplificare, tensiunea automată de negativare se obține ca în figura 216 a și b.

Negativarea fixă, în care tensiunea de negativare este obținută de la o sursă separată, constituie cea mai veche și, totodată, cea mai simplă metodă de negativare. Ea constă în conectarea unei surse separate de

curent continuu în circuitul de grilă (fig. 217 a și b). Sursa poate fi un element uscat, o baterie de acumulatoare sau o tensiune redresată și filtrată, furnizată de o înfășurare separată a unui transformator de rețea.

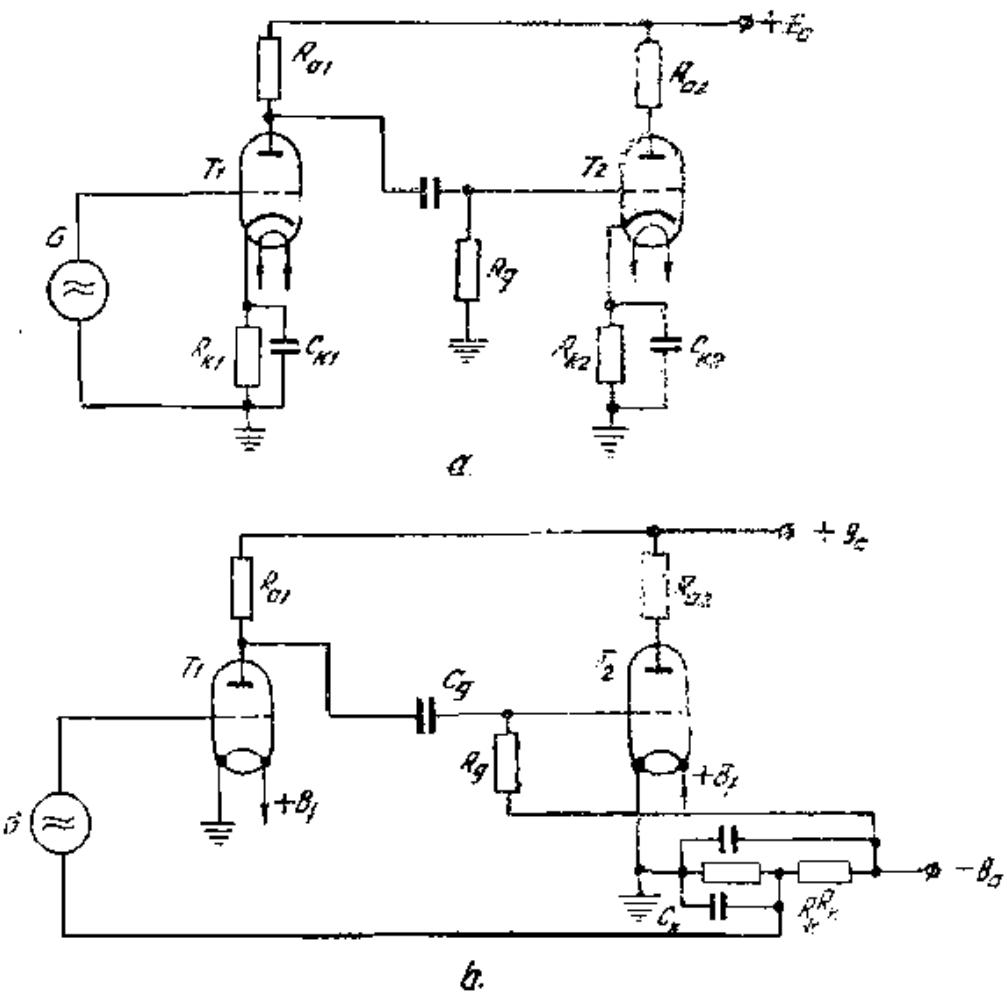


Fig. 216.

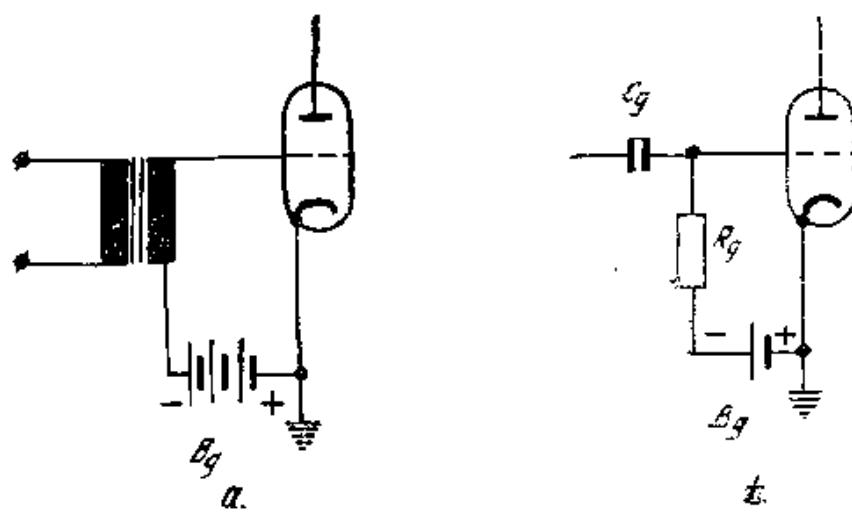


Fig. 217.

Această metodă este însă mai scumpă și, ca atare, nu se poate folosi decât atunci cînd este neapărat necesară (în amplificatoarele în contracîmp, în clasă B).

4. Amplificatoare de putere

Stim că un amplificator de putere trebuie să mărească mult puterea oscilațiilor de audiofreqvență, cu distorsiuni minime, și să transmită această putere sarcinii, care — de obicei — este un difuzor.

Amplificatorul transmite o putere maximă impiedanței de sarcină numai cînd aceasta are o valoare anumită. Teoretic și practic s-a stabilit că pentru obținerea unei puteri corespunzătoare la ieșire, rezistența de sarcină R_a a etajului final trebuie să aibă următoarele valori, în comparație cu rezistența internă R_t a tubului: pentru triode, $R_a = 2 R_t \dots 3 R_t$; pentru pentode și tetrode cu fascicul dirijat, $R_a = 0,1 R_t \dots 0,2 R_t$.

Etajul final poate fi cuplat cu etajele precedente prin oricare din schemele indicate anterior (prin rezistență, bobină de șoc, transformator etc.).

Etajele finale simple. Funcție de schema de conexiune a rezistenței de sarcină anodică, etajele finale simple (cu un singur tub) pot fi:

- cu ieșire directă (fig. 218 a) în care rezistența respectivă, recte difuzorul, se leagă direct;
- cu ieșire pe bobină de șoc (fig. 218 b);
- cu ieșire pe autotransformator (fig. 218 c);
- cu ieșire pe transformator (fig. 218 d).

După schema cu ieșire directă se conectează de obicei căștile în radio-receptoarele simple, cu tensiuni anodice scăzute, sau difuzele de tip paletă liberă, care au impedanță ridicată.

Schemele cu bobină de șoc și cu autotransformator se folosesc cu precădere în montajele ieftine, în care se urmărește economisirea unui transformator de ieșire, sau atunci cînd se dispune de un difuzor cu impedanță ridicată ori audiația se face la cască, la tensiuni anodice ce depășesc 40 V.

Cea mai răspîndită dintre schemele de ieșire este schema cu transformator care, în comparație cu celelalte, prezintă o serie de avantaje importante. Astfel, componenta continuă a curentului anodic trece prin primarul transformatorului de ieșire, fără să intre în difuzor. Datorită izolației dintre înfășurările transformatorului, difuzorul poate fi manipulat fără pericol de electrocutare. De asemenea, impedanța difuzo-

rului poate avea orice valoare, întrucât transformatorul se poate executa pentru oricare raport de transformare, ba chiar pentru mai multe, dacă se confectionează un secundar cu prize sau cu înfășurări multiple.

Metoda de calcul — simplificată — pentru un transformator de ieșire a fost arătată în subcapitolul „Transformatoarele de ieșire”.

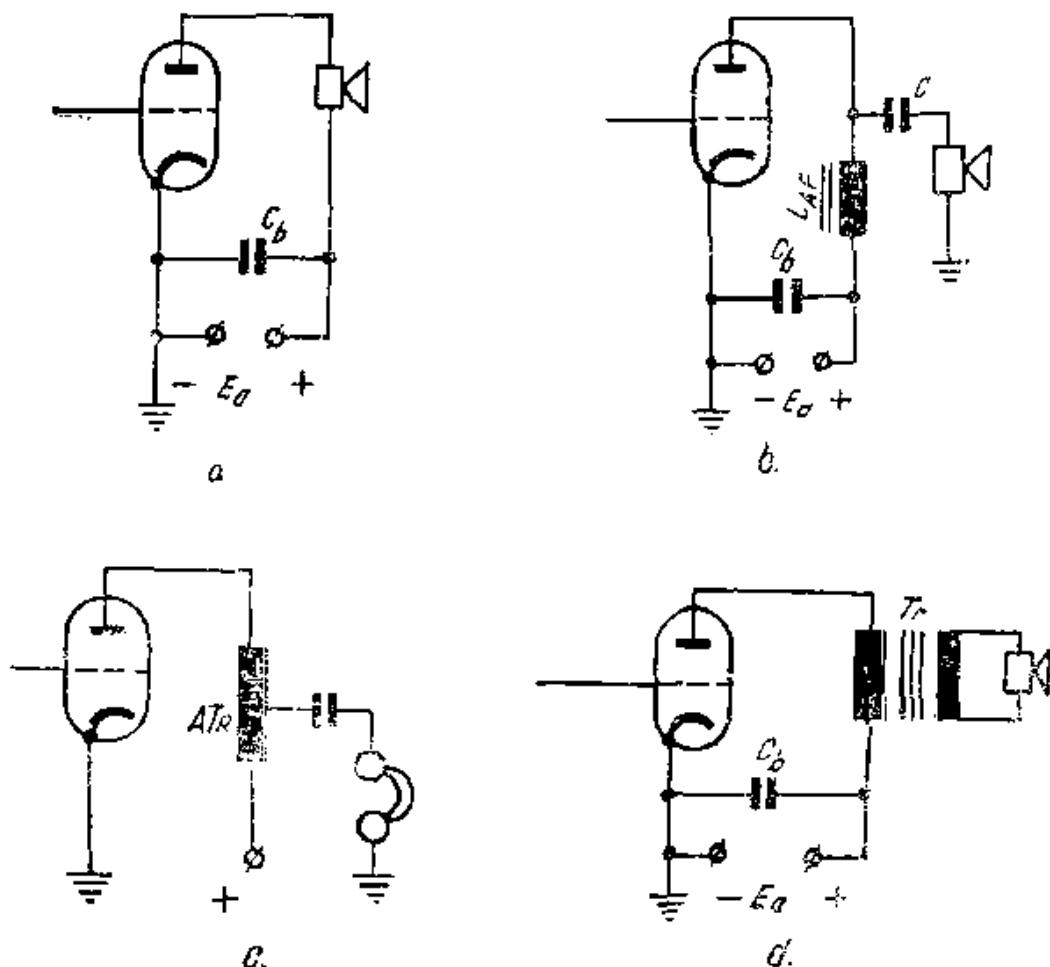


Fig. 218.

Atunci cînd se urmărește o audiere simultană în difuzor și în cască se folosește o schemă de ieșire combinată, ca în figura 219.

Etaje finale în contratimp. Cele mai perfectionate etaje de putere de audiofrecvență sunt etajele *simetrice sau în contratimp (push-pull)*, la care se utilizează două tuburi identice, excitate cu tensiuni de audiofrecvență egale dar opuse ca fază (fig. 220).

Tensiunea anodică se aplică la punctul median al transformatorului de ieșire T_{r2} . Sensul de înfășurare a spirelor este același în ambele jumătăți ale înfășurării primare, care sunt identice; de aceea cîmpurile

magnetice produse de componentele continue ale curenților anodici ai celor două tuburi (acești curenți circulă în sensuri opuse) se anulează astfel încât, dacă la grilele tuburilor nu se aplică tensiuni alternative, magnetizarea transformatorului este egală cu zero. În același mod este

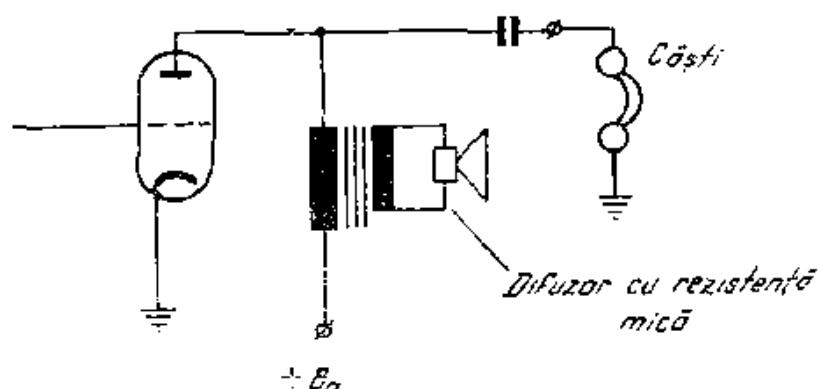


Fig. 219.

conectată și înfășurarea secundară a transformatorului T_{r1} legat la grilele tuburilor. Circuitele R_k , C_k produc tensiunile de negativare atunci cînd etajul funcționează în clasa A.

La înfășurarea primară a transformatorului T_{r1} se aplică tensiunea alternativă care urmează a fi amplificată. Ea face ca potențialele grilelor tuburilor să aibă variații egale ca amplitudine, dar opuse ca semn. Sensurile curenților, la un moment dat, sunt indicate în figură prin săgeți.

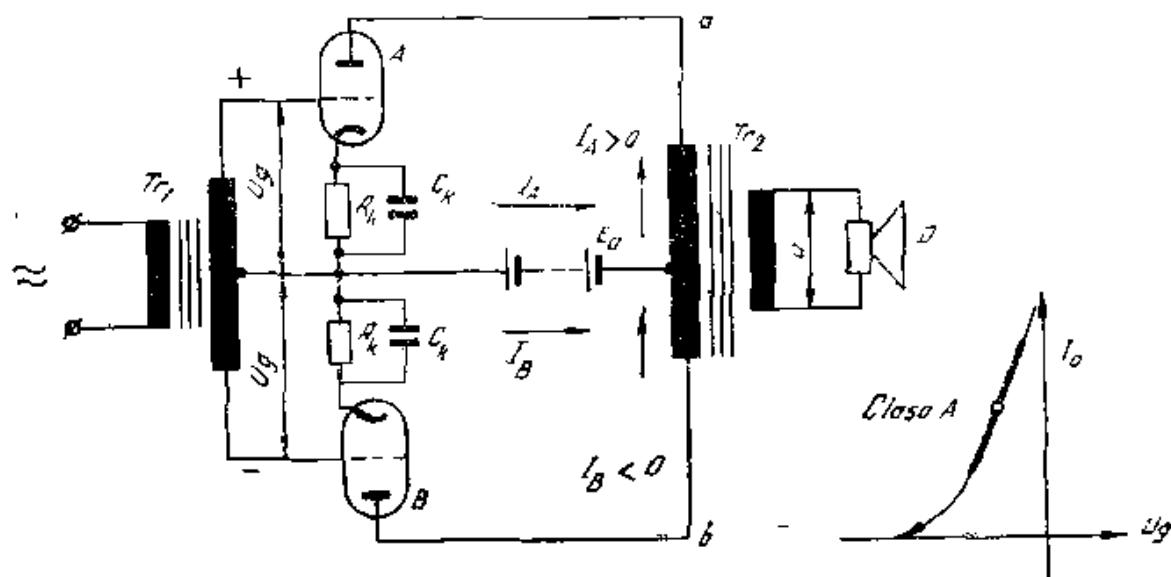


Fig. 220.

Să presupunem că punctul de funcționare a tubului A se găsește în poziția A (fig. 221), iar cel al tubului B , în punctul B . Dacă nu se aplică tensiuni alternative la grilele tuburilor, curentul anodic este dat de segmentul vertical AB (punctat). Dacă se aplică însă la grile o ten-

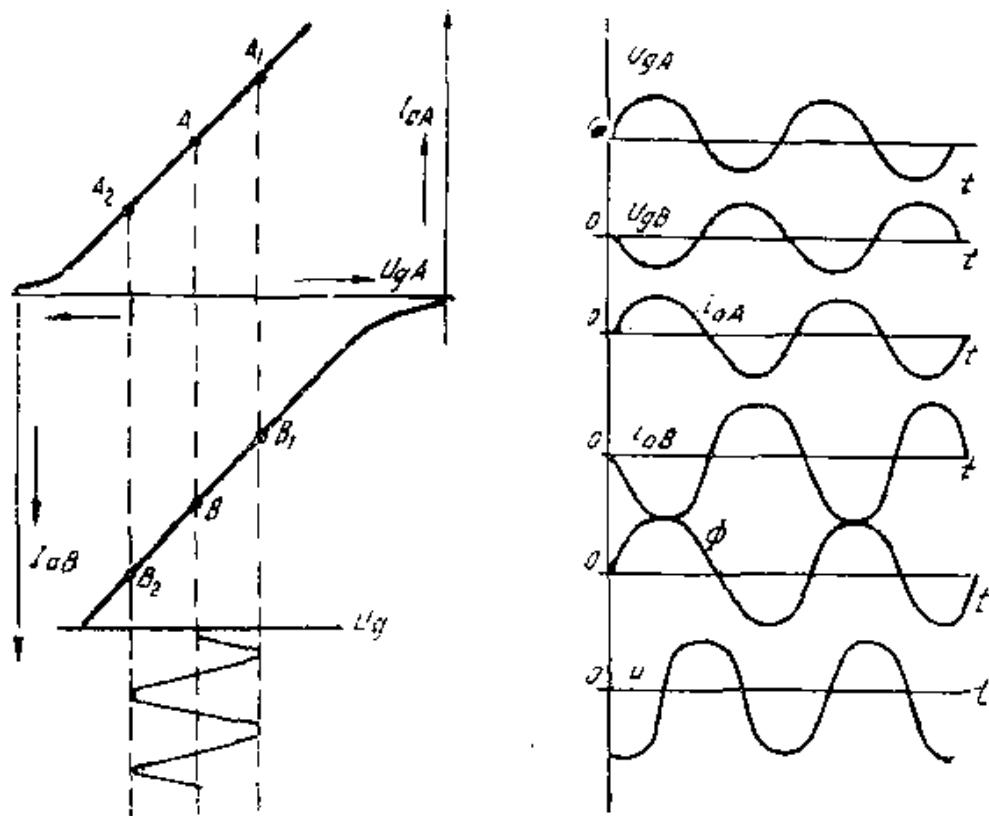


Fig. 221.

sijnă U_g , punctele de funcționare se deplasează, ocupând simultan pozițiile $A_1, B_1; A_2, B_2$ etc.

Variatiile tensiunii de grilă nu scot punctele de funcționare din limitele porțiunii rectilinii, astfel încit curentul anodic, reprezentat de segmentele verticale $A_1 B_1, A_2 B_2$, rămâne constant. În partea din dreapta a figurii sunt redată variatiile tensiunilor de grilă și ale curentilor din cele două jumătăți ale înfășurării transformatorului T_{r2} . Tot acolo este redată și variația fluxului magnetic total Φ al transformatorului (de la capătul B , către capătul A). Aceste variații produc tensiunea din înfășurarea secundară, care reproduce forma semnalului aplicat la grile tuburilor.

În amplificatorul în contratimp clasa A puterile celor două tuburi se însumează ; randamentul său nu depășește însă 30%. Pentru a mări randamentul și perțința a se produce puteri mai mari, se înțepănează tuburilor amplificatorului în contratimp un regim clasa B (fig. 222).

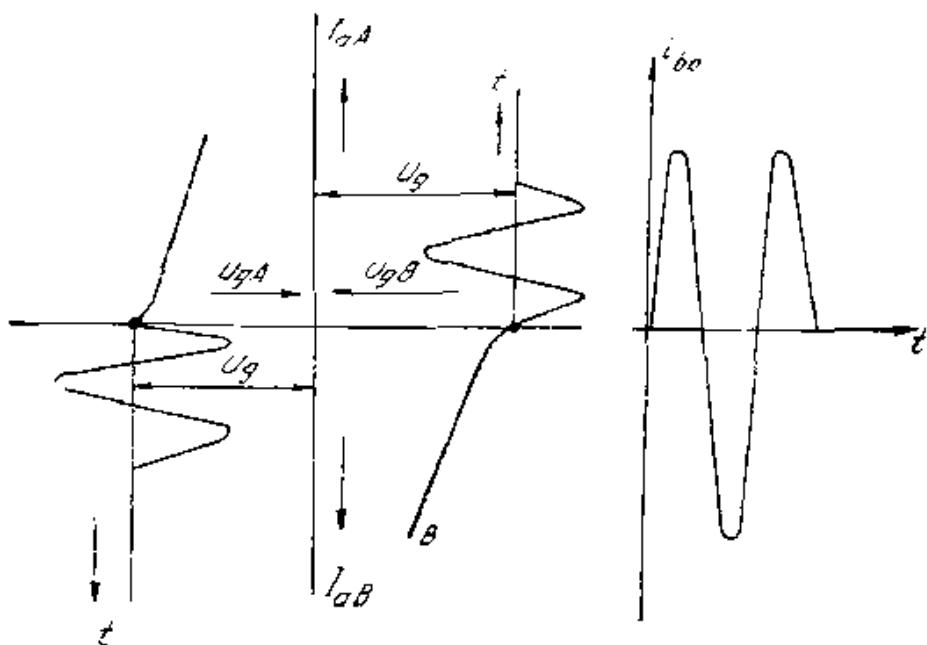


Fig. 222.

Schimbul circuitelor rămîne neschimbată, însă negativarea automată, produsă de rezistențele R_k , se înlocuiește cu o negativare fixă (U_g), luată de la o sursă separată, deoarece, cînd nu se aplică semnalele, curentul anodic al tuburilor trebuie să fie apropiat de zero.

Cînd potențialul grilei crește, punctul de funcționare se deplasează pe întreaga porțiune rectilinie a caracteristicii, astfel încît utilizarea tubului se îmbunătățește și randamentul amplificatorului crește. De fapt, în asemenea caz, fiecare tub funcționează în regim de redresare, însă pauzele în funcționarea unui tub sunt completeate datorită funcționării celuilalt tub ; ca urmare, forma curentului din înfășurarea transformatorului reproduce forma semnalului aplicat la grile. În acest caz caracteristica totală de lucru a schemei se compune din două caracteristici, care se completează una pe alta. La astfel de amplificare randamentul ajunge pînă la 60% ; distorsiunile sunt puțin mai mari decît în clasa A, dar pot fi făcute, totuși, destul de mici, folosind clasele combinate AB₁ sau AB₂, așa cum s-a arătat cînd s-a făcut clasificarea amplificatoarelor.

Trebuie să rețineți că avantajul principal al amplificatoarelor în contratimp constă în faptul că în clasa A curentul anodic este cons-

tant, iar în clasa B în curentul anodic nu se găsește nici o componentă cu frecvență egală cu frecvența semnalului (curentul pulsează cu frecvență dublă), ceea ce micșorează și multior cuplajele parazite prin sursa de alimentare.

5. Reglaje în amplificatoare

A. Reglajul volumului. În oricare amplificator de audiofrecvență se prevede un regulator manual de volum, constituit dintr-un potențiometru cu ajutorul căruia se poate varia tensiunea alternativă aplicată grilei.

În figura 223 se dă o schemă de reglaj pentru un etaj preamplificator, ataçat de un microfon dinamic, iar în figura 224 un *regulator compensat*, care înălătură curența fiziologică a urechii noastre, care percepă mult mai slab sunetele joase decât pe cele înalte. Condensatorul C are rolul de atenuator a frecvențelor audio ridicate și este necesar mai ales pentru audieri muzicale.

B. Reglajul tonului. Pentru controlul tonului se utilizează adeseori în amplificatoarele de audiofrecvență dispozitive de *toncontrol* care permit variația caracteristicii de frecvență și o dată cu ea a timbrului sunetului.

În figura 225 a se prezintă o schemă prin care se obține micșorarea amplificării frecvențelor audio înalte. Cu cât rezistența R a potențiometrului ($50 \text{ k}\Omega \cdots 100 \text{ k}\Omega$) va fi mai mică, cu atât primarul transformatorului de cuplaj va fi mai puternic șuntat de condensatorul C , a cărui valoare se alege în practică între $0,005$ și $0,01 \mu\text{F}$.

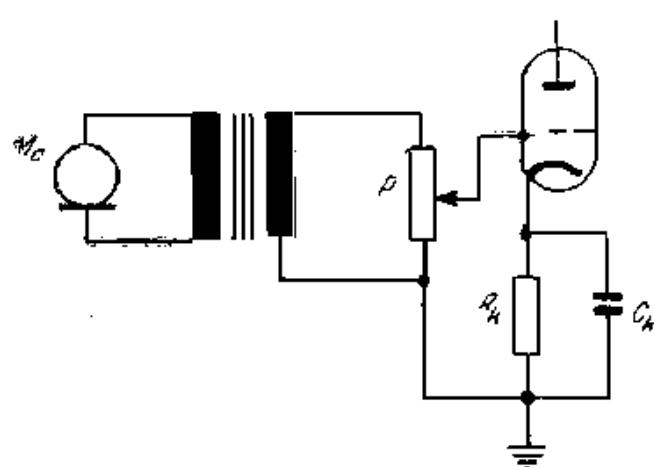


Fig. 223

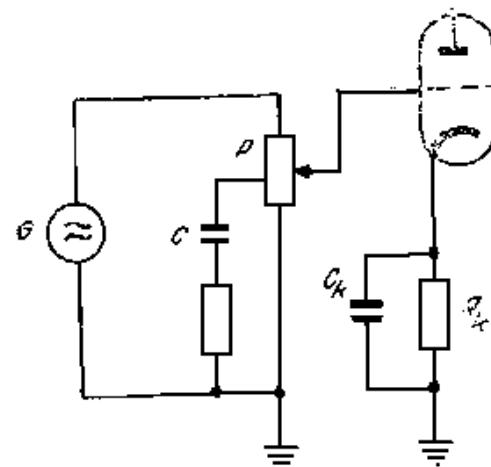


Fig. 224.

Toncontrolul din figura 225 *b*, înzestrat cu o bobină de soc în locul condensatorului, permite — dimpotrivă — mișcarea amplificării la frecvențele cobește.

În figura 225 *c* se prezintă o combinație din ambele sisteme, iar în figura 225 *d*, un toncontrol cu comutare de rezistențe (poate fi și de capacitate).

C. Reacția negativă. Deși nu intră în categoria reglajelor manuale (ca reglajele examineate la punctele *A* și *B*), reacția negativă contribuie automat la măsurarea distorsiunilor în amplificatoare, prin înapoierea unei părți din componenta alternativă anodică (tensiunea de reacție U_r) la grila de comandă a tubului. Tensiunea U_r , aflîndu-se în poziție de fază cu tensiunea semnalului de amplificat U_s , amplificarea scade, scăzînd proporțional și distorsiunile.

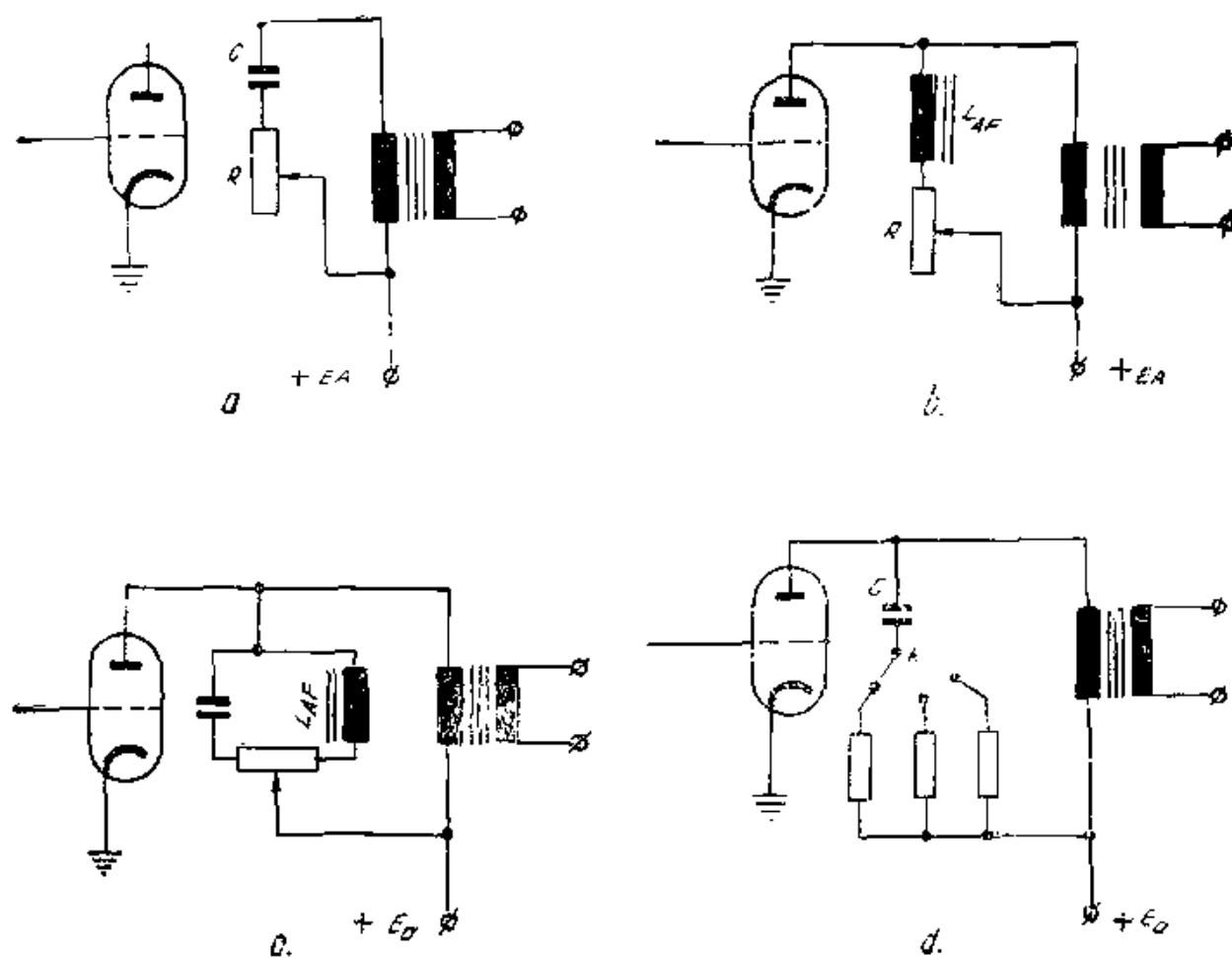


Fig. 225.

Aceasta se realizează în schema din figura 226 (schema „în derivatie“) prin grupul RC , dintre anodul și grila tubului.

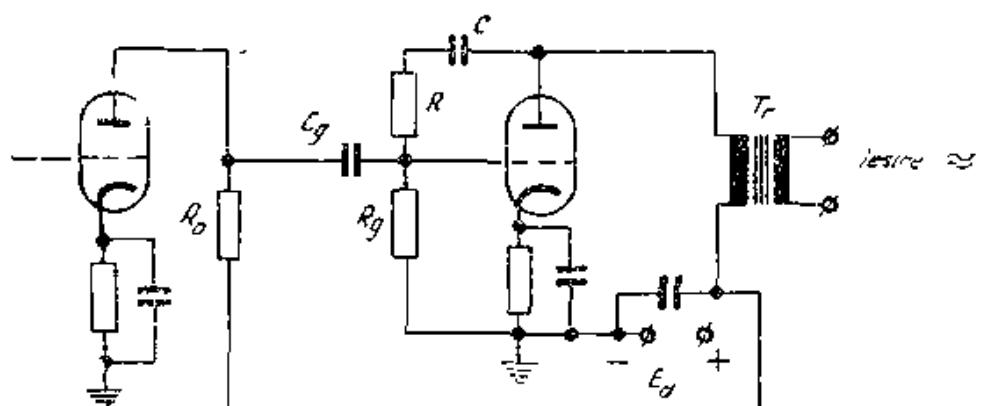


Fig. 226

Capitolul VII

RADIORECEPTOARE DE UNDE SCURTE

1. Generalități

Cerințele tehnice, care trebuie avute în vedere la construirea oricărui radioreceptor, sunt determinate de utilizarea ce i se dă, de condițiile în care va lucra și de considerente economice.

Specificul lucrului în benzile de amatori impune indicilor calitativi ai receptorului de trafic pentru unde scurte o serie de exigențe pe care le vom preciza în cele ce urmează.

În momentul de față benzile noastre sunt aşa de aglomerate, încât pe fiecare gradăție a scalei receptorului se pot auzi, co-comitet, aproape zece stații diferite, interferindu-se puternic. Având puteri cuprinse între cîțiva wați și cîțiva...kilowați, ele se află răspândite în toate direcțiile și la cele mai diferite distanțe de receptor: de la cîteva sute de metri, pînă la 15...20 mii de kilometri! Adeseori, la interferențele pe care și le provoacă reciproc, se mai adaugă și parazișii industriali care, mai ales în orașele mari, sunt deosebit de puternici.

În asemenea condiții, amatorul de unde scurte trebuie totuși să asculte la receptorul său o anumită stație radio și să recepționeze mesajul transmis de ea, cu toate că audibilitatea acesteia nu depășește de multe ori nivelul perturbațiilor. Din această cauză selectivitatea și sensibilitatea receptoarelor de unde scurte pentru amatori trebuie să fie împinsă la maximum, atingîndu-se — curent — valori de ordinul 0,5...1 µV. Din aceeași cauză se recepționează de obicei în cască, la un nivel audio scăzut (la o audibilitate slabă, operatorul obosește mai puțin și se folosesc mai bine și proprietățile selective ale urechii).

Banda de trecere minimă admisibilă la recepția semnalelor telegrafice este determinată de viteza de transmitere și de instabilitatea frecvenței emițătorului, precum și a oscilatorului receptorului.

Pentru asigurarea unei receptii stabile, datorită variațiilor simultane ale frecvenței emițătorului și oscillatorului receptorului, lungimea benzii de trecere se stabilește la 100...150 Hz. La receptia în telefonie ea trebuie însă largită pînă la 5...6 kHz.

În ceea ce privește atenuarea canalului alăturat, la receptoarele de unde scurte pentru amatori de clasă mijlocie se recomandă ca aceasta să fie de cel puțin 50...100 de ori (34...40 dB), iar la cele de clasă superioară, de cel puțin 1 000 de ori (60 dB).

Particularitatea cea mai tipică a receptiei de unde scurte o constituie disparația semnalelor (fading). Pentru a împiedica acest fenomen, precum și pentru a menține constant nivelul semnalului la ieșirea receptorului, eliminînd supraîncărcările, în cazul receptiei stațiilor radio de puneri diferite, se folosește mult *controlul automat al amplificării* (CAA), care la receptoarele de radiodifuziune obișnuite dă bune rezultate.

La receptoarele de unde scurte pentru amatori nu este însă indicat a se folosi controlul automat al amplificării la receptia semnalelor telegrafice, deoarece condițiile specifice traficului impun să se receptioneze adeseori semnalele stațiilor slabe pe fondul unor perturbații puternice, provocate de alte stații, stația receptiionată fiind urmărită numai după tenul bătăilor. Dacă există CAA, în momentul cînd se apasă manipulatorul la stația ce interferează, amplificarea receptorului se micșorează și, drept consecință, audibilitatea stației slab receptionate scade brusc. În asemenea situații este mai rațional să se folosească numai limitatori speciali de amplitudine.

La receptia semnalelor telefonice este însă de dorit să se folosească sistemul CAA.

În sfîrșit, receptorul de unde scurte pentru radioamatori trebuie să posede o mare rigiditate mecanică, să fie comod în manipulație, să aibă o scală ușor citibilă și o stabilitate ridicată a frecvenței. Astfel, frecvența de acord nu trebuie să varieze mai mult de 20...30 Hz într-o oră, după 15—20 minute de la încălzirea receptorului. Alunecarea inițială de frecvență nu trebuie să depășească 2...3 kHz.

Aceste cerințe pot fi satisfăcute numai de receptoarele de unde scurte complicate, de primă clasă, destinate special traficului de radioamator.

Din această cauză, este ușor de înțeles că nu oricare radioamator va fi capabil să construiască de la început un astfel de receptor. Practic, însă, rezultate satisfăcătoare în lucrul de unde scurte se pot obține și cu receptoare mai puțin complicate, ce corespund numai parțial cerințelor enumerate mai sus.

În momentul de față radioamatorii de unde scurte lucrează cu receptoare de două tipuri: receptoare cu amplificare directă și superheterodine.

Receptoarele cu amplificare directă sunt receptoarele la care amplificarea tensiunii de radiofrecvență a semnalelor recepționate se efectuează pe frecvența stației recepționate. De obicei, receptorul cu amplificare directă are un circuit de intrare, unul sau două etaje de amplificare de radiofrecvență acordate, un de detector pe grila și unul sau două etaje de amplificare de audiofrecvență.

Pentru mărirea sensibilității și selectivității, în asemenea receptoare se montează în etajul de detecție o reacție pozitivă reglabilă (variabilă). Întrebunțarea reacției pozitive oferă totodată posibilitatea de a recepționa stațiile ce lucrează în telegrafie nemodulată, fără a utiliza în receptor un etaj oscilator special.

Receptorul cu amplificare directă este mai ieftin și mai simplu din punct de vedere al construcției. Este de la sine înțeles că un astfel de receptor nu este perfect, dar datorită particularităților de propagare a undelor scurte, chiar cu cel mai simplu receptor se pot auzi foarte multe stații de radioamatori îndepărtate și interesante.

Dezavantajul major al receptorului cu amplificare directă îl constituie selectivitatea redusă și instabilitatea funcționării, datorită variației valorilor tensiunilor de alimentare, ceea ce îngreuiază în mod deosebit recepția stațiilor lucrînd în telefonie.

La recepția semnalelor telegrafice slabe, paraziții de manipulație ai stațiilor de radio puternice și apropiate produc, de asemenea, mari neplăceri. Semnalele lor „înăbușe” oscilațiile etajului cu reacție, din care cauză recepția stațiilor de radio slabe devine imposibilă.

Rezultate mai bune dau receptoarele superheterodină.

2. Caracteristicile fundamentale ale radioreceptoarelor

Pentru a putea compara din punct de vedere calitativ radioreceptoarele este necesar să li se cunoască parametri de bază sau caracteristicile fundamentale care, pentru a nu avea un caracter abstract, se obțin prin metode de măsurare standardizate.

În cele ce urmează se vor enumera și defini aceste caracteristici.

Sensibilitatea unui receptor este proprietatea sa de a recepționa semnale slabe. Sensibilitatea este determinată de valoarea forței electromotoare a semnalului de radiofrecvență din antenă (sau echivalentul antenei) necesară pentru a obține o putere normală la ieșire.

Măsurarea se face cu frecvența de 400 Hz la un grad de modulație $m=30\%$.

Prin putere la ieșire normală se înțelege $\frac{1}{10}$ din puterea de ieșire maximă a receptorului. Sensibilitatea se măsoară în V (10^{-6} V).

Sensibilitatea unui receptor este proprietatea sa de a separa prin acordare semnalele unei anumite stații de emisiunile altei stații perturbatoare. S-a convenit a se considera caracteristica de selectivitatea receptorului, ca atenuarea relativă a semnalului la o anumită dezacordare față de rezonanță. De obicei atenuarea se indică pentru cîteva puncte depărtate cu 10, 20, iar uneori și 30 kHz față de frecvența de rezonanță. O imagine mai amplă a proprietății de selectivitate a receptorului se poate obține însă ridicîndu-i caracteristica de frecvență.

Lățimea benzii de trecere. Prin acest parametru se înțelege lățimea caracteristicii de rezonanță $2\pi f$, între punctele corespunzătoare micșorării sensibilității de un anumit număr de ori.

Selectivitatea receptorului față de frecvența imagine (simetrică). Acest parametru este caracteristic numai receptorului superheterodină și se referă la capacitatea de a atenua imaginile simetrice ale paraziților a căror frecvență diferă cu de două ori frecvența intermediară, față de frecvența semnalului recepționat.

Caracteristica CAA a receptorului arată în ce măsură se menține constantă puterea sau tensiunea de la ieșirea receptorului pe timpul variației intensității semnalului la intrare.

Caracteristica de frecvență a receptorului arată cum se amplifică diferențele frecvențe ale spectrului audibil de către etajele de audiofrecvență. Ea poate fi considerată suficient de uniformă dacă amplificarea spectrului frecvențelor audio variază mai puțin de două ori (6 dB) în comparație cu amplificarea la 400 Hz.

Curba fidelității se numește caracteristica de redare a întregului receptor de la intrarea antenei și pînă la bornele difuzorului.

Coefficientul distorsiunilor neliniare arată ce procent de armonici este conținut în tensiunea de ieșire, în raport cu tonul (frecvența) fundamental produs de o tensiune inițială perfect sinusoidală.

Coefficientul de fond este raportul dintre tensiunea zgromotului de fond (zgomotele proprii ale receptorului și zgromotul de fond al curentului alternativ) la ieșirea receptorului, cînd nu avem modulație, față de tensiunea semnalului ce apare la ieșire, dacă în aceleasi condiții s-ar modula tensiunea de intrare a radiofrecvenței. De obicei se admite un coefficient de fond de ordinul 1,5—2,5 %, la o tensiune a semnalului aplicat corespunzătoare unei puteri normale de ieșire.

Stabilitatea frecvenței. La receptoarele superheterodină stabilitatea receptiei depinde foarte mult de stabilitatea frecvenței oscilatorului. Stabilitatea frecvenței oscilatorului la un receptor de clasa I trebuie să fie de cel puțin 0,02 %.

3. Receptoare cu amplificare directă

Schemă-bloc a receptorului. După cum am văzut, receptoarele cu amplificare directă sunt acele receptoare în care amplificarea tensiunii de radiofrecvență a semnalelor primite se face pe aceeași frecvență pe care lucrează stația recepționată.

De obicei receptorul cu amplificare directă are un circuit de intrare, unul sau două etaje de amplificare în radiofrecvență, un etaj de detecție pe grilă și unul sau două etaje de amplificare în audiofrecvență.

Schemă-bloc aproximativă a unui astfel de receptor este dată în figura 227, în care — 1 reprezintă antena, 2 priza de pămînt, 3 circuitul de intrare, 4 amplificatorul de radiofrecvență, 5 etajul detector, 6 amplificatorul de audiofrecvență și 7 difuzorul.

În receptoarele mai simple se suprimă amplificatorul de radiofrecvență. În limbaj radioamatoricesc, receptoarele cu amplificare directă, fără amplificator de radiofrecvență se numesc O-V-1, iar cele cu etaj amplificator de radiofrecvență, 1-V-1.

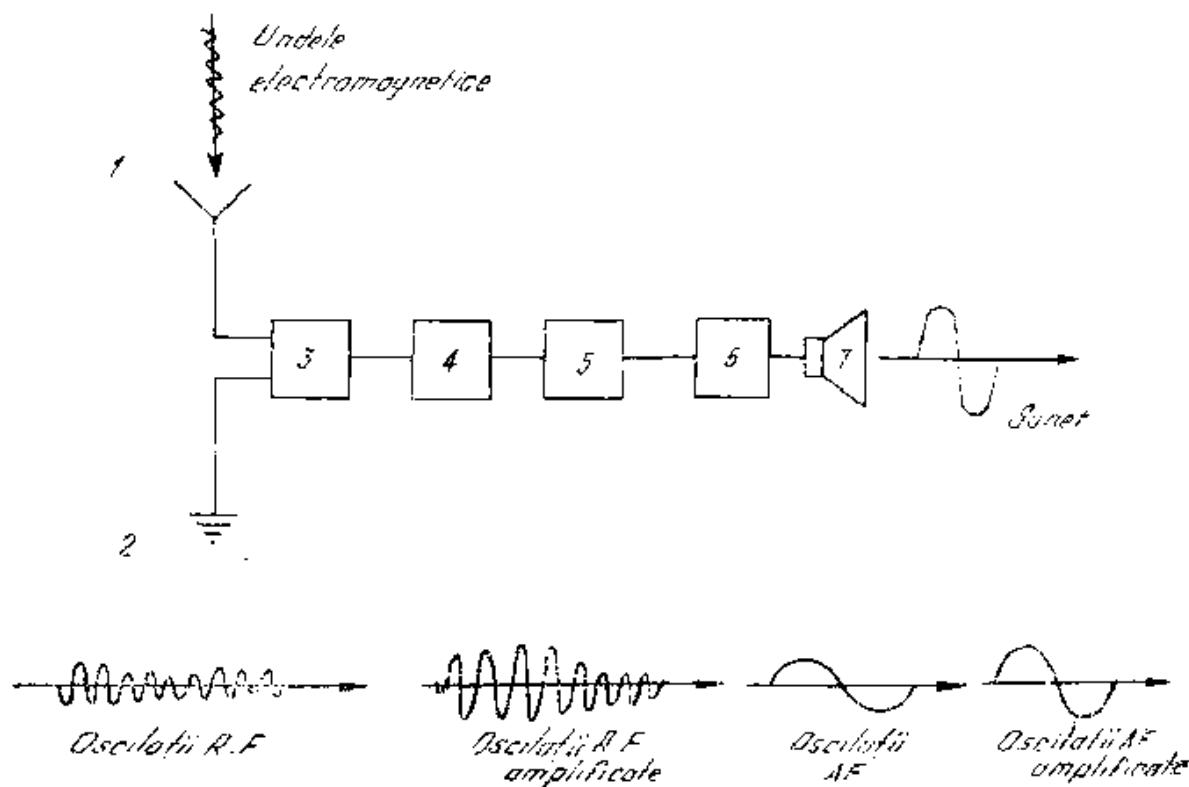


Fig. 227.

Am afirmat mai înainte că receptorul cu amplificare directă este ieftin și simplu din punct de vedere al construcției și că un astfel de receptor nu poate fi considerat printre cele mai perfecționate; datorită

însă particularității de propagare a undelor scurte, chiar cel mai simplu receptor de unde scurte poate recepționa multe stații îndepărtațe. Din această cauză, construirea unui receptor cu amplificare directă se poate recomanda cu succes radioamatorilor începători, care nu au încă suficiență practică pentru a construi o superheterodină complicată.

Circuitul acordat. Orice dispozitiv de radiorecepție trebuie să îndeplinească o condiție esențială: să aibă o selectivitate bună. Această condiție poate fi îndeplinită prin folosirea circuitelor acordate.

Un circuit acordat se compune, după cum știm, dintr-o bobină L , un condensator fix sau variabil C_1 și o serie de capacități suplimentare create prin însuși montajul la care este conectat circuitul acordat (fig. 228).

Toate aceste capacități suplimentare sunt marcate convențional în figura respectivă sub forma condensatorului C_{sch} . În afară de aceasta în circuit intră și rezistența ohmică, r , datorită, mai ales, bobinei. Valoarea ei depinde de datele sârmelui de bobinaj, calitatea materialului izolant al carcasei și de pierderile din circuit.

Proprietățile de rezonanță ale circuitului, adică selectivitatea și coeficientul de transfer al tensiunii, sunt determinate în mare parte de calitatea lui, caracterizată prin factorul de calitate Q sau amortizarea d , care reprezintă inversul lui Q .

Factorul de calitate al circuitelor oscilante pentru unde scurte este egal de cele mai multe ori cu $100 \dots 150$, ceea ce corespunde cu o amortizare $d = 0,01 \dots 0,007$, iar al celor pentru unde medii și lungi cu $80 \dots 100$, ceea ce corespunde cu o amortizare $d = 0,012 \dots 0,01$.

Frecvența de rezonanță f_0 a circuitului este determinată de parametrii lui L , C și r , însă datorită faptului că influența rezistenței ohmice r asupra frecvenței de rezonanță este neînsemnată, aceasta de regulă nu se introduce în formulele de calcul.

$$f_0 = \frac{159}{\sqrt{LC}}$$

unde f_0 se exprimă în MHz, L în μH , iar C în pF .

Calculul practic al circuitelor acordate pentru unde scurte este mai puțin precis, deoarece datorită valorilor relativ mici ale elementelor

acestor circuite este foarte greu să se țină seama de influența diferitelor conexiuni, a capacităților proprii etc.

Din această cauză, în majoritatea cazurilor, un circuit acordat executat exact după calcule sau după descriere trebuie ajustat în timpul acordului receptorului, modificînd unul sau altul din parametrii lui, în raport cu particularitățile sale constructive.

Acoperirea gamei cu ajutorul condensatorului variabil. Coeficientul de acoperire al gamei cu ajutorul condensatorului variabil (inductanța bobinei fiind invariabilă) depinde numai de capacitatea maximă și minimă a circuitului adică :

$$K_g = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{f_{max}}{f_{min}} = \sqrt{\frac{C_{max}}{C_{min}}}$$

unde :

K_g — coeficientul de acoperire a gamei,

λ max și λ min — lungimile de undă maxime și minime;

C max și C min — capacitatea totală maximă și minimă.

Circuitele de intrare. Se numesc circuite de intrare ale unui dispozitiv de radiorecepție acele circuite care leagă intrarea lui (antena) cu grila de comandă a primului tub.

Schemete de circuite de intrare ce se întâlnesc mai des sunt arătate în figura 229.

În figura 229 *a* este arătată o schemă cu cuplaj capacativ, în figura 229 *b* cu autotransformator (cuplaj Oudin), în figura 229 *c* cu cuplaj inductiv (cuplaj Tesla), în figura 229 *d* cu cuplaj inductiv-capacitiv, iar în figura 229 *e* cu cuplaj Bourne. Schema cu cuplaj inductiv și ecran electrostatic, arătată în figura 229 *f*, se folosește la antene cu coborîri simetrice ; în figura 229 *g* este dată o schemă cu două circuite acordate cuplate.

Schema de cuplaj capacativ este mult mai simplă, dar în schimb dă o mare neuniformitate în transferul tensiunii în banda. Din această cauză ea poate fi folosită numai în receptoarele pentru benzile de amatori. Capacitatea condensatorului de cuplaj C_1 se alege între limitele 10...30 pF.

La cuplaj inductiv, coeficientul de transfer al tensiunii în bandă devine mai uniform.

Inductanța bobinei de cuplaj L_a (fig. 229 *c*) trebuie aleasă în așa fel, ca frecvența proprie a circuitului de antenă $f_A = 0,5 \dots 0,7 f_{min}$ (f_{min} fiind frecvența minimă a subgamei).

Pentru undele scurte inductanța L_a poate fi determinată cu ajutorul formulei :

$$L_a = \frac{25,330}{f_A C_A}$$

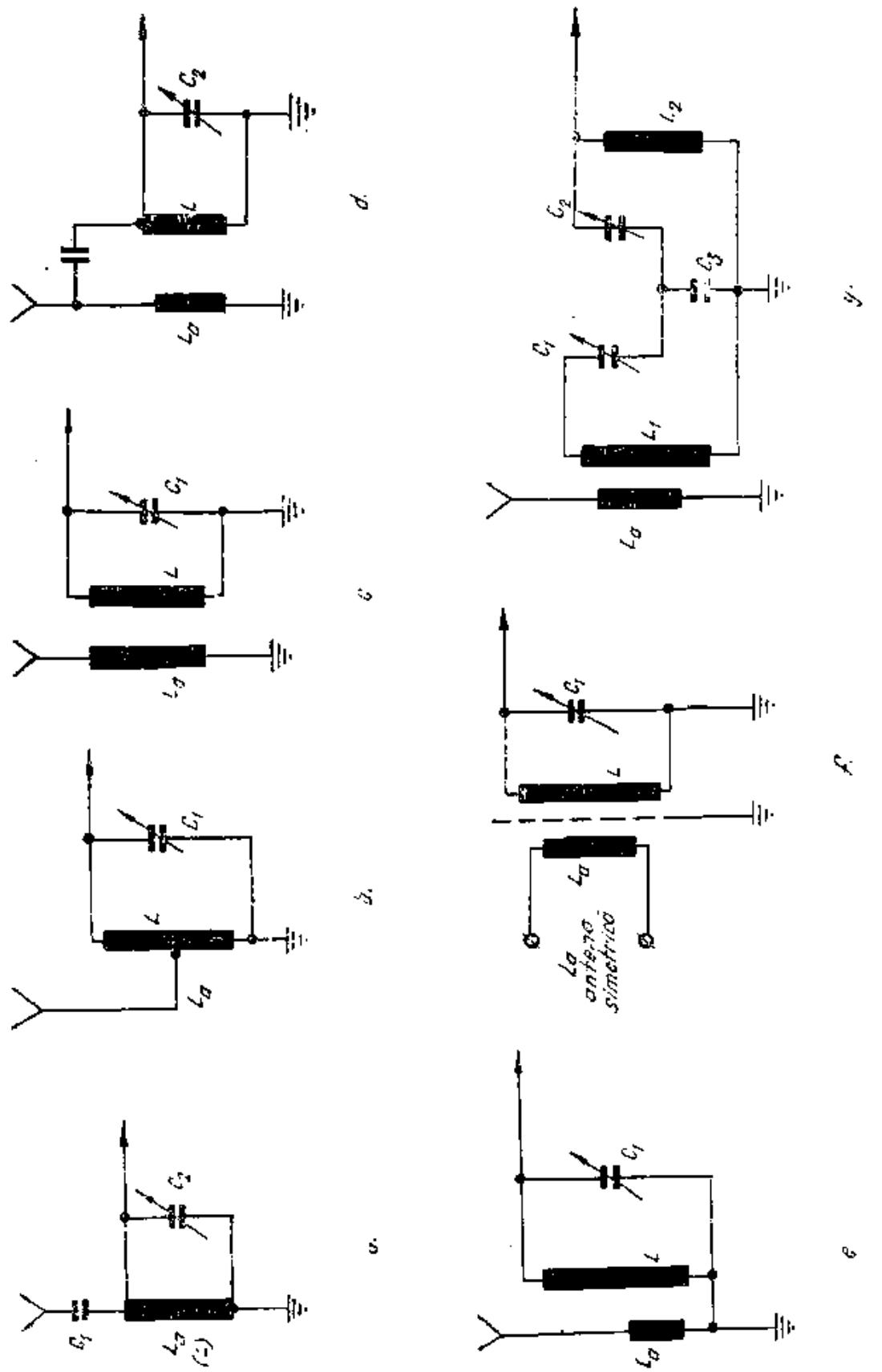


Fig. 229,

în care C_A este capacitatea proprie a antenei, în μF ; L_a inductanța bobinei de cuplaj, în μH , iar f_A – frecvența în MHz.

Datorită simplității sale și a indicilor buni de calitate, această schemă a căpătat o largă răspândire în receptoarele de toate tipurile.

Amplificarea radiofrecvenței. Pentru amplificarea semnalelor captate, în receptoarele de unde scurte se folosesc de obicei etaje amplificatoare de radiofrecvență, în care fiecare etaj are un tub amplificator și un circuit acordat pe frecvența tensiunii alternative a semnalului util aplicat la intrarea receptorului.

Amplificatorul de radiofrecvență trebuie să aibă un coeficient de amplificare relativ mare, să disponă de o bună selectivitate și să acopere banda de frecvențe dată.

Amplificarea ce se poate obține pe unde scurte într-un singur etaj depinde în mare măsură de frecvență, calitatea circuitelor acordate și de tubul folosit, variind de la 5 la 25...30 de ori.

Schemele amplificatoarelor de radiofrecvență folosite mai des sunt prezentate în figura 230. În figura 230 a este dată schema unui etaj cu cuplaj direct al circuitului acordat cu circuitul anodic al tubului. Un asemenea etaj dă o mare amplificare, are o construcție simplă, însă selectivitatea sa este redusă. El se folosește în special în receptoarele cu amplificare directă cu tuburi puține. Capacitatea condensatorului C_2 și rezistența R_2 se aleg de obicei destul de mari: $C_2=50\dots200\ \mu\text{F}$, $R_2=1,5\dots2\ \text{M}\Omega$.

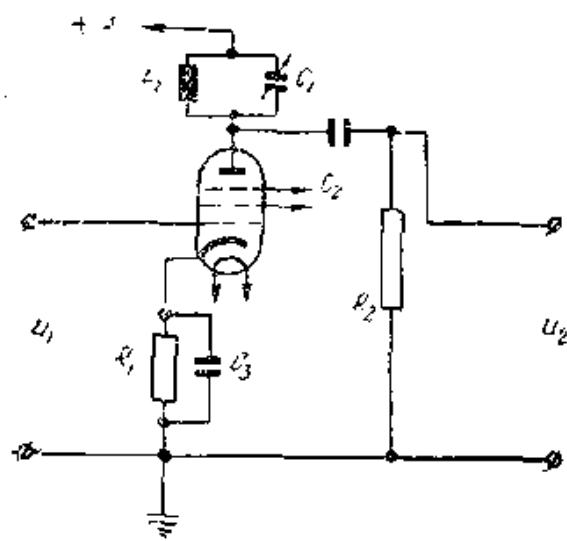
În figura 230 b și c sunt date schemele cu cuplajul circuitului acordat prin autotransformator. În acestea, în circuitul anodic al tubului nu se introduce întreaga bobină, ci numai o parte a ei. Aceasta dă posibilitatea alegerii celui mai bun cuplaj al tubului cu circuitul acordat. Schema dată în figura 230 c trebuie folosită pe undele cele mai scurte ale gamelor de unde scurte și pe unde ultrascurte cînd trebuie să avem în vedere rezistența de intrare a tubului etajului următor, R_{intr} .

Și în cazul schemei cu cuplaj prin transformator, care este dată în figura 230 d, există posibilitatea alegerii celui mai convenabil cuplaj dintre circuitul acordat și tub. Această schemă este foarte elastică și comodă, din care cauză ea a găsit o largă întrebunțare în radioreceptoarele de toate tipurile. Ea poate fi recomandată și pentru receptoarele de unde scurte de amatori.

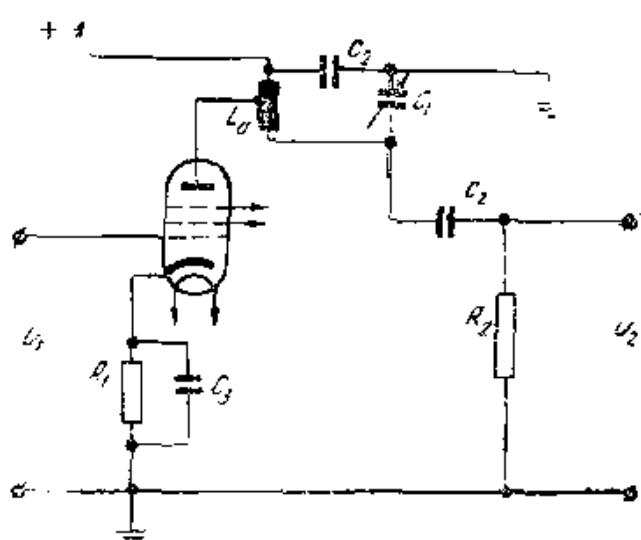
Dezavantajul schemelor arătate constă în marea neuniformitate a amplificării în bandă. La acestea amplificarea crește la începutul benzii și seade la capătul ei.

O amplificare mai uniformă o dă etajul prin transformator cu circuit oscilant „dezacordat” în anod (fig. 230 e).

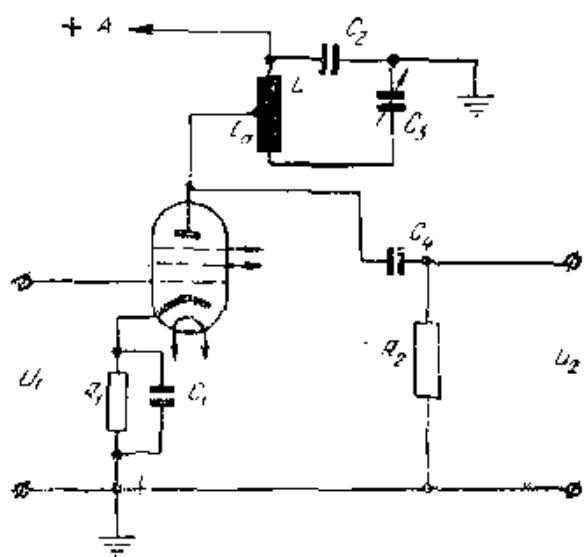
Schela cu cuplaj inductiv-capacitiv (fig. 230 f) dă un coeficient de amplificare în bandă și mai uniform. Ea se realizează prin completarea



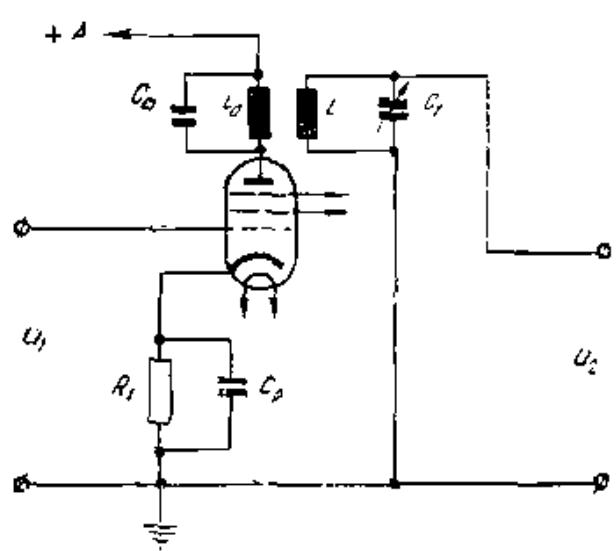
a



b



c



d

Fig. 230.

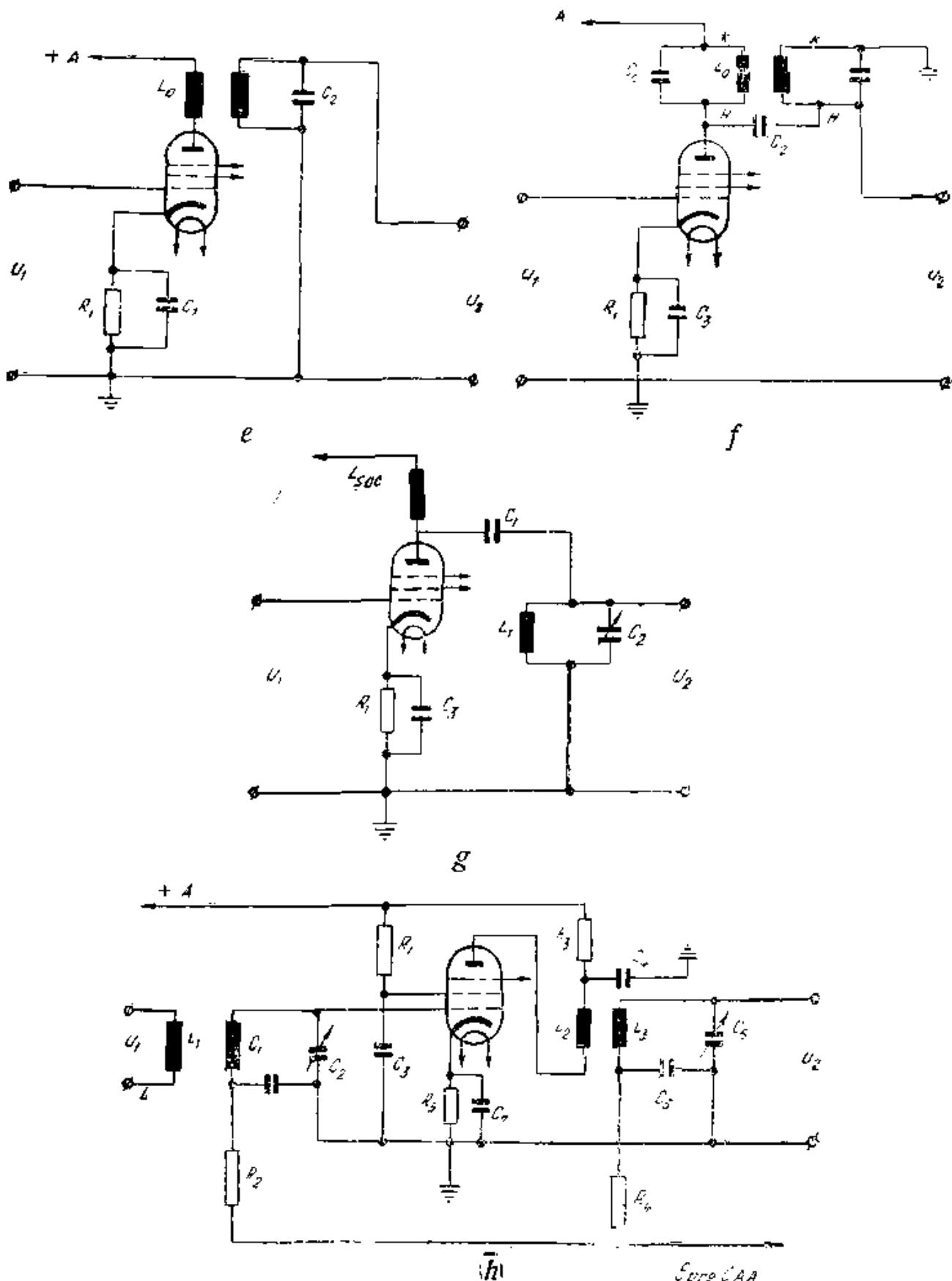


Fig. 230 (continuare)

Epro CAA

schemei cu circuit dezacordat în anod, printr-un condensator de cuplaj C_2 de capacitate $2 \dots 4 \text{ pF}$. Introducerea bobinei L trebuie făcută în aşa fel, încât acțiunea cuplajului capacativ și inductiv să se completeze reciproc.

La o înfășurare a spirelor bobinelor L_a și L într-un singur sens, conectarea corectă a capetelor lor va corespunde indicațiilor din figura 230 f.

În figura 230 g este dată schema unui etaj de amplificare la rezonanță cu alimentare paralelă. O asemenea schemă de conectare a circuitului acordat exclude necesitatea folosirii rezistențelor de scurgere în circuitul grilei de comandă a tubului etajului următor, ceea ce îmbunătățește funcționarea circuitului.

Pentru ca amplificatorul să funcționeze stabil și să nu intre în oscilație, trebuie ecranate bine circuitele anodice și de grilă ale fiecărui etaj și introduse filtre de blocare în circuitele de alimentare.

Schela completă a jetului amplificator de radiofrecvență cu filtre de blocare în circuitele de alimentare este dată în figura 230 h.

Detectia. Se numește detectie procesul de transformare a tensiunii de radiofrecvență modulată (sau manipulată) în tensiune și curenti a căror frecvență și formă corespund curbei tensiunii de radiofrecvență modulată (sau manipulată) a semnalelor incidente. Detectorul trebuie să aibă un foarte mare coeficient de transfer al tensiunii, să introducă distorsiuni nelineare mici ale frecvenței și, în fine, să aibă o mare rezistență de intrare.

Se deosebesc trei sisteme principale de detectie : *pe diodă* (fig. 231 a și b) *pe grilă* (fig. 231 c) și *pe anod* (fig. 231 d).

În schela detectoarului cu diodă curentul de radiofrecvență se redresază cu ajutorul diodei D și trece prin rezistență de sarcină R_1 pe care are loc o cădere de tensiune. Amplitudinea și frecvența acestei tensiuni corespund amplitudinii și frecvenței curbei tensiunii modulate a radiofrecvenței.

Mărimea rezistenței R_1 se alege de obicei egală cu $200 \dots 500 \text{ k}\Omega$. Rezistența condensatorului C_3 trebuie să fie foarte mică în comparație cu rezistența R_1 pe frecvența dată a oscilațiilor detectate, însă capacitatea lui nu trebuie să fie nici prea mare, întrucât pot apărea distorsiuni de frecvență (reducerea frecvențelor înalte) și chiar nelineare.

De obicei capacitatea condensatorului C_3 se alege între $100 \dots 250 \text{ pF}$.

Ambele scheme date în figurile 231 a și 231 b sunt analoge cu excepția rezistenței de intrare a detectoarului. Pentru prima schemă (montaj serie),

$$R_{intr.} = \frac{1}{2} R_1, \text{ iar pentru a doua (montaj paralel)} R_{intr.} = \frac{1}{3} R_1.$$

Schela detectoarului pe grilă, care se utilizează cu precădere în receptoarele cu amplificare directă, este dată în figura 231 c. În această schemă grila de comandă și catodul tubului îndeplinesc rolul detectoarului cu

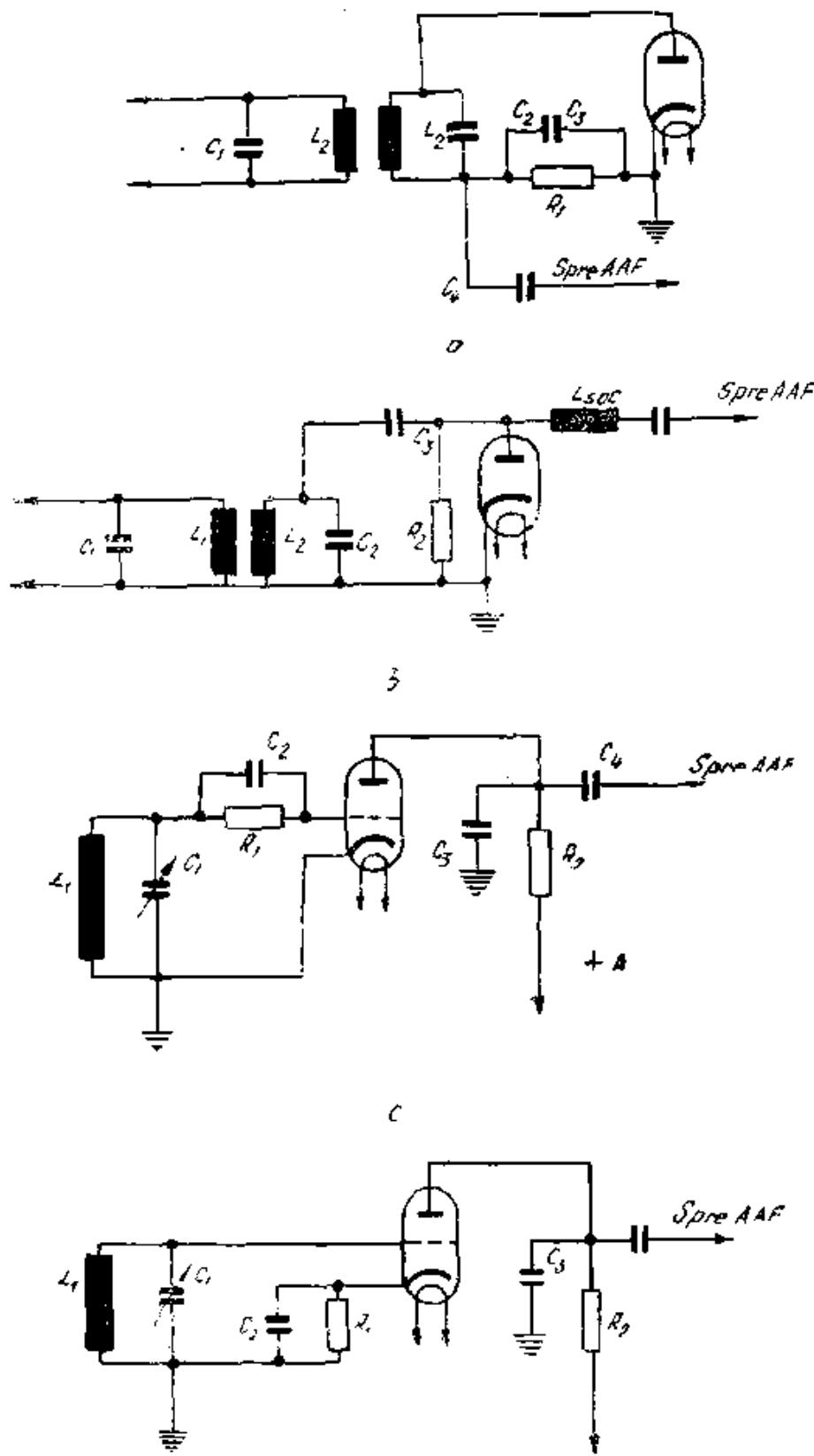


Fig. 23I

diodă, a căruia sarcină este rezistența de scurgere a grilei, R_1 . Curentul continuu (redresat) trecând prin rezistență R_1 produce o negativare, iar curenții de audiofreqvență o tensiune de audiofreqvență. Acestei tensiuni aplicate la grila de comandă a tubului îi comandă curențul anodic, potrivit variațiilor frecvenței audio. În acest fel, detecția din circuitul grilei se unește cu amplitudinea tensiunii de audiofreqvență din circuitul anodului. Din această cauză coeficientul de transfer al tensiunii, în cazul detecției de grilă, devine mult mai mare decât unitatea și poartă denumirea de *coeficient de amplificare a detectorului*.

Mărimea rezistenței R_1 se alege de obicei egală cu $1,5 \dots 2 \text{ M}\Omega$, iar capacitatea condensatorului C_2 de ordinul a $50 \dots 150 \text{ pF}$.

Schema detecției pe anod este dată în figura 231 d. Aici, pentru detecție se folosește curbura inferioară a caracteristicii statice a curențului anodic, funcție de tensiunea grilei. Pentru ca poziția inițială a punctului de funcționare să corespundă cu începutul caracteristicii anodice, la grila tubului se aplică o negativare care, de cele mai multe ori, se face automat prin curențul anodic și rezistența R_1 . În circuitul anodic al tubului este legată rezistența de sarcină R_2 , prin care se separă tensiunea de audiofreqvență de sursa de alimentare cu curenț continuu.

În radioreceptoarele tip superheterodină se întrebunează mai mult detecția pe diodă. Avantajul ei principal este gradul foarte redus al deformărilor nelineare. Caracteristică de detecție a detectorului cu diodă are o mare porțiune rectilinie: de la $0,1 \text{ mV}$ la cîțiva zeci de volți. În afară de aceasta la detecția pe diodă se pot realiza în receptor mai ușor diferențe autoreglaje, mai ales CAA.

Caracteristica de detecție a detectoarelor pe grilă și pe anod are porțiunea rectilinie mult mai mică. Din această cauză, spre deosebire de cel cu diodă, ele se supraîncarcă ușor, ceea ce duce la apariția de puternice distorsiuni nelineare.

La detecția tensiunilor mici toate detectoarele de mai sus sunt aproape asemănătoare în ceea ce privește distorsiunile nelineare produse.

În ceea ce privește însă coeficientul de transfer al tensiunii, cele mai bune rezultate le dă detectorul pe grilă, care are cea mai mare sensibilitate față de semnalele slabe. Din această cauză detecția pe grilă se folosește mult în radioreceptoarele cu număr redus de tuburi.

La detecția pe anod, rezistența activă de intrare a detectorului este mult mai mare decât la cea pe diodă și grilă. Aceasta este cauza principală a folosirii ei largi în diferențe aparate de măsurat.

Menționăm că în afară de cele trei sisteme principale de detecție, pe care le-am expus mai sus, se mai utilizează și detecția pe catod, însă având în vedere că aceasta nu și-a găsit o largă răspîndire în receptoarele de amatori, nu ne vom opri asupra ei.

Reacția. Reacția pozitivă a căpătat o largă răspândire în receptoarele simple, cu puține tuburi. Despre avantajele ei s-a menționat mai înainte.

Etajul în care se folosește reacția se numește *etaj cu reacție*.

Proprietățile receptorului cu reacție depind în mare măsură de felul în care este stabilită reacția: până în momentul producerii oscilațiilor proprii — aşa-numitul prag de oscilație — sau după el.

Dacă reacția este stabilită până în pragul de oscilație, pierderile din circuitul oscilant al etajului cu reacție nu se compensează în întregime, iar oscilația nu se produce. Însă în măsura în care pierderile se compensează parțial, amortizarea echivalentă a circuitului acordat se micșorează, fapt care îmbunătățește calitățile, iar practic duce la maximă sensibilitate și selectivitate receptorului.

Pentru obținerea unei sensibilități mai mari, reacția trebuie aranjată cît se poate de aproape de pragul de oscilație, dar fără a-l depăși.

La recepția stațiilor telegrafice ce lucrează pe unde întreținute pure (A_1), reacția trebuie împinsă dincolo de punctul critic, însă tot aproape de pragul de oscilație, trebuind dezacordat întreacțiva circuitul oscilant al receptorului în raport cu frecvența semnalelor primite. În acest caz asupra grilei de comandă a tubului acționează concomitent două tensiuni sinusoidale: de la semnalul incident și de la oscilațiile proprii, în urma cărui fapt se produc hârtiale care, după detectie, dă tensiuni și curenți de audiofrecvență.

Proprietățile etajului cu reacție. Există două regimuri de producere a oscilațiilor: 1 — *liber*, cînd prin mărirea reacției, oscilațiile cresc treptat de la zero și până la o valoare determinată, iar prin stabilirea reacției scad tot treptat și 2 — *forțat*, cînd la atingerea unei anumite valori a reacției, oscilația apare brusc, prin salturi, iar prin micșorarea reacției de intrerupe brusc, întreruperea oscilațiilor făcîndu-se la o valoare a reacției mai mică decît cea de producere.

Alegerea pieselor și a regimului de funcționare al etajului cu reacție trebuie făcută în aşa fel, ca în aceasta să aibă loc o autoexcitație liberă, întreacțuită la o autoexcitație forțată nu se poate recepționa la pragul de oscilație. Practic, la construirea etajelor cu reacție cu regim liber, autoexcitația se obține pe cale experimentală, deoarece caracterul autoexcitației este greu de determinat prin calcul.

Reglajul reacției. Există mai multe procedee de reglaj al reacției. Cele mai răspîndite scheme de reglaj sunt arătate în figura 232.

Schemele în care bobina de reacție este inserată în circuitul anodic se mai numesc scheme *Schnell*, iar cele în care bobina respectivă este conectată în paralel cu circuitul anodic, scheme *Reinartz*.

Cea mai simplă este schema cu bobina mobilă (figura 232 a), însă pe unde scurte ea dă rezultate nesatisfătoare din cauza influenței puternice a reacției asupra acordului receptorului.

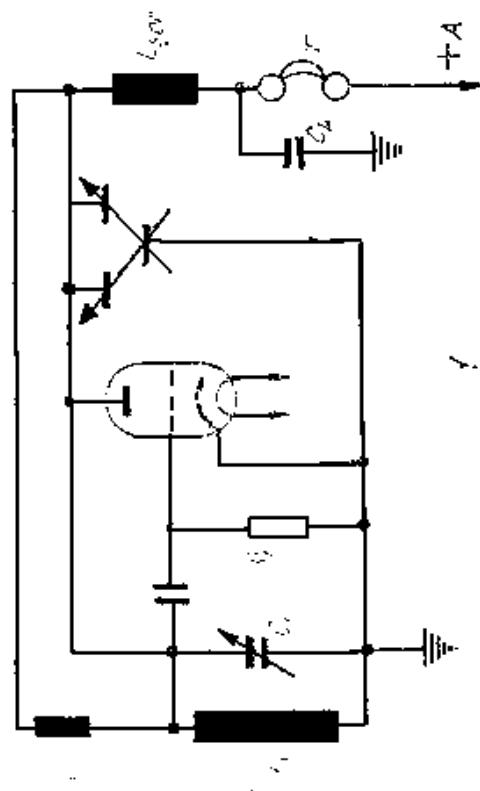
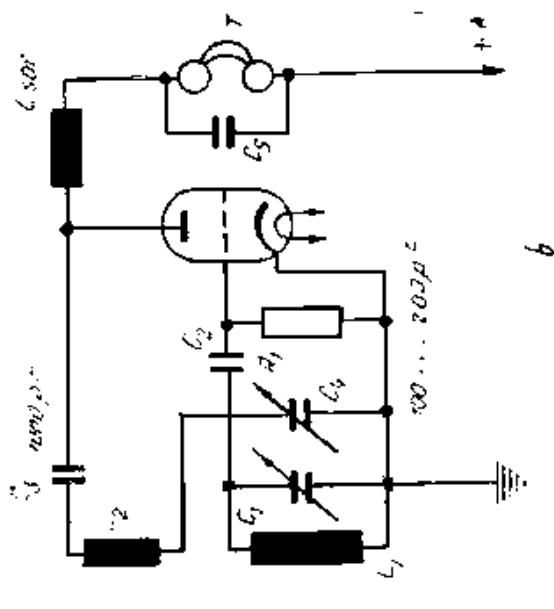
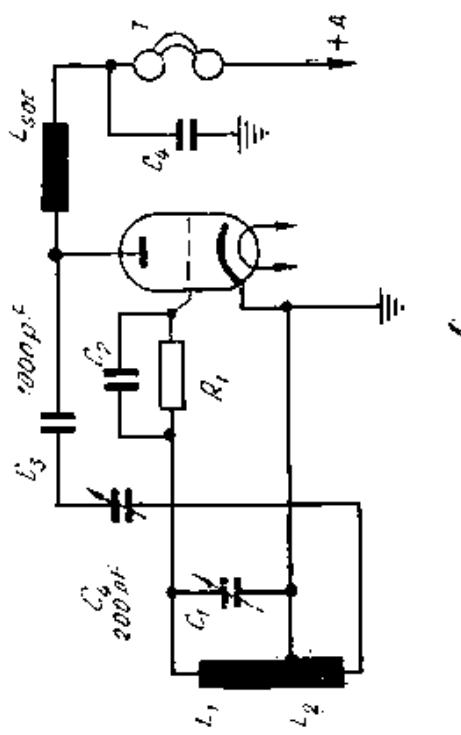
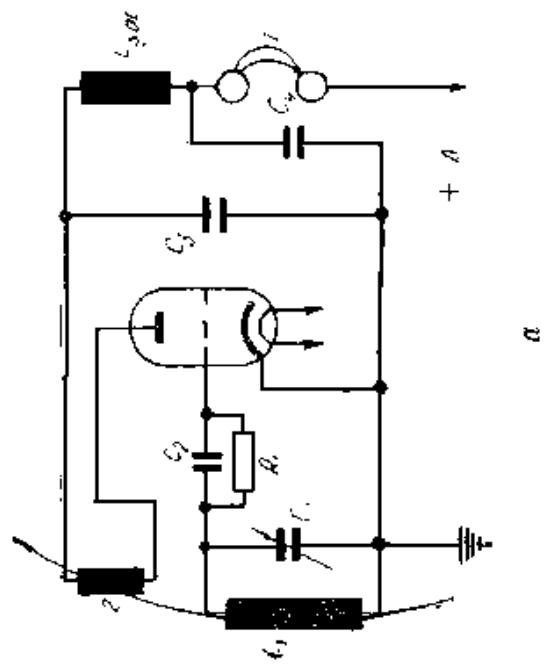


Fig. 232.

Alte metode mai proiecționate de reglaj al reacției se bazează pe folosirea unor condensatoare variabile (fig. 232 *b* și *c*). Aceste scheme sunt aproape la fel, însă, din considerente de ordin constructiv, se recomandă schema din figura 232 *b*, întrucât aci plăcile mobile ale condensatorului C_4 sunt puse la pămînt.

Schela cu condensator diferențial (fig. 232 *d*) conferă avantaje esențiale față de schemele precedente, deoarece are limite de reglaj mult mai largi, o influență mai mică a reacției asupra accordului și un reglaj mai uniform.

Schemele cu reglaj capacitive au dezavantajul că în ele reacția produce o influență destul de însemnată asupra accordului receptorului, iar limitele de reglaj depind foarte mult de frecvența stației de radio recepționate. Schemele de reglaj al reacției cu ajutorul rezistenței variabile (fig. 233) înlătură însă aproape integral aceste dezavantaje.

Cele mai indicate scheme pentru receptoarele de unde scurte sunt cele arătate în figura 233 *a*, *b*, *c*.

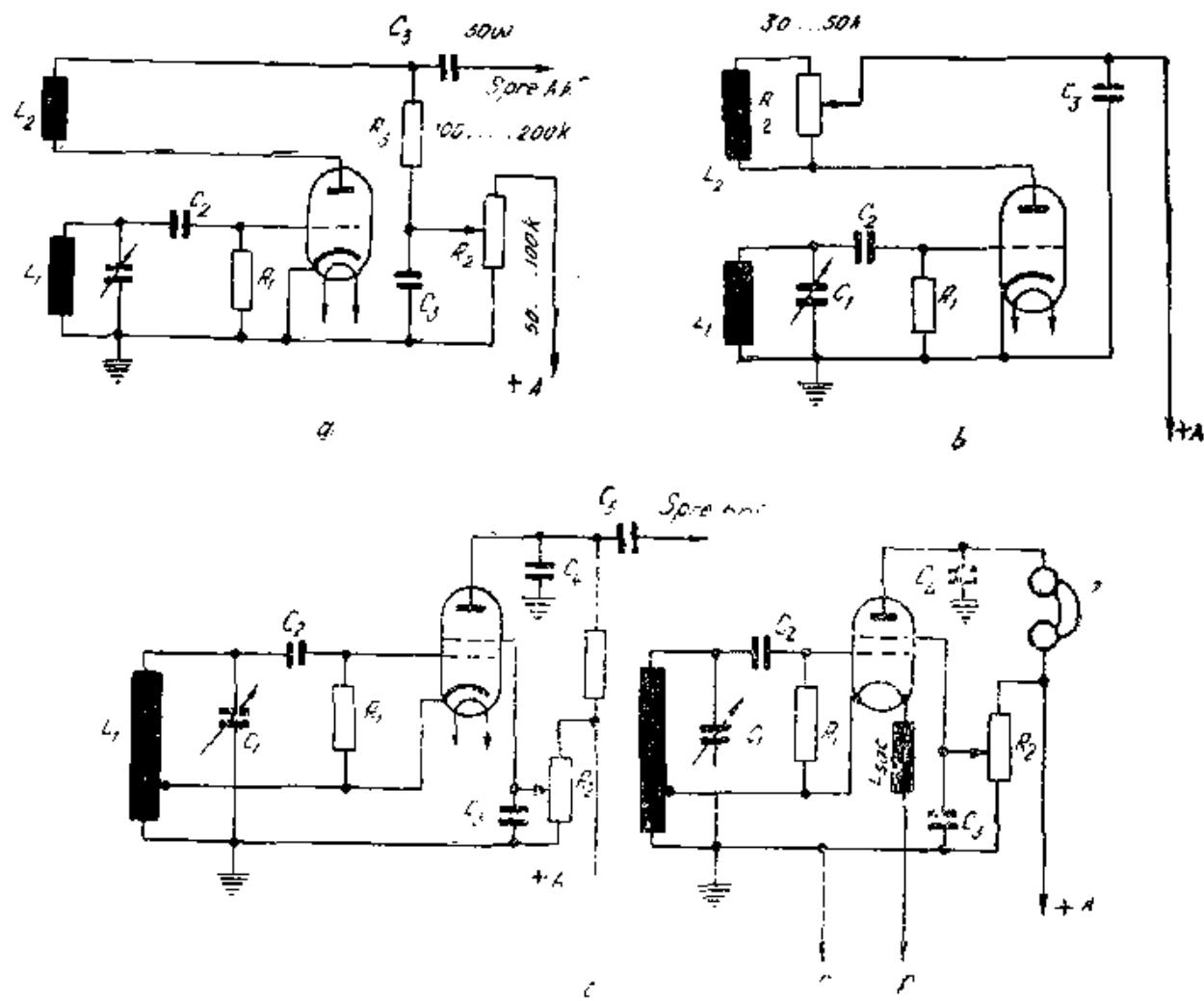


Fig. 233.

Conecțarea capetelor bobinei de reacție. Dacă bobina circuitului acordat și bobina de reacție sunt înfășurate în același sens, adică o bobină este în prelungirea celeilalte, conectarea capetelor bobinelor trebuie să se facă în felul următor: începutul bobinei de reacție se leagă la anodul tubului, iar capătul la plusul tensiunii anodice; începutul bobinei circuitului acordat se leagă la catod (masă), iar capătul la grila de comandă a tubului.

Dacă bobina circuitului acordat și bobina de reacție sunt înfășurate în sensuri contrare, se schimbă modul de legare a bobinei de reacție.

Dezavantajele schemelor cu reacție sunt: 1 — instabilitatea funcționării; 2 — imposibilitatea de a obține în același timp o selectivitate mare și distorsiuni mici de frecvență; 3 — receptoarele simple, echipate cu etaje cu reacție, radiază în spațiu, producând interferențe radioamatorilor din jur.

Amplificarea audiofrecvenței. Schemele amplificatoarelor de audiofrecvență utilizate în receptoarele de unde scurte ale amatorilor nu se deosebesc cu nimic de schemele obișnuite de amplificare în audiofrecvență tratate anterior. În general nu se folosesc mai mult de două etaje.

Pentru recepție la căști este suficient un singur etaj de amplificare. Întrucât cu două etaje întăria recepției va fi prea mare și va obosi operatorul.

4. Superheterodine

Particularitățile schemei superheterodinei. Marea majoritate a radioreceptoarelor moderne se construiesc pe principiul superheterodinelor. Spre deosebire de radioreceptoarele cu amplificare directă, la care amplificarea de bază se face pe frecvența semnalului recepționat, la superheterodină frecvența semnalului incident se transformă într-alta (pentru receptoarele de unde scurte, într-una mai joasă).

Funcționarea superheterodinei se bazează pe fenomenul *heterodinării sau al bătailor*, care constă în suprapunerea a două oscilații de frecvențe diferite, din care rezultă o nouă oscilație, de frecvență egală cu diferența dintre cele două frecvențe componente. Frecvența rezultată se numește frecvență intermedieră (F1) sau medie. Exemplu: compunând o oscilație de 2 000 kHz — captată de antenă — cu alta de 2 460 kHz — generată în receptor — rezultă o frecvență intermedieră de $2\ 460 - 2\ 000 = 460$ kHz.

În receptorul superheterodină oscilațiile de radiofrecvență din antenă sunt amestecate cu oscilațiile produse de un oscilator local montat tot în aparatul de recepție. Frecvența intermedieră, care rezultă după cum am arătat mai sus, are o valoare fixă. Datorită faptului că frecvența intermedieră este fixă, oscilațiile pot fi amplificate mult (etaje multe

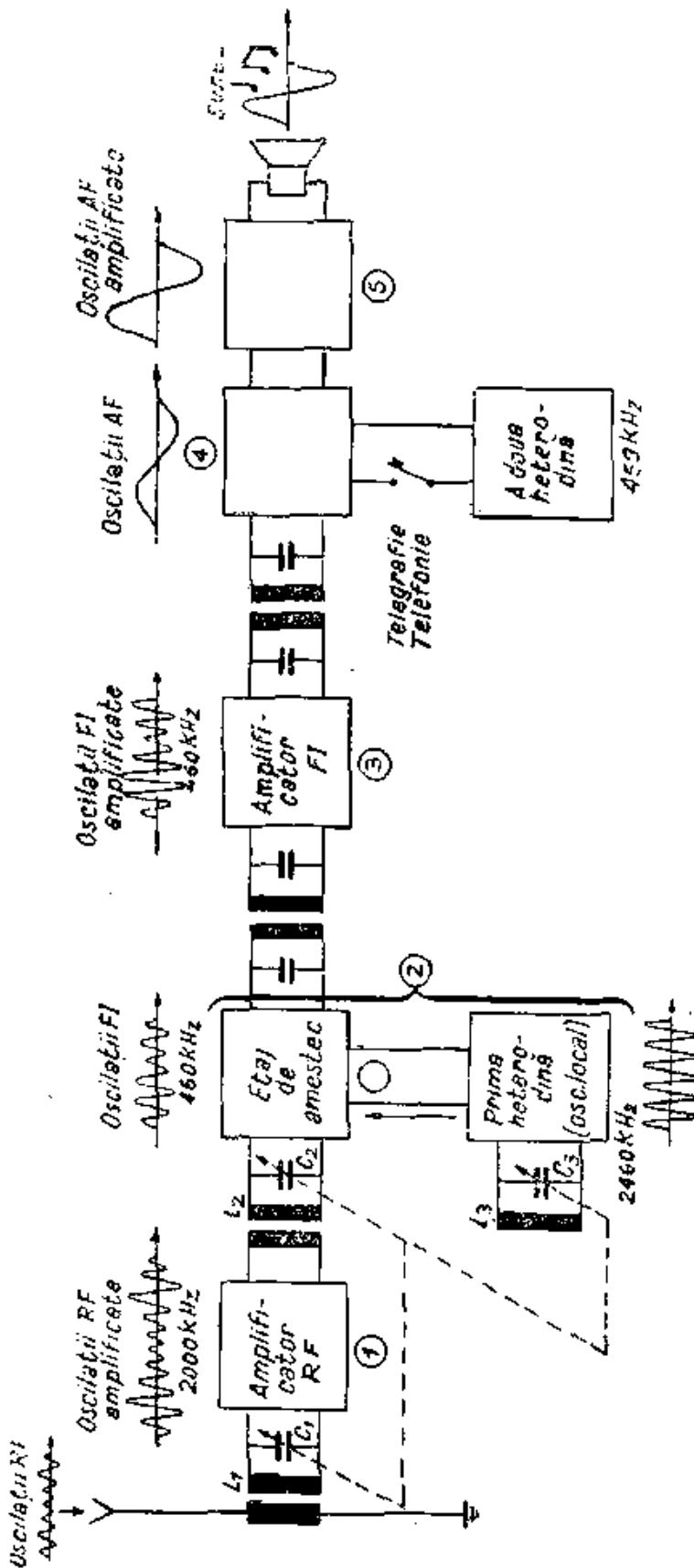


Fig. 234.

de amplificare) și uniform, de unde rezultă o mare sensibilitate și selectivitatea aparatului. În plus superheterodina oferă posibilitatea folosirii diverselor reglaje automate, inclusiv mare simplitate de manipulare.

În figura 234 se arată schema-bloc a unui receptor superheterodină :

1. Circuitul de intrare și amplificatorul de radiofrecvență sunt la fel ca într-un receptor cu amplificare directă. Uneori, pentru a simplifica aparatul, nu se mai face amplificarea în radiofrecvență.

2. După amplificare oscilațiile trec în etajul schimbător de frecvență, care cuprinde două părți : etajul de amestec și oscilatorul local sau prima heterodină. Oscilațiile produse în prima heterodină, care în cazul nostru au 2 460 kHz, se aplică etajului de amestec, unde se combină cu oscilațiile venite din antenă și rezultă frecvența intermediară (460 kHz). Superheterodinele simple folosesc un singur

tul (complex sau dublu) pentru producerea oscilațiilor locale și combinarea lor cu oscilațiile din antenă (hexodă, heptodă, octodă sau triodă-hexodă). Condensatoarele variabile C_1 , C_2 și C_3 se montează pe un singur ax, încât se poate acorda cu ajutorul unui singur buton.

3. Oscilațiile rezultate trec la un amplificator de frecvență intermedieră, compus din unul sau două etaje. Cuplajul acestui etaj cu cel precedent și următorul se face prin circuite oscilante acordate pe frecvență intermedieră fixă (460 kHz), de unde rezultă o mare selectivitate receptorului.

4. De la amplificatorul de frecvență intermedieră, oscilațiile trec la etajul detector.

5. După detecție oscilațiile trec la amplificatorul de audiofrecvență, care are unul sau două etaje și apoi se aplică difuzorului sau căștii.

Superheterodina descrisă poate recepționa numai în telefonie. Semnalele telegrafice nu pot fi recepționate, deoarece în acest caz după detecție nu rezultă oscilații de audiofrecvență care să se audă în casă. Pentru a recepționa aceste semnale este necesar să avem încă o heterodină care produce oscilații cu o frecvență apropiată de frecvență intermedieră (de exemplu 459 kHz). Aceste două oscilații se combină între ele și rezultă oscilații de frecvență audio (în cazul nostru 1 kHz), care pot fi auzite în cască. Heterodina a doua se folosește numai la receptiile în telegrafie, iar la receptia în telefonie este scoasă din circuit cu ajutorul unui întrerupător. Receptoarele stațiilor de radiatori au totdeauna și heterodina a doua (denumită și *al doilea oscilator local* sau *beat frequency oscillator — B.F.O.*), deoarece trebuie să lucreze și în telegrafie.

O particularitate caracteristică a superheterodinei este aceea că, împreună cu stăția principală, pe căreia undă este acordat receptorul, și același gradăție a scalei se poate recepționa concomitent și o stație de radio a cărei frecvență este mai mare decât frecvența stației principale recepționate cu dublul frecvenței intermediere (dacă frecvența oscilatorului local este superioară frecvenței semnalului recepționat sau mai mică, dacă frecvența oscilatorului este inferioară frecvenței semnalului recepționat).

Dacă nu se iau măsuri corespunzătoare, aceste frecvențe — numite *frecvențe imagine* sau *simetrice* — pot produce perturbații puternice care îngreuiază receptiile.

În acest fel, pentru receptorul superheterodină mai trebuie adăugat încă un parametru: *selectivitatea receptorului pe frecvențe imagine* (de care am mai amintit la subcapitolul „Caracteristicile fundamentale ale radioreceptoarelor“).

Scopul amplificatorului de frecvență intermedieră (FI) este de a amplifica tensiunea obținută la ieșirea schimbătorului de frecvență până la valoarea necesară pentru funcționarea normală a detectorului.

Amplificarea inițială în radiofrecvență este necesară pentru ridicarea nivelului semnalului deasupra nivelului zgomotelor interioare ale receptorului. Fără un astfel de amplificator superheterodina produce „zgomot” puternic. La proiectarea superheterodinei trebuie rezolvate patru probleme principale: 1 — a alege frecvența intermediară, schema și datele amplificatorului de FI; 2 — a alege schema și datele amplificatorului de RF; 3 — a împărți amplificarea între elementele receptorului; 4 — a alege schema schimbători lui de frecvență.

La alegerea FI trebuie să ne conducem după următoarele considerente:

- a) frecvența intermediară nu trebuie să se găsească în gama frecvențelor recepționate;
- b) ea nu trebuie să fie apropiată de frecvența stațiilor de radio locale;
- c) dacă FI este prea mare, atunci selectivitatea în banda dată va fi mică;
- d) la frecvență intermediară foarte mică apare pericolul perturbațiilor din partea frecvenței imagine, precum și a stațiilor care lucrează pe frecvențele $f_{osc.} \pm \frac{1}{2} FI$; $f_{osc.} \pm \frac{1}{3} FI$ etc. Aici $f_{osc.}$ este frecvența oscilatorului, iar FI este frecvența intermediară.

De obicei, la receptoarele de unde scurte se folosește o frecvență intermediară $FI = 450 \dots 470$ kHz și $730 \dots 1600$ kHz.

În receptoarele de amatori de clasă superioară cu bandă îngustă de trecere, pentru obținerea unei selectivități mari pe canalul vecin și cel imagine, adeseori se folosește *dubla schimbare de frecvență*.

Schema-bloc a unui astfel de receptor este reprezentată în figura 235, în care :

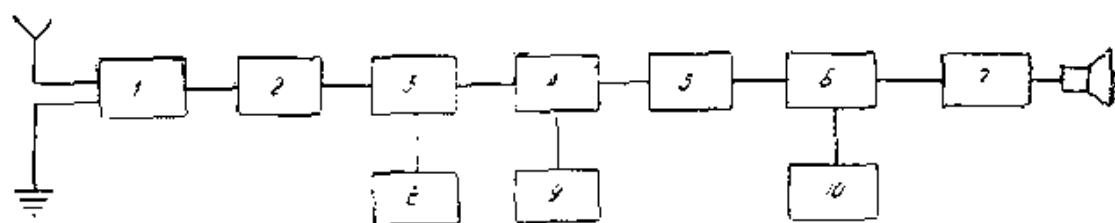


Fig. 235.

1 — dispozitivul de intrare, 2 — amplificator de radiofrecvență, 3 — primul etaj de aînștețec, 4 — al doilea etaj de aînștețec, 5 — amplificatorul celei de-a două frecvențe intermediare, 6 — detector, 7 — amplificator de audiofrecvență 8 — primul oscilator, 9 — al doilea oscilator, 10 — al doilea oscilator, 11 — difuzor dinamic sau cască.

Prima frecvență intermedieră se alege înaltă (de la 730 kHz pînă la 3 - 4 MHz), din care cauză se înlătură ușor perturbația cauzată de frecvența imagine. A doua frecvență intermedieră se ia relativ joasă (130 - 50 kHz).

Schema de etaje schimbătoare de frecvență. Alegerea schemei schimbătorului de frecvență și a regimului de funcționare are o importanță foarte mare pentru obținerea unei bune funcționări a superheterodinei.

Schemele de schimbătoare de frecvență se împart în două categorii: cu un singur tub, simplu sau combinat (hexodă, heptodă, octodă sau triodă-hexodă) și cu două tuburi separate.

Oricare etaj schimbător de frecvență se compune, după cum arătat, dintr-un oscilator local și un etaj de amestec. În schimbătoarele cu un singur tub — 6A8 (figura 236), o parte din electroză (grila întîi, catodul și grila a doua) constituie o triodă echivalentă, pe care se monteză oscilatorul local (grila a 2-a îndeplinind funcția de anod). Grila 4-a se numește *grilă de semnal*, deoarece pe ea sosește semnalul inci-

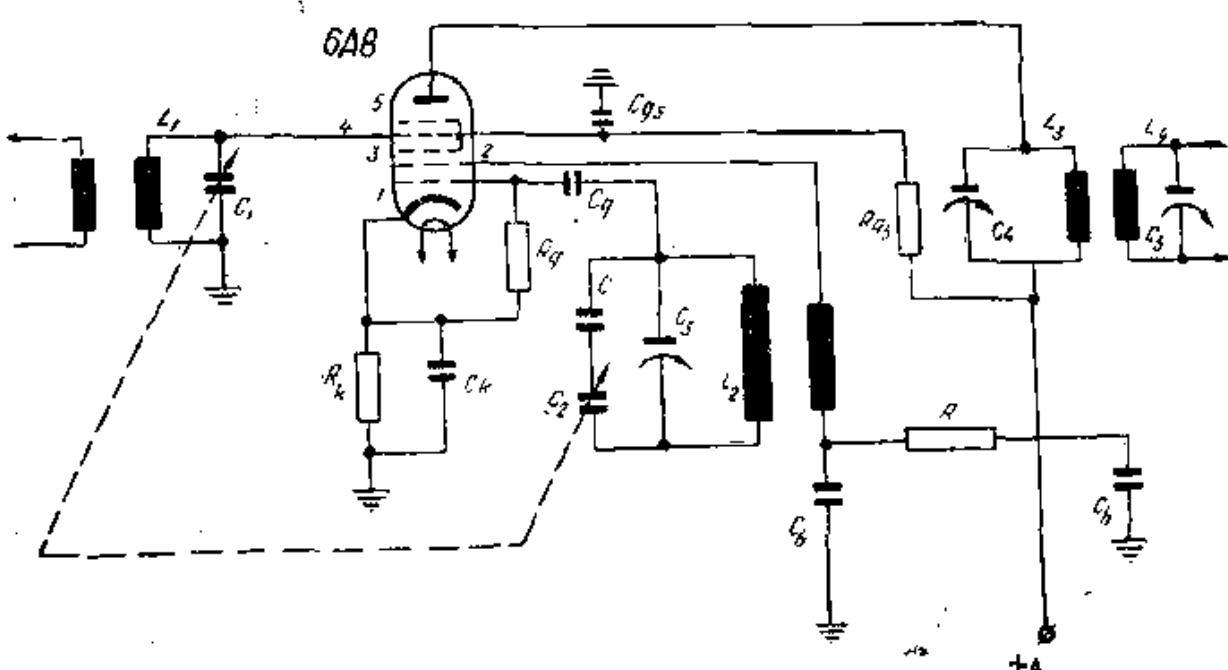


Fig. 236.

dent, de la circuitul acordat L_1C_1 . Amestecul oscilațiilor și obținerea bătăilor au loc în fluxul de electroni. Grilele 3 și 5 îndeplinesc funcția de ecrane.

Oscilatorul local are circuitul acordat L_2C_2 în circuitul grilei 1, iar bobina de reacție în circuitul anodic (grila 2).

În schema schimbătorului de frecvență echipat cu un tub 6SA7 (fig. 237) se obțin rezultate mai bune montând oscilatorul local după schema în trei puncte, cu anodul pus la pămînt. Rolul anodului îl îndeplinește aici grila ecran, intrucât în tub nu există un alt electrod special, care să constituie anodul oscilatorului.

Rezultate mai bune în ceea ce privește stabilitatea funcționării dau schimbătoarele cu două tuburi (cu oscilatoare separate). Aici se pot fo-

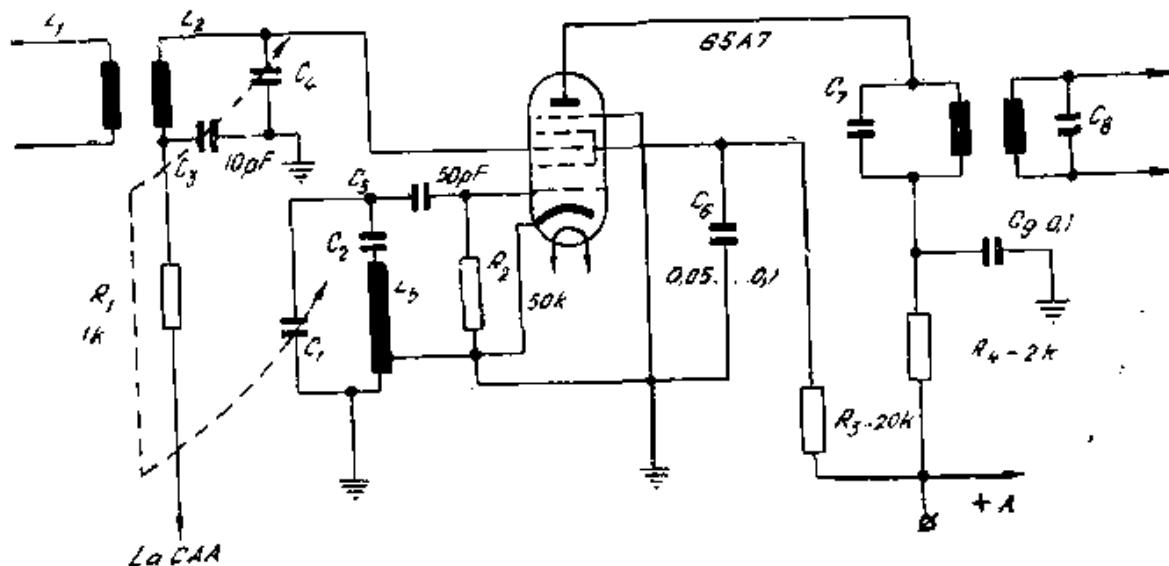


Fig. 237.

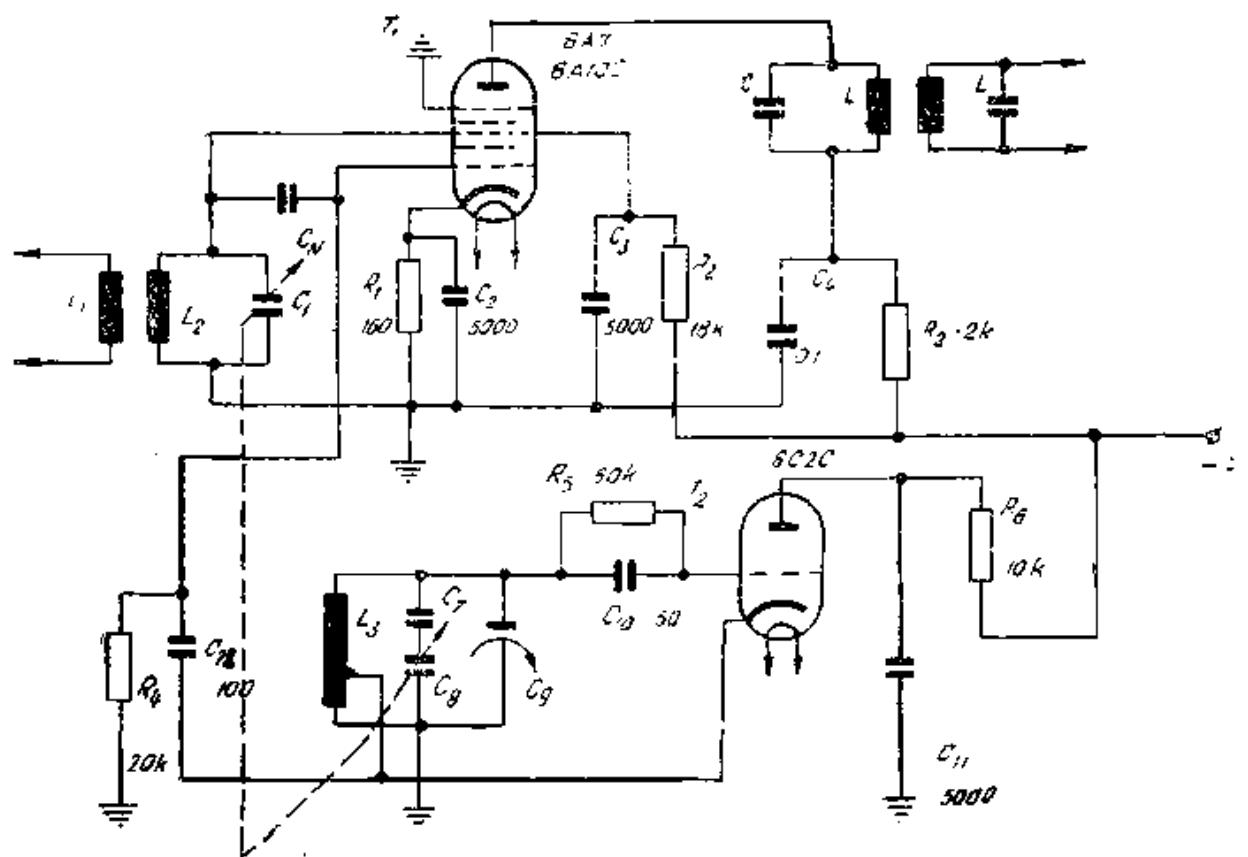
losi ca tuburi de amestec heptodele 6SA7 și 6A10C. Schemele schimbătoarelor cu aceste tuburi sunt date în figura 238 a și b.

În receptoarele economice de baterii se utilizează ca schimbătoare de frecvență tuburile 1A1 π. Schema de principiu a unui astfel de schimbător este dată în figura 239.

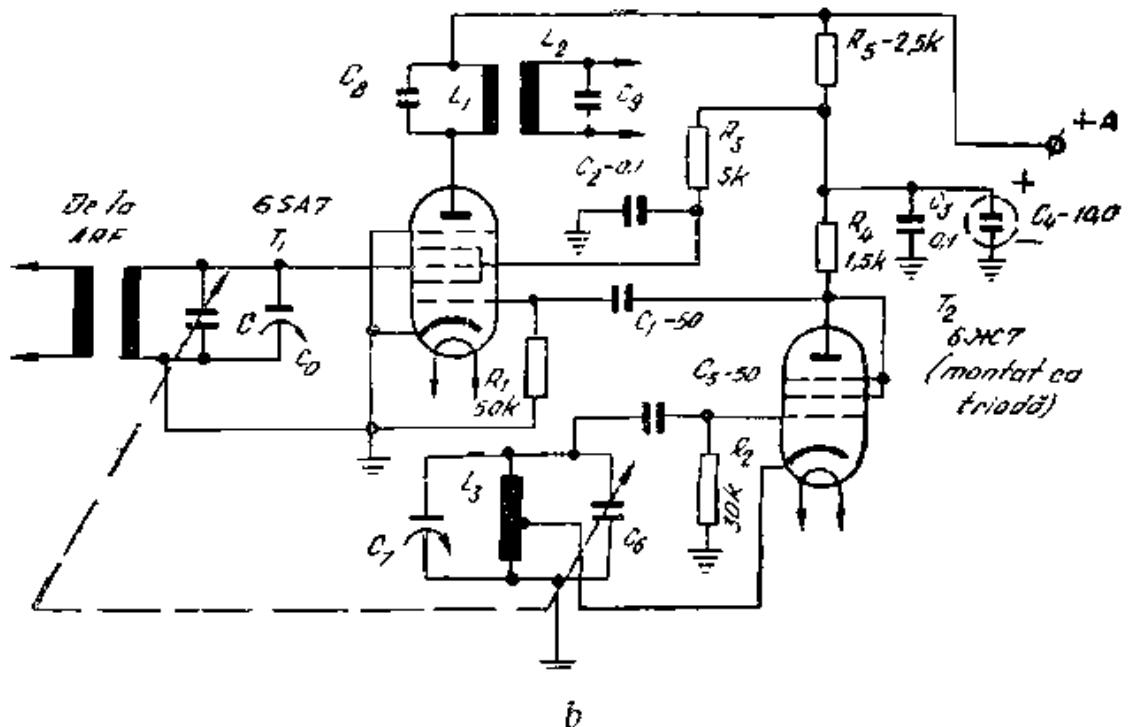
În cazurile cînd FI se alege ridicată (1 000 kHz și mai mare) este de dorit să se folosească schimbarea pe o singură grilă (fig. 240 a și b), întrucât nivelul zgomotelor în acest caz devine minim.

Schema din figura 240 a poate fi folosită pentru orice caz, iar schema dată în figura 240 b numai în receptoarele de bandă. Ca tub de amestec se poate folosi orice pentodă de radiofrecvență. Rezultatele mai bune dau pentodele cu pantă mare — 6Ж4 (6AC7), 1851 și altele.

Pentru îmbunătățirea selectivității pe frecvență imagine, precum și pentru mărirea sensibilității receptorului, în superheterodinele cu tuburi puține se folosesc uneori în etajul schimbător reacția pozitivă. Calitatea pieselor și a montajului trebuie să fie în acest caz superioară. Noi însă socotim că într-un receptor de unde scurte pentru amatori, a cărui sta-



a



b

Fig. 238.

bilitate în funcționare trebuie să fie deosebit de ridicată, este necesar să evităm folosirea reacției pozitive în schimbător. Este mai indicat să se folosească amplificarea de radiofrecvență, care dă rezultate mai bune și este mai ușor de executat.

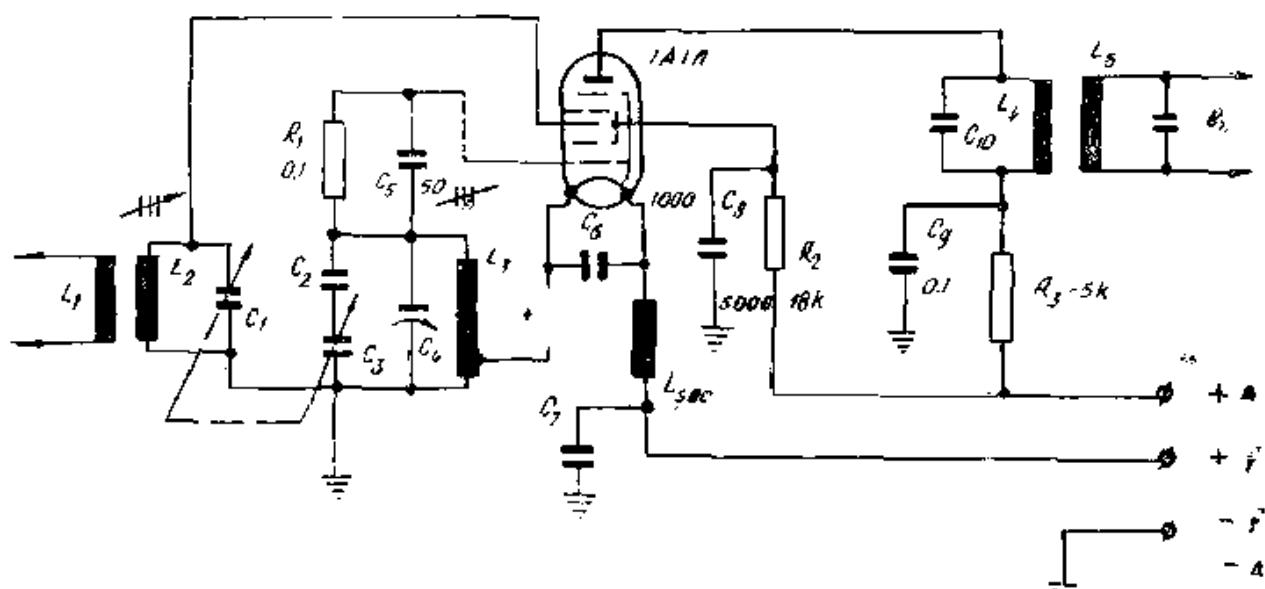


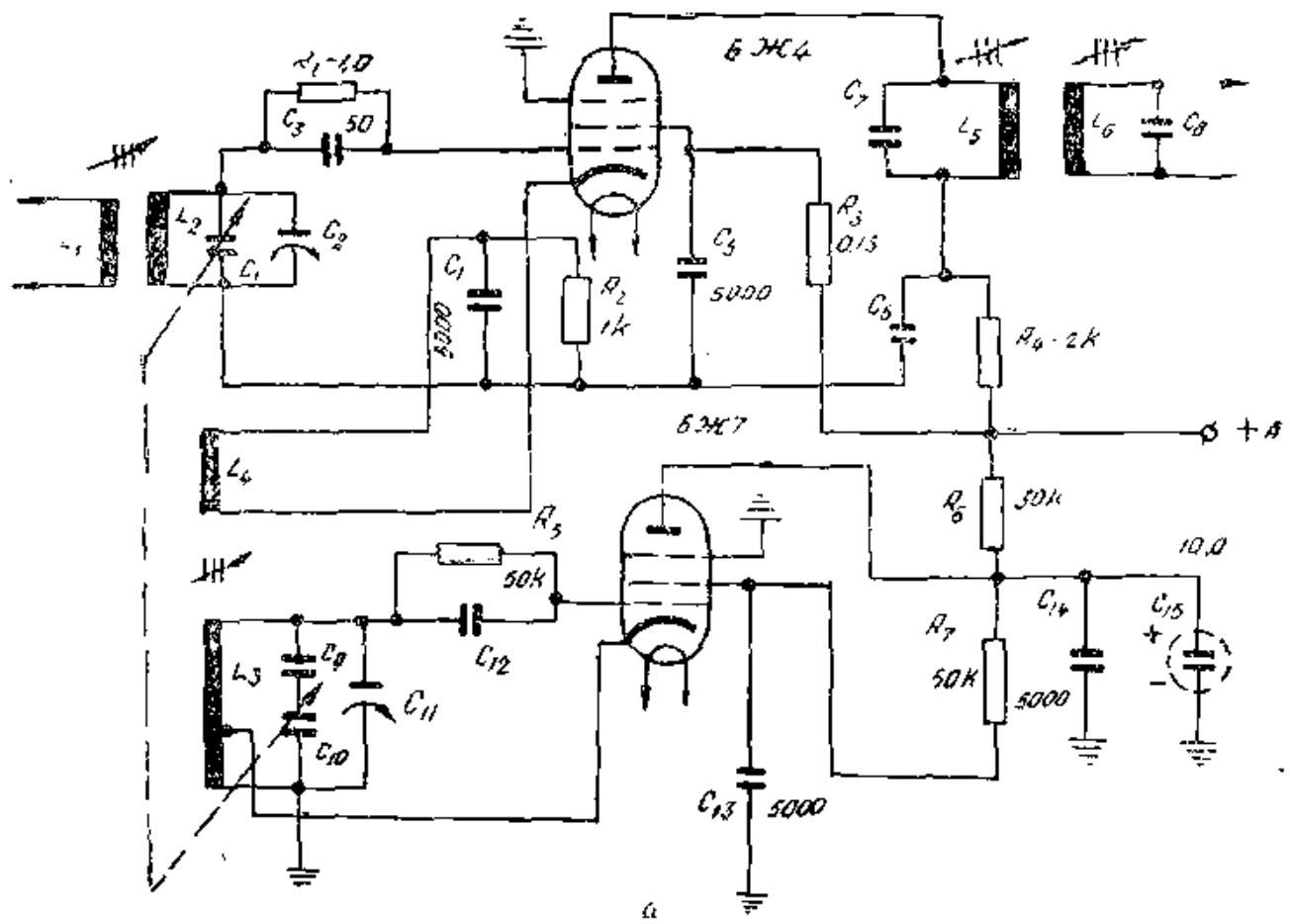
Fig. 239.

Alegerea schemei și stabilitatea regimului de funcționare a oscilatorului trebuie făcute în aşa fel, încât aceasta să oscileze uniform în gama de frecvențe dată, să dea o tensiune de oscilație suficientă pentru funcționarea normală a tubului de amestec, să aibă un număr minim de armonice și să genereze o frecvență suficient de stabilă. Inductanța și capacitatea circuitului oscilant al oscilatorului se aleg astfel, încât să acopere gama de frecvențe dată și să permită acordul monobuton al receptorului.

Amplificatoare de frecvență intermediară. Ca amplificatoare de frecvență intermediară se folosesc mai des amplificatoare de bandă (fixe sau variabile).

Schemele amplificatoarelor de bandă fixe sunt date în figura 241 unde: a — etaj cu cuplaj direct al primului circuit oscilant al filtrului de bandă cu tubul; b — etaj cu cuplaj, prin autotransformator și c — etaj cu cuplaj inductiv.

Când primul circuit acordat al filtrului de bandă este cuplat direct cu tubul, amplificarea dată de etaj devine maximă, însă circuitul acordat este puternic șuntat de tub, ceea ce înrăutățește simțitor calitatea circuitului acordat și totodată îi micșorează simțitor selectivitatea. În afară de aceasta, asemenea amplificatoare au tendință de autooscilație.



a

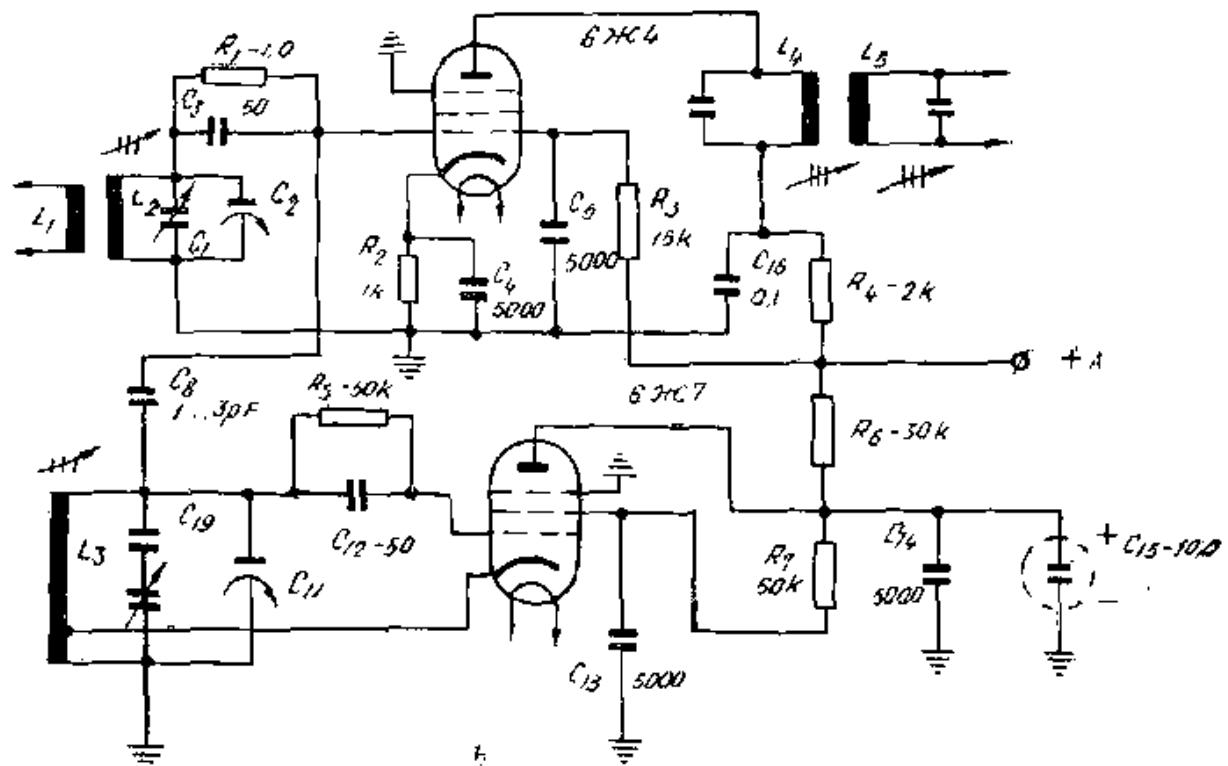


Fig. 240.

Din această cauză, schemele cu cuplajul direct al circuitului acordat se folosesc numai în receptoarele superheterodine simple, care au numai un singur etaj de amplificare a frecvenței intermediare. În celealte cazuri însă, se folosesc schemele cu autotransformator, în care, prin varia-

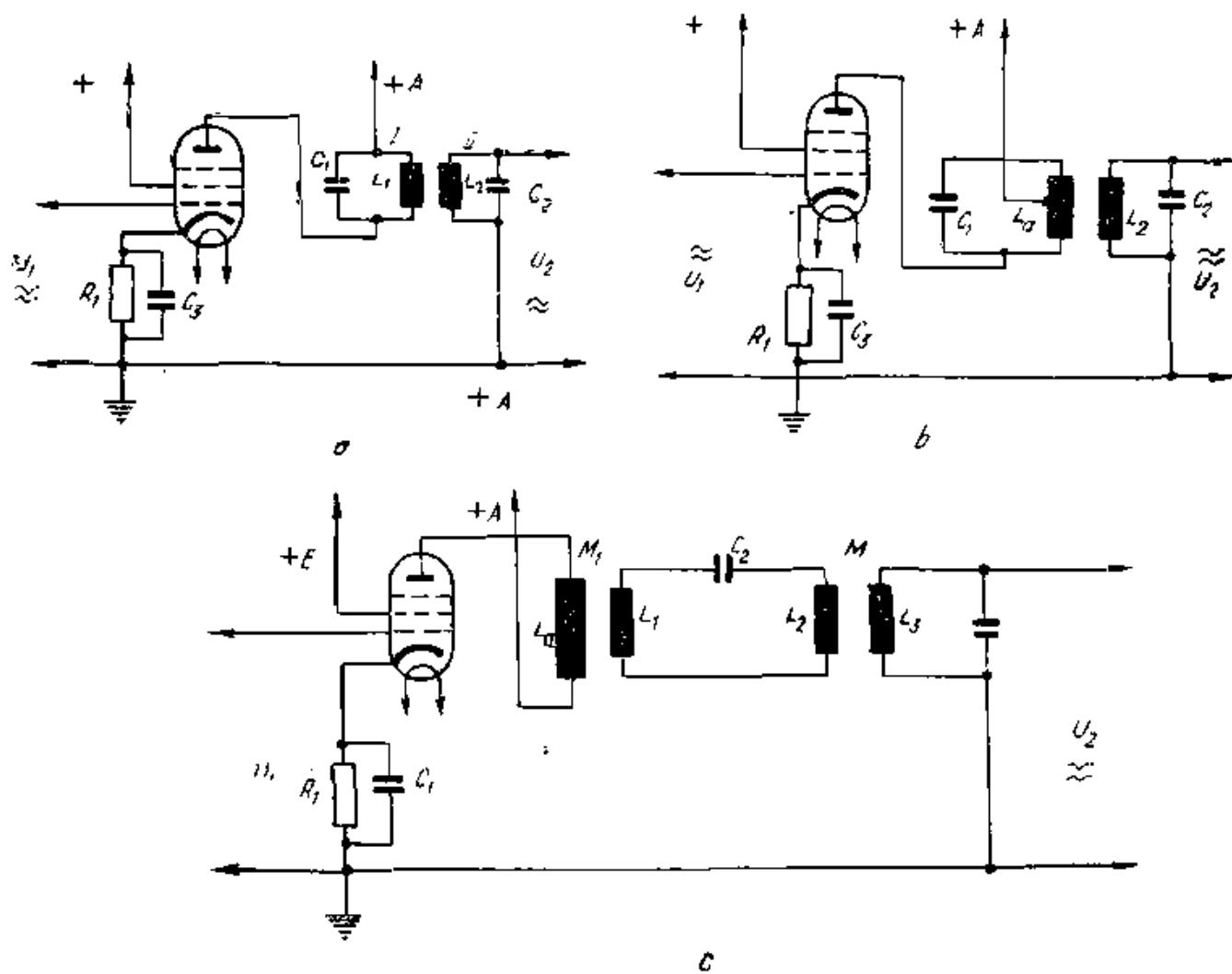


Fig. 241.

ția gradului de cuplare, se poate alege ușor cuplajul cel mai convenabil al circuitului acordat cu tubul.

Pentru amplificatoarele de bandă se cer următoarele condiții: să aibă un mare coeficient de amplificare, o bună selectivitate, să producă distorsiuni minime și să fie stabile în timpul funcționării.

Coefficientul de amplificare al amplificatorului de bandă poate varia în limite largi: de la cîteva zeci pînă la cîteva sute de mii, funcție de întrebunțarea acestuia. Amplificarea pe etaj poate fi de la 40 pînă la 120...140, în raport de tuburile folosite și frecvența de rezonanță.

În schemele cu bandă de trecere variabilă, una din bobinele fiecărui-ia, sau numai o parte din filtrele amplificatorului de frecvență intermediară, se construiește mobilă. La acoperirea bobinelor, ca urmare a mărimii cuplajului, banda de trecere a amplificatorului se va lărgi, iar la depărtarea bobinelor, se va îngusta.

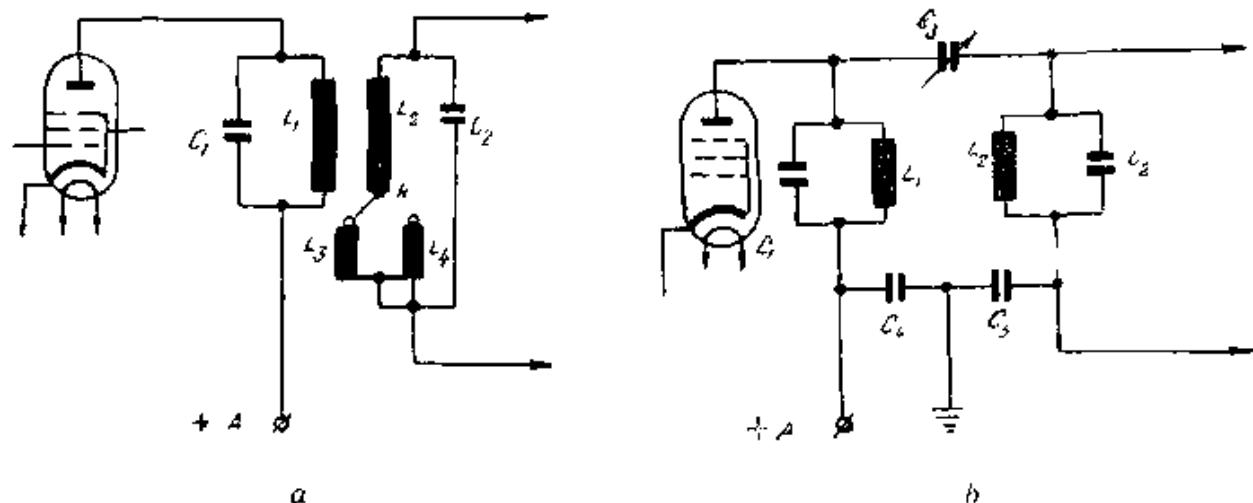


Fig. 242.

Deoarece din punct de vedere constructiv este greu de realizat o bobină mobilă, se recurge la alt sistem. Cu ajutorul unui comutator se conectează bobina suplimentară L_3 (fig. 242 a). Bobina este executată cu același conductor ca și celelalte bobine și are 3...10 spire. Prin legarea ei în serie cu bobina L_2 cuplajul se mărește și, prin adunare, banda se largeste. Bobina L_4 compensează modificarea inductanței totale a circuitului L_2C_2 . Numărul de spire al bobinei L_4 este aproximativ același ca al bobinei L_3 . Ea se montează lîngă bobina L_2 .

În figura 242 b este dată o schemă în care cuplajul capacitive al filtrului de bandă poate varia între limite largi cu ajutorul condensatorului variabil C_3 , a cărui capacitate maximă este de 30...50 pF. Prin aceasta se obține o variație lină a benzii de trecere.

Pentru mărirea sensibilității și selectivității receptorului, la superheterodinele cu tuburi puține se întrebunează uneori reacția pozitivă. Cîteva scheme de conectare a reacției sunt date în figura 243. Schema cu reacția în circuitul catodului (fig. 243 a) este simplă și folosită des de amatori. Schema dată în figura 243 b este mai complicată, însă se execută mai ușor și este mai stabilă în funcționare. Bobina de reacție L_5 are 20...25 spire.

Dezavantajul principal al receptoarelor cu reacție pozitivă în etajul amplificatorului de frecvență intermediară este instabilitatea funcțio-

nării lor. Cea mai mică variație a tensiunilor de alimentare duce la schimbarea bruscă a formei curbei de rezonanță și a coeficientului de amplificare, mergând pînă la autooscilație.

O schemă interesantă a etajului amplificatorului FI este aceea în care se folosește concomitent reacția pozitivă și cea negativă (fig. 244). Reacția negativă se face în circuitul catodului prin căderea tensiunii de frecvență intermediară, pe rezistența R_2 . Reacția pozitivă este cuplată după schema obișnuită (bobina L). La reglajul etajului, reacția pozitivă trebuie stabilită în așa fel, încît valoarea FI să compenseze în întregime pe cea negativă, dar să nu o depășească. În acest caz stabilitatea funcționării amplificatorului pe frecvență de rezonanță nu variază, însă selectivitatea lui va crește simțitor.

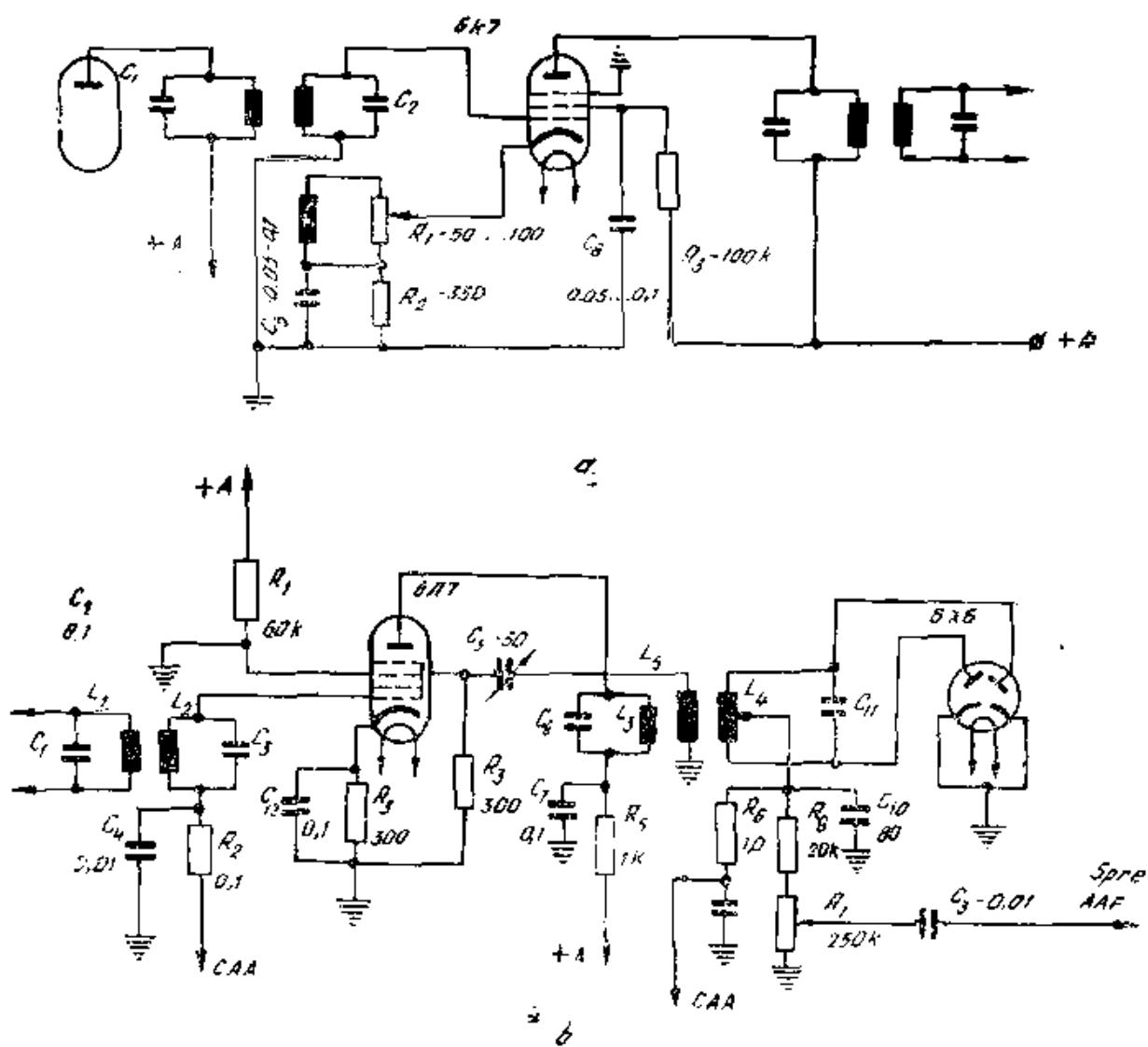


Fig. 243.

Filtrele cu cuarț. Pentru obținerea unei benzi înguste, „telegrafice”, în amplificatorul de frecvență intermediară se introduce un filtru cu cuarț.

Filtrul cu cuarț asigură o bandă de trecere de 100...300 Hz, cu o foarte mare selecțivitate, ceea ce reduce simțitor orice fel de paraziți

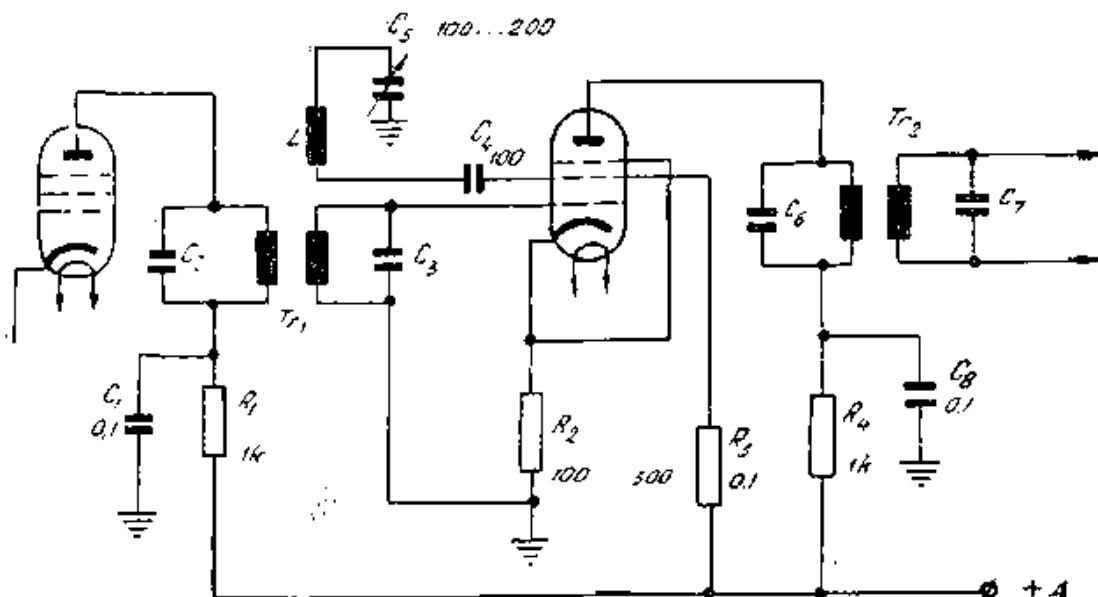


Fig. 244.

și îmbunătățește foarte mult raportul dintre nivelul semnalului și nivelul zgomotelor. În afară de aceasta filtrul cu cuarț dă posibilitatea să se „taie” ușor stația perturbatoare, chiar dacă frecvența ei diferă cu cîteva zeci de herții de frecvența stației recepționate, iar nivelul perturbației depășește nivelul semnalului util.

Elementul principal al filtrului este o plăcuță tăiată dintr-un cristal de cuarț, montată într-un suport special.

Cristalul de cuarț, ca și sareea de Seignette, produce efectul piezoelectric, adică devine producător de curent electric atunci cînd este deformat mecanic. Fenomenul este însă reversibil. Dacă i se aplică o tensiune alternativă, el începe să execute oscilații mecanice, comprimîndu-se și dilatîndu-se succesiv (efect piezoelectric invers).

Cele mai puternice oscilații întreținute ale cristalului se pot obține cînd frecvența f.e.m. alternativa exterioară, care acționează asupra sa, este egală cu frecvența proprie a cristalului, adică la rezonanță.

Cristalul de cuarț are o rezonanță foarte ascuțită. La o diferență mică între frecvența f.e.m. exterioară și frecvența proprie a cristalului, amplitudinea oscilațiilor acestuia este complet anulată. Toamă datorită

acestei proprietăți el se folosește pentru îngustarea benzii de trecere a filtrelor de bandă, și, după cum se va vedea în capitolul „Radioemisătoare”, pentru stabilizarea frecvenței oscilatoarelor.

În dispozitivele de recepție au căpătat o răspândire foarte mare montajele cu filtrul de quart în punte; o astfel de schemă este dată în fi-

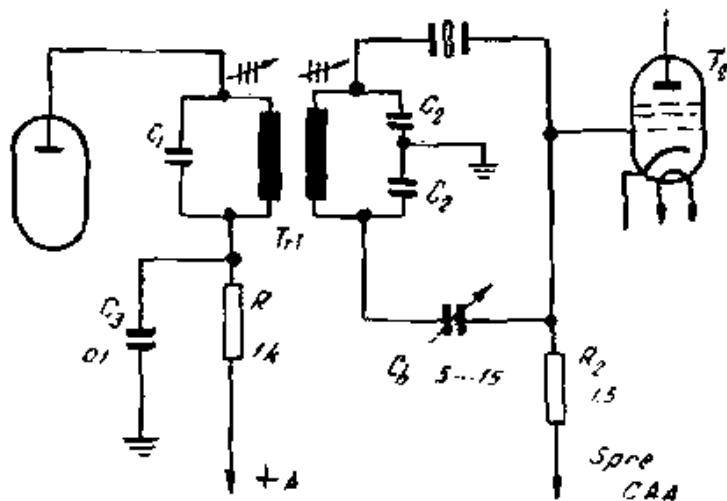


Fig. 245.

gura 245. Capacitatea condensatorului de echilibrare C se alege astă fel, încît curentul ce trece prin el în circuitul de sarcină să compenseze curentul ce trece prin capacitatea legată în paralel cu cristalul și care este formată din capacitatea suportului cristalului și a montajului. Capătul A se ia exact din mijlocul condensatoarelor C_2 și se conectează la masă. Condensatorul C este de preferat să fie un condensator variabil cu dielectric aer, avind o capacitate de la 5 la 20...30 pF.

Reglarea lățimii benzii se face prin variația formei curbei de rezonanță, ceea ce se poate realiza prin dezacordarea filtrului. Aceasta se obține în primul rînd prin dezacordarea ramurii paralele L_2C_2 (fig. 246 a și b), iar în al doilea rînd prin legarea de rezistențe în serie cu una din înșâsurările transformatorului de frecvență intermediară (fig. 246 c).

În primul caz, cea mai largă bandă se obține prin acordarea la rezonanță a circuitului acordat paralel al filtrului. Printr-o mică dezacordare a circuitelor acordate, banda se îngustează, iar amplificarea crește din cauza micșorării pierderilor introduse de circuitele acordate în circuitul quartului. În al doilea caz, banda se îngustează o dată cu introducerea în circuitul acordat a rezistenței, iar amplificarea scade mult.

Prin ambele procedee de reglaj se poate obține o variație a benzii, în mod continuu sau în salturi, de la cîțiva kHz pînă la 100...200 Hz.

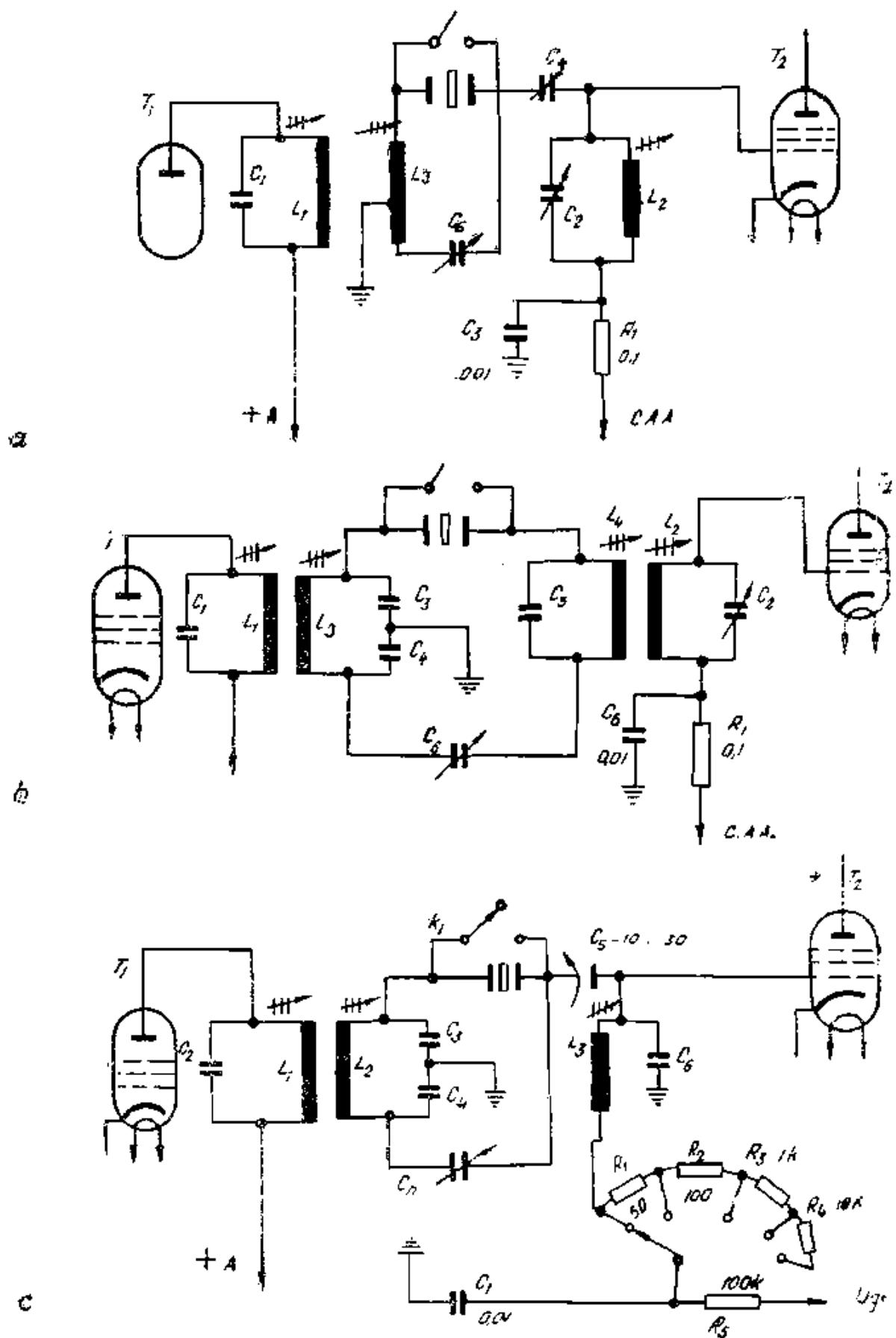


Fig. 246.

Controlul (reglajul) automat al amplificatorului (CAA). Rolul CAA este să mențină aproximativ constant nivelul tensiunii de la ieșirea dispozitivului de recepție, la variații importante ale tensiunii de la intrarea lui.

Schema unui CAA simplu este dată în figura 247. Tensiunea semnalului incident, redresată de detector, se aplică pe grilele de comandă ale tuburilor etajelor reglate. Această schemă are însă un dezavantaj esențial. În ea, reglajul amplificării se face la orice nivel al semnalului de intrare, din care cauză chiar la un semnal slab sensibilitatea receptorului este deja mult coborâtă din cauza acțiunii CAA, ceea ce, desigur, nu este de dorit. Asemenea schemă poartă denumirea de CAA simplu (fără întârziere).

Rezultate mai bune dau schemele CAA denumite — impropriu — cu întârziere (fig. 248, 249, 250).

Dioda din stînga tubului 6X6 din schemă (fig. 248 și 249) se folosește ca al doilea detector, iar cea din dreapta ca detector separat pentru CAA. Folosirea detectorului separat pentru sistemul CAA permite micșorarea distorsiunilor nelineare și, în afară de aceasta, face schema mai comodă.

Catodul diodei din dreapta este alimentat cu o oarecare tensiune pozitivă, care se numește *tensiune de întârziere*. Cît timp tensiunea semnalului aplicat diodei nu depășește tensiunea de întârziere, dioda este blocată și sistemul CAA nu lucrează. Numai cînd tensiunea semnalului aplicat diodei depășește tensiunea de întârziere dioda se deblochează și curentul detectat, care trece prin rezistență R_s (figura 248), creează în ea tensiunea de comandă. În acest fel, la semnalele slabe, sensibilitatea receptorului crește la maximum.

În cazul cînd tensiunea de întârziere necesară pentru lucrul normal al sistemului CAA devine egală cu tensiunea de negativare cu care se alimentează grilele tuburilor comandate, se poate folosi schema din figura 250. După principiul de funcționare ea nu se deosebește cu nimic de schema precedentă. Datorită însă faptului că în această schemă dioda CAA este alimentată de la minusul tensiunii de întârziere, care simultan este aplicată și grilelor tuburilor comandate, dispără necesitatea de a le negativa pe acestea din urmă cu o altă tensiune.

În schema din figura 250 se utilizează un tub 6Г2 sau 6Г7.

În cazul cînd tensiunea luată de la detector este insuficientă pentru negaj, se folosește schema CAA „amplificat” cu întârziere (fig. 251 a și b). În prima schemă amplificarea suplimentară se face pe FI, prin folosirea unui etaj suplimentar de amplificare. Tensiunea de frecvență intermediară pentru CAA se aplică la o diodă separată, se redreseză și apoi intră la grilele tuburilor reglate.

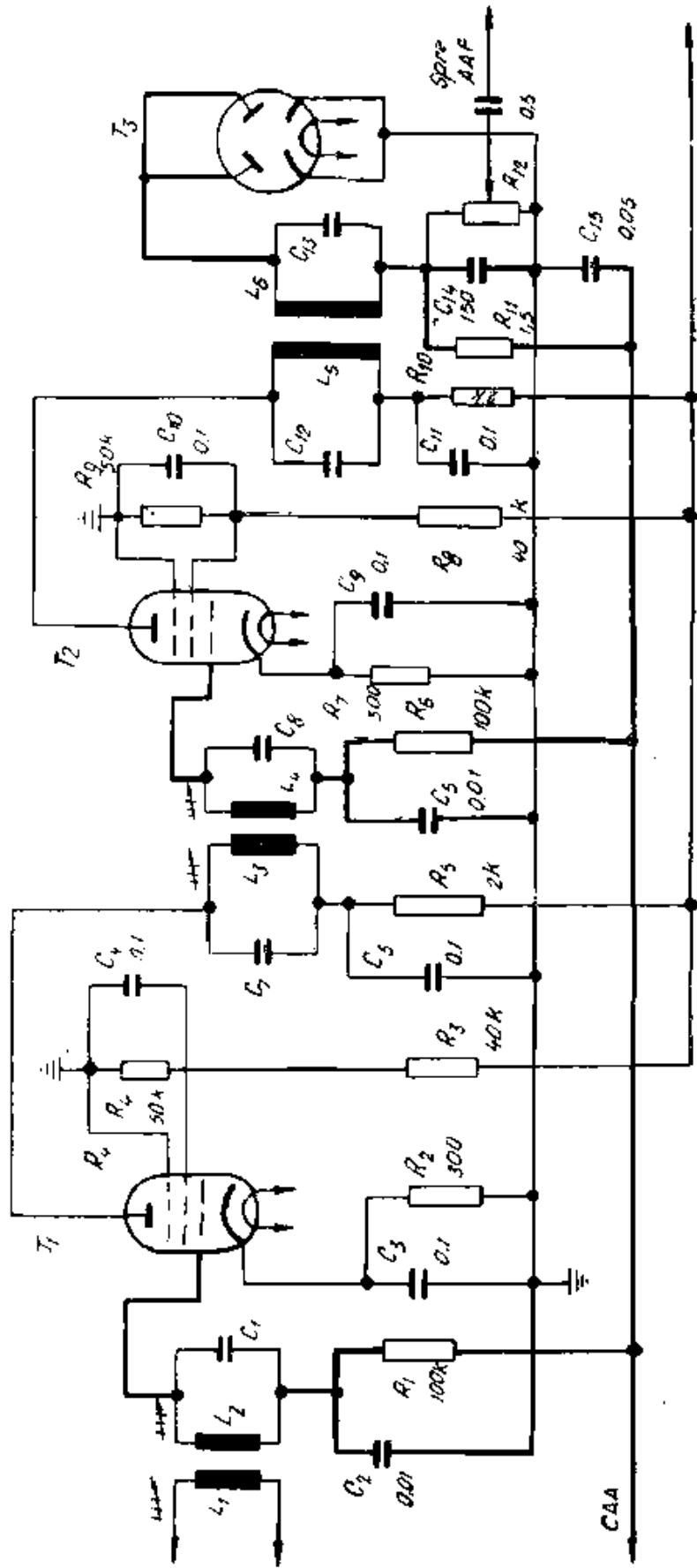


Fig. 247.

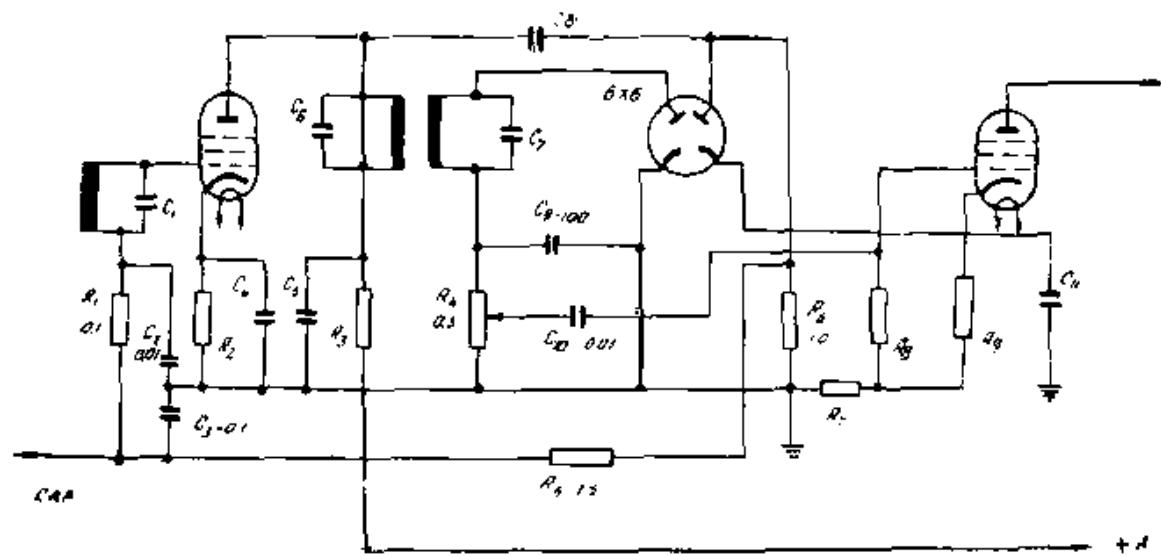


Fig. 248.

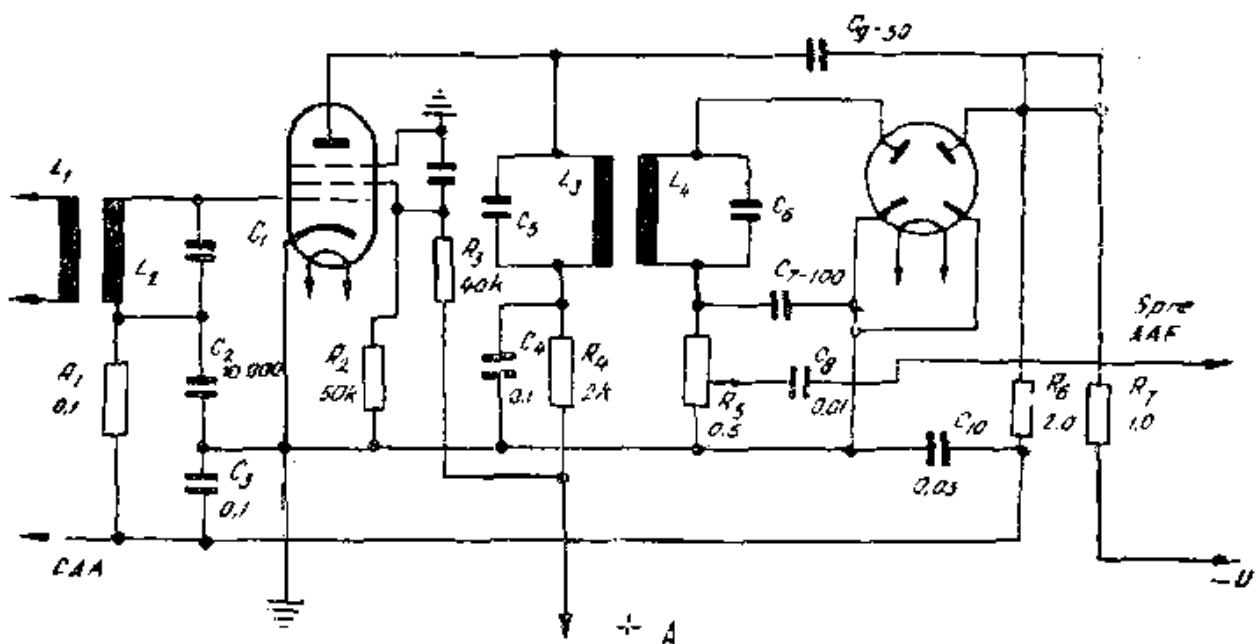


Fig. 249.

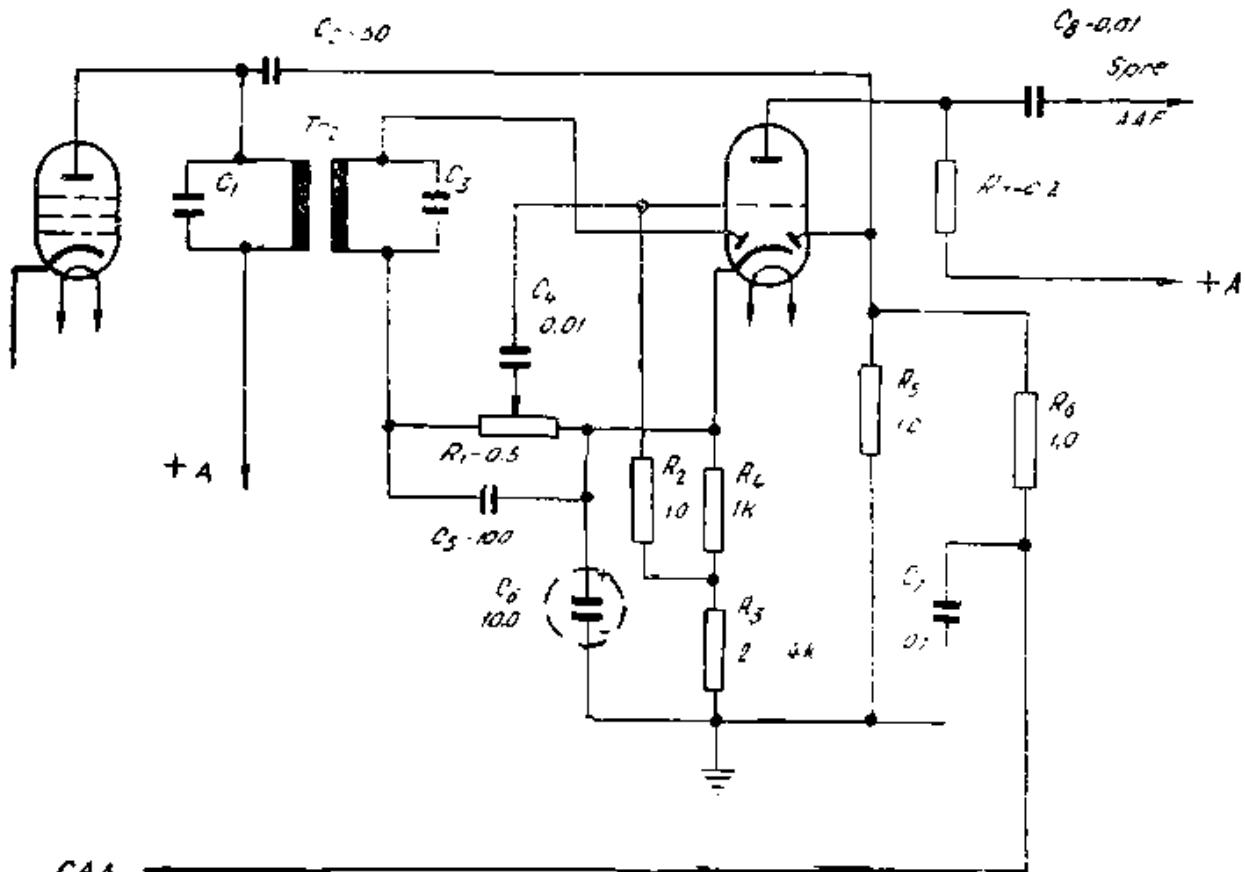


Fig. 250.

În a două schemă amplificarea se face asupra curentului continuu, iar ca amplificator se folosește tubul primului etaj al amplificatorului de audiofreqvență.

Limitatoare de paraziți. Schema celui mai simplu limitator de paraziți cu reglaj manual al pragului la limitare este dată în figura 252. Aici prima diodă funcționează ca al doilea detector al receptorului, iar a două servește la limitare. Reglajul pragului de limitare se face cu ajutorul potențiometrului R_3 , prin aplicarea tensiunii negative pe anodul diodei a două.

Procesul de limitare se produce în felul următor: curentul de frecvență intermediară, redresat de prima diodă, produce la bornele rezistenței de sarcină $R_1 + R_2$ o d.d.p. al cărui minus se află în partea circuitului acordat, iar plusul în partea catodului diodei. Prin creșterea tensiunii de la circuitul acordat L_2C_5 și atingerea amplitudinii pînă la valoarea tensiunii negative la nodul diodei a două, aceasta din urmă va conduce, iar curentul redresat de ea va trece prin același circuit ai sarcinii, însă în sens contrar curentului primei diode.

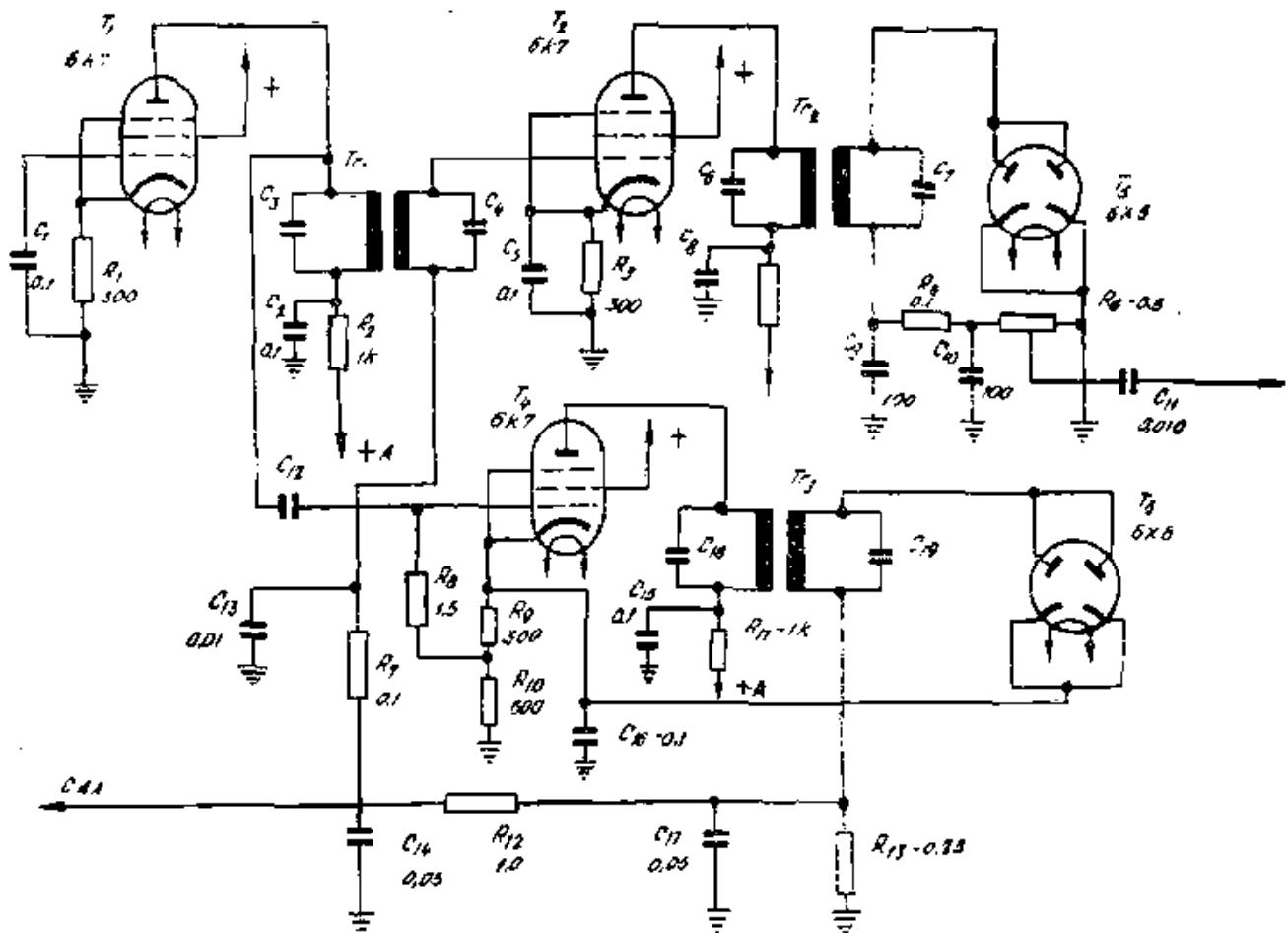


Fig. 251 a.

Întrucât legea variației intensității curentului funcție de tensiune, pentru ambele diode, este aceeași, curentul total din circuit (egal cu diferența lor), prin creșterea mai departe a tensiunii alternative de la bornele circuitului acordat, după ce dioda a doua va conduce, nu va varia, și, prin urmare, nu va varia nici tensiunea pe rezistență de sarcină, adică amplitudinea semnalului va fi limitată.

În figura 253 este dată schemă care permite să se limiteze amplitudinea ambelor semiperioade ale tensiunii alternative. Această schemă poate fi folosită cu succes atât în partea de radiofrecvență, cât și în cea de audiofrecvență a receptorului.

Indicatoare de acord. În radioreceptoarele de unde scurte de amatori, la fel ca și în cele obișnuite de radiodifuziune, se pot folosi diferite tipuri de indicatoare de acord. Dintre acestea cele mai răspândite sunt *indicatoarele optice cu tub electronic*, de tip *ochi magic*, utilizate aproape

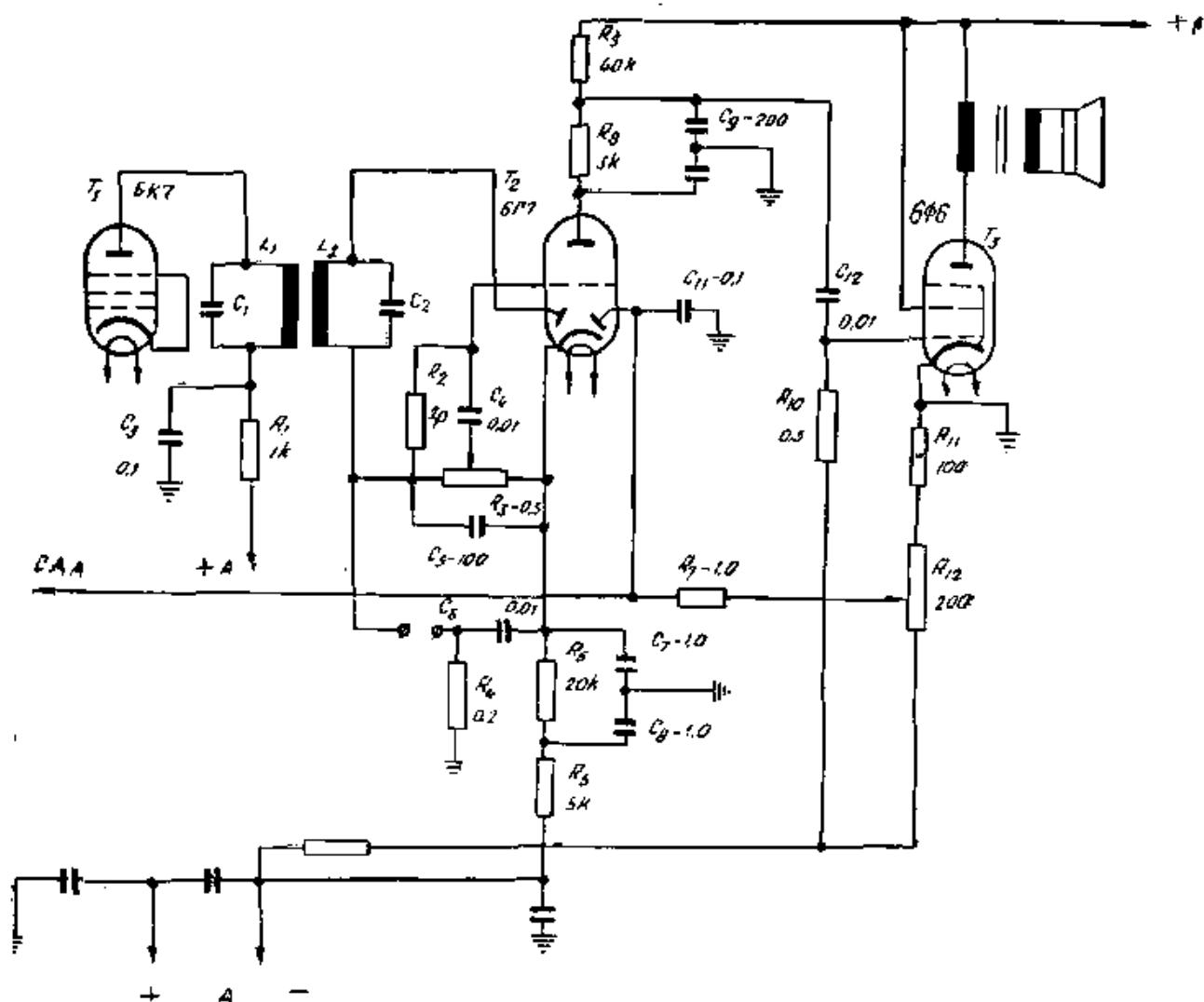


Fig. 251 b

în exclusivitate în receptoarele obișnuite (de broadcasting) și *indica-toarele cu aparat de măsură (cu ac indicator)*, întâlnite mai ales în receptoarele de trafic, sub denumirea de „S-metre”, întrucât sunt gradate după scara S de tările a semnalelor folosite de radioamatori.

În figura 254 a se prezintă reprezentarea schematică și organizarea interioară, simplificată, a unui „ochi magic”. Într-un balon de sticlă se montează o triodă și un indicator electronic format dintr-un catod K în prelungirea catodului triodei, care servește la emisiunea electronilor, un ecran E, de formă conică (ce face și oficiul de anod), acoperit cu un material special (villemite) care emană o lumină verzuie atunci cînd este bombardat cu electroni, și, în fine, un al treilea elec-trod Y (de comandă), de forma unei benzi înguste, care se conectează la anod.

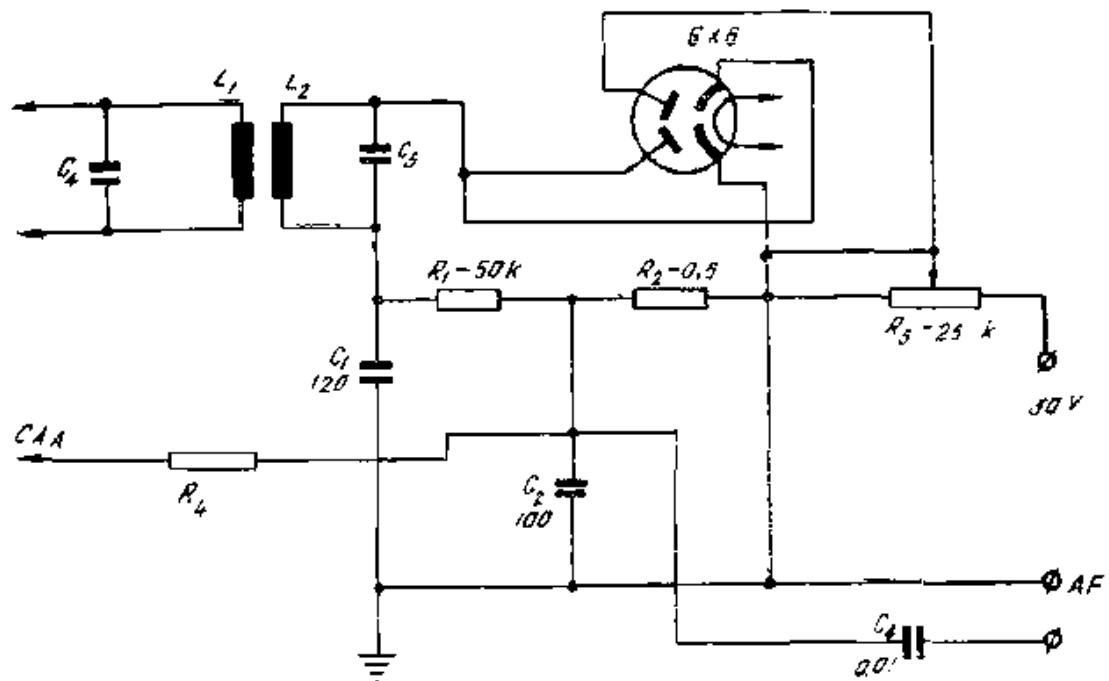


Fig. 252.

În figura 254 b se dă schema de conexiuni a unui indicator optic de acord. Pe grila de comandă a triodei acestuia se aplică tensiunea de la rezistența de sarcină a detectorului, iar anodul triodei este conectat la ecran prin rezistență R_a (de 1...1,5 M Ω). Când nu există semnal, prin R_2 curge numai curentul anodic al triodei, producând o cădere de potențial al cărui minus se aplică pe electroziul de comandă Y , lă-

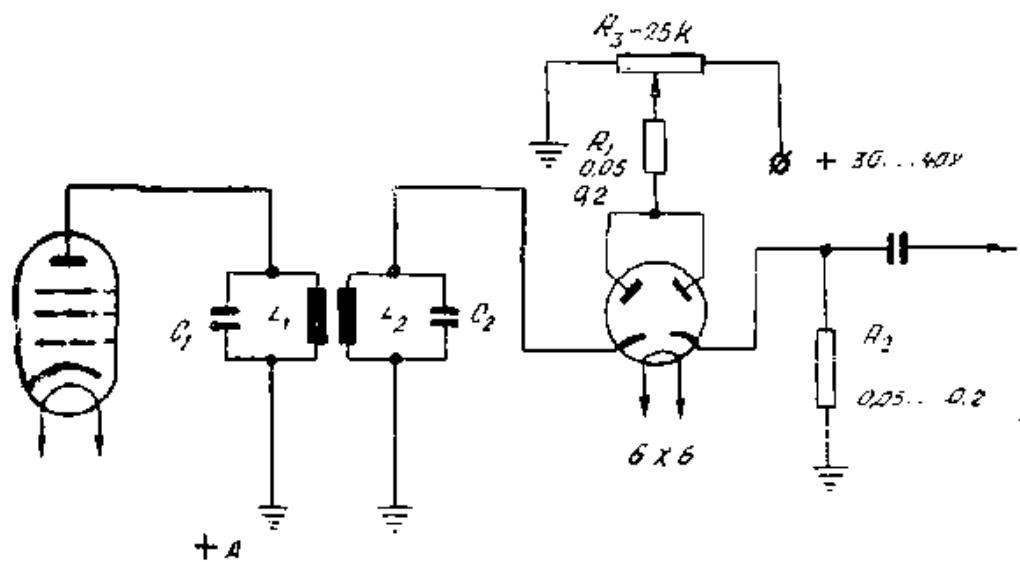


Fig. 253.

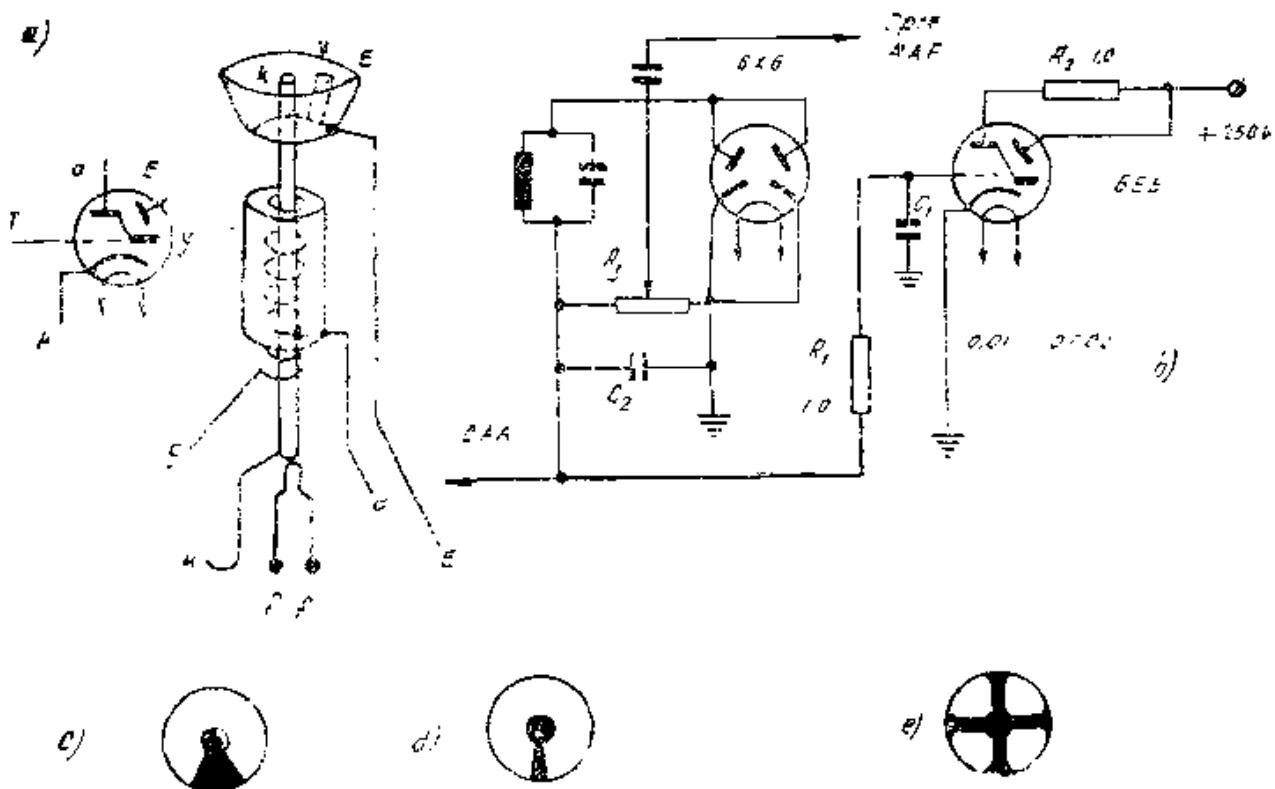


Fig. 254.

cindu-l puternic negativ. Din această cauză el respinge electronii emisi de catod, care, ocolindu-l, bombardează ecranul conic (anodul), și, ca urmare, acesta devine luminos, exceptând sectorul din fața electrodului Y (fig. 254 c), care rămâne întunecat.

La recepționarea unui semnal tensiunea continuă obținută la bornele rezistenței R_1 se aplică cu minșul pe grila de comandă a triodei și determină o micșorare a curentului anodic, prin urmare și o micșorare a căderii de tensiune pe rezistența R_2 . Potențialul electrodului de comandă devine mai pozitiv și se apropiie de potențialul ecranului. Electronii au o traекторie mai apropiată de electrodul Y , și, ca o consecință, sectorul întunecat se ingustează, proporțional cu tăria semnalului.

La indicatoarele optice zise „cu treflă catodică“ sintonizarea (acordarea) optimă pe frecvența semnalului este indicată prin lărgirea maximă a unor lobi luminoși, în formă de treflă (fig. 254 e).

În schema din figura 255 se arată modul de conectare a unui indicator cu ac, constituit dintr-un miliampmetru gradat în grade S (de la 1 la 9). Folosirea indicatorului de acord la recepția în telegrafie nu este recomandată, întrucât în cazul paraziților puternici, la recepția unei stații slabe, indicatorul va reacționa nu la semnalul util, ci la perturbații.

La recepția în sonie indicatorul va funcționa însă normal, astfel încât să se facă o acordare precisă, și în afară de aceasta, cind este gradat în scara S , permite să se determine în mod efectiv cărăția cu care se audă stația recepționată.

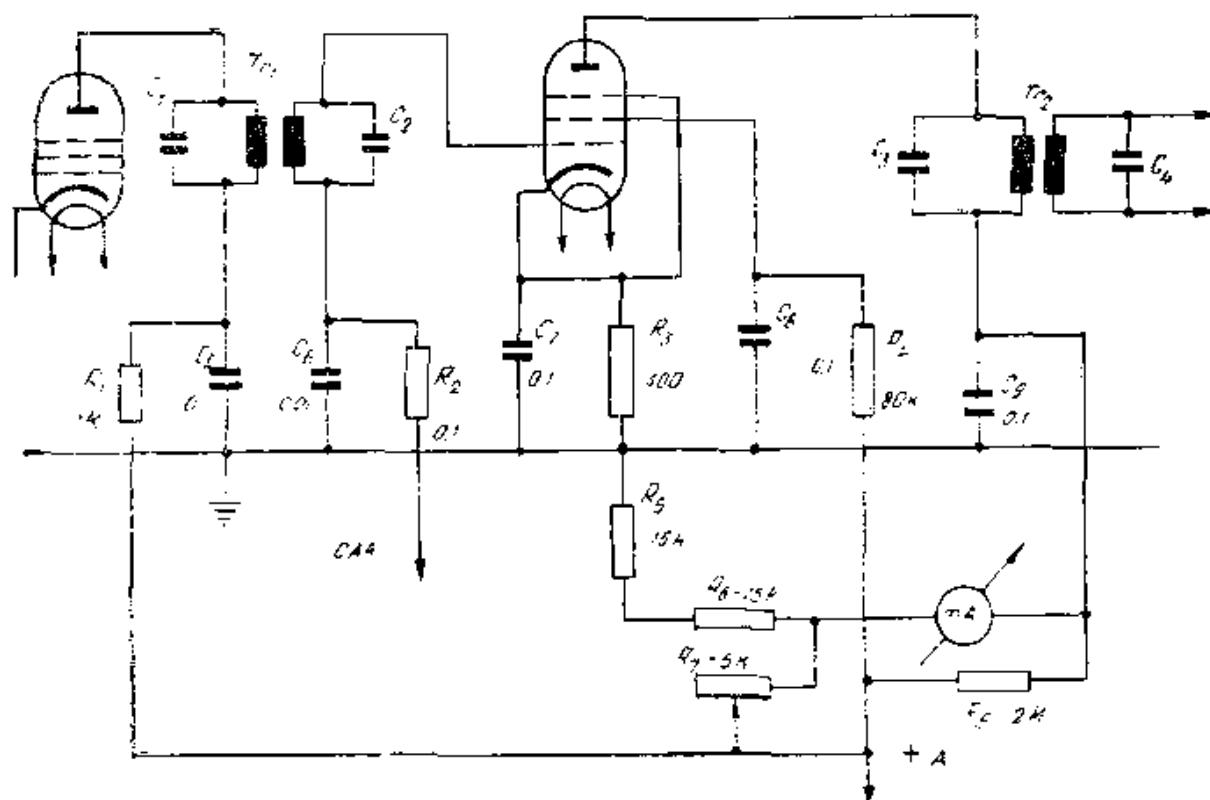


Fig. 255.

Extensia de bandă. Din cauza marii îngrämadiri a stațiilor radio pe benzile de amatori, în prezent a căpătat o largă întrebunțare extensia acestor benzi pe toată scala receptorului. Extensia ușurează mult acordul pe diferite stații și face scala ușor citibilă.

Există cîteva procedee de extensie a benzilor. Cele mai uzuale sunt :

1. cu ajutorul unui condensator variabil de mică capacitate, legat în paralel cu condensatorul principal de acord;

2. prin legarea unui condensator fix în serie cu cel variabil.

Al doilea procedeu se folosește mai des întrucît nu implică folosirea unui bloc suplimentar de condensatoare variabile, și, în afară de aceasta, permite să se obțină comod gradul de extensie dorit.

În figura 256 se dă cea mai folosită schemă de extensie de bandă.

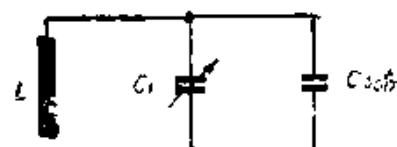


Fig. 256.

RADIORECEPTOARELE DE UNDE ULTRASCURTE

I. Receptoare cu amplificare directă. Superreacția

Recepționarea stațiilor care lucrează în benzile de unde ultrashort se face de regulă cu receptoare *superreacție* și *superheterodină*. De obicei, receptoarele cu reacție cu amplificare directă nu sunt folosite pentru recepția pe unde ultrashort, deoarece funcționează nestabil și dau o amplificare redusă.

Avantajul principal al unui receptor cu superreacție, în comparație cu unul obișnuit cu reacție, îl constituie sensibilitatea sa ridicată, calitate ce este deosebit de prețioasă pentru recepția undelor ultrashort, la care obținerea unei amplificări mari pe frecvența semnalului implică mari greutăți. Datorită faptului că în cazul unei bune reglări montajul cu superreacție dă o amplificare foarte mare, receptorul superreacție, cu unul sau două tuburi, poate să aibă aceeași sensibilitate ca o superheterodină complicată, cu mai multe tuburi. Prin aceasta se explică faptul că receptoarele de acest tip au căpătat o răspândire largă în diferite instalații mobile, unde condițiile principale sunt: greutatea mică, dimensiunile reduse și consumul economic.

Principiul de funcționare al receptorului superreacție diferă oarecum de principiul de funcționare al unui receptor cu reacție obișnuit. Superreacția este o formă de amplificare a reacției, în care montajul este pe rînd introdus și scos din regimul de oscilație, această schimbare a regimului făcîndu-se cu frecvență ultrasonică (cu radiofrecvență joasă). Frecvența la care în montaj apar și dispar oscilațiile se numește *frecvență de amortizare*.

În receptoarele cu superreacție se aplică trei regimuri de lucru: cu sursă separată de tensiune de amortizare și cu caracteristică logaritmică, cu surse separate de tensiune de amortizare și cu caracteristică liniară, și, în fine, cu autoamortizare.

Una din schemele posibile ale receptorului cu superreacție, cu sursă separată de tensiune de amortizare este arătată în figura 257. În această schemă detectorul cu reacție, care lucrează cu tubul T_1 , este montat după schema „în trei puncte”, reacția fiind aleasă astfel ca etajul să lucreze permanent în regim de reacție. Circuitul acordat L_1C_1 se acordă pe frecvența semnalului respectiv. Pentru a crea reacția intermitentă se utilizează un oscilator auxiliar, care lucrează cu tubul T_2 . Acest tub generează tensiunea de amortizare. Cînd alternanța tensiunii de amortizare este pozitivă, în circuitul L_1C_1 apar oscilații, iar cînd este negativă, ele dispar.

În cazul schemei cu caracteristică logaritmică, regimul de funcționare al etajului se alege astfel, ca oscilațiile în circuitul L_1C_1 să atingă starea de echilibru înainte de începerea amortizării lor.

Neajunsul regimului de mai sus constă în aceea că în acest caz recepția este însoțită de distorsiuni nelineare considerabile. Cu toate ace-

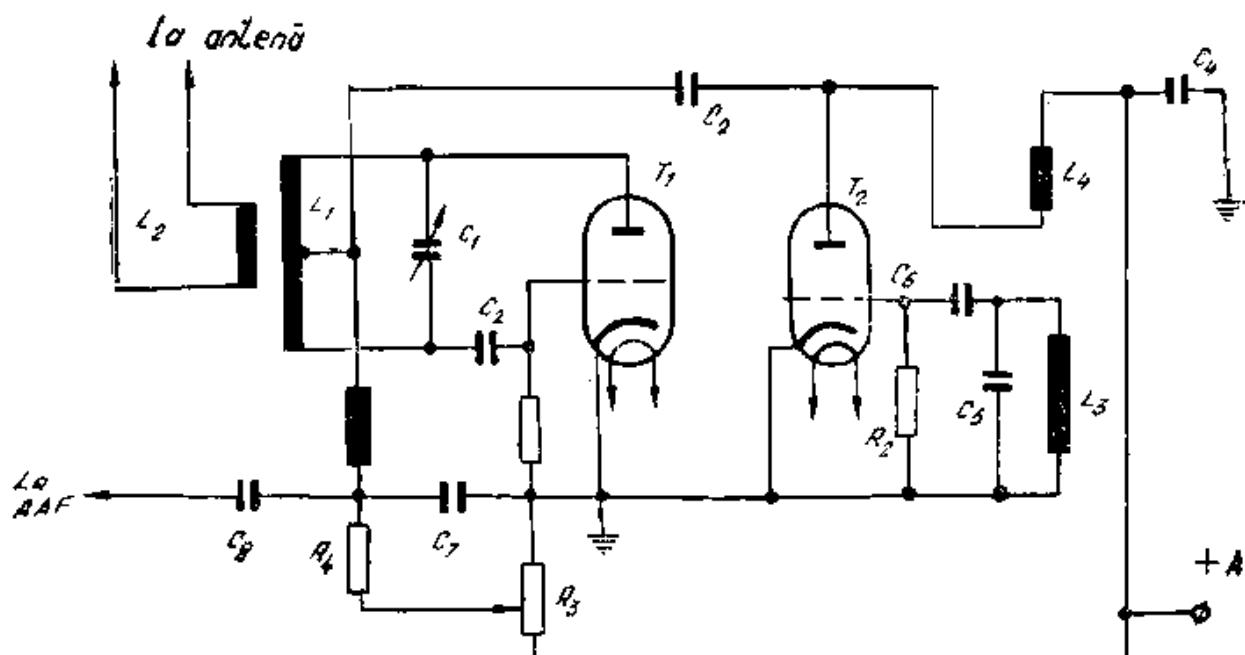


Fig. 257.

tez, datorită unei reglări relativ ușoare și însușirii de a suprima paraziții de impuls, această schemă își găsește aplicarea în aparatajul radioamatorilor.

Regimul de lucru al etajului cu caracteristică lineară se deosebește de regimul examinat anterior prin faptul că frecvența de amortizare se alege astfel încât oscilațiile să se amortizeze pînă la atingerea echilibrului. Dezavantajul schemei cu caracteristică lineară constă în aceea că pentru obținerea unei sensibilități înalte este necesară o reglare minuțioasă. Afără de aceasta, în acest regim, schema nu mai suprime paraziții de impuls. Frecvența de amortizare trebuie aleasă cît mai mare (100...200 kHz).

Cea mai mare răspîndire, datorită simplității lor, au căpătat schemele cu autoamortizare (fig. 258). Aici reacția intermitentă se obține prin alegerea corespunzătoare a capacității condensatorului C_2 și a rezistenței de scurgere R_1 a grilei. Etajul funcționează astfel: în circuitul oscilant L_1C_1 , datorită reacției pozitive, apar oscilații de frecvență ultraînaltă, iar curentii de grilă ce se produc trecînd prin rezistența de scurgere R_1 a grilei creează la bornele ei o tensiune al cărei minus-

este aplicat la grila de comandă a tubului. Însă această tensiune pe grilă își atinge valoarea maximă nu instantaneu, ci treptat în timp ce se încearcă condensatorul C_2 .

Creșterea tensiunii va continua pînă la întreruperea oscilațiilor de frecvență ultraînaltă, determinată de micșorarea pantei caracteristice a tubului datorită măririi tensiunii de negativare pe grila de comandă. După descarcarea condensatorului C_2 , prin rezistența R_1 , în montaj apar din nou oscilații.

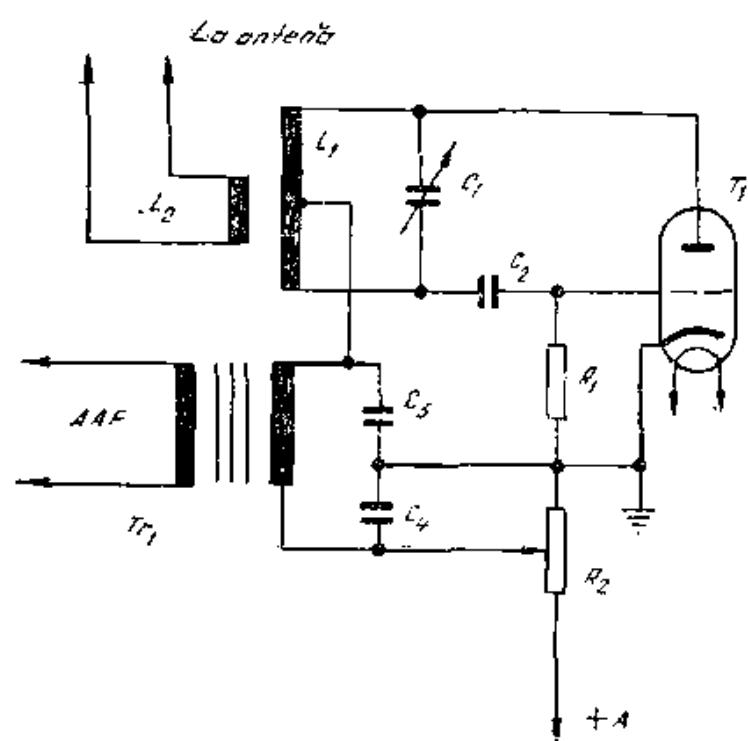


Fig. 258.

Cercetările au demonstrat că schema cu autoamortizare posedă aceleasi proprietati ca si schema cu caracteristica logaritmica.

Neajunsurile importante ale receptorului cu superreacție sunt: selectivitatea redusă, radiația oscilațiilor în spațiul înconjurător și fișitul caracteristic, care apare în lipsa semnalului, datorită creșterii tensiunii de fluctuație în circuit. Pentru a mări selectivitatea receptorului superreacție și pentru a atenua radiația, în receptor se introduc 1...2 etaje de amplificare a radiofrecvenței. În același scop, se întrebuintează scheme speciale, care reprezintă de fapt receptoare superheterodină cu detector cu superreacție.

2. Receptoare superheterodină pentru unde ultrascurte

Receptoarele superheterodină de unde ultrascurte se construiesc de obicei după aceleași scheme ca și receptoarele de unde scurte. Pentru o mai mare atenuare a frecvenței imagine se alege o frecvență intermedieră mare de (2...3 MHz).

La proiectarea etajului schimbător de frecvență trebuie să ţinem seama de faptul că tuburile de amestec cu mai multe grile și cele schimbătoare de frecvență, folosite de obicei în benzile de unde lungi, medii și scurte, nu-și găsesc de regulă întrebunțarea în undele ultrascurte. Chiar la frecvența 15...20 MHz încep să se manifeste simțitor neajunsurile lor: nivelul ridicat al zgomotelor interioare, impedanța de intrare mică, diminuarea coeficientului de amplificare etc. Pe măsura creșterii frecvenței aceste neajunsuri devin din ce în ce mai mari. De aceea în etajele schimbătoare de frecvență din receptoarele de unde ultrascurte se întrebunțează mai ales pentode și diode.

Etajele schimbătoare de frecvență cu pentode se montează de obicei după schemele în care schimbarea de frecvență se face pe o singură grilă (vezi fig. 240 a și b) și în fond nu diferă cu nimic de schimbătoarele de frecvență asemănătoare întrebunțate pe unde scurte. Trebuie menționat doar că în scopul ridicării stabilității de frecvență a oscillatorului și a micșorării influenței acordului circuitului de intrare asupra frecvenței oscilațiilor generate, deseori se dublează și chiar se triplează frecvența oscillatorului, însă în acest caz panta de conversiune se micșorează simțitor.

Schimbătoarele de frecvență cu diode se întrebunțează pentru undele mai scurte de 1 m.

Capitolul VIII

RADIOEMIȚĂTOARE DE UNDE SCURTE

1. Generalități

Acum cîteva decenii, cînd radioamatorismul făcea primii pași, chiar și cei mai bine dotați dintre *hami** nu foloseau în emițătorul propriu mult de unul sau două tuburi, TX-ul** fiind constituit, aproape întotdeauna, dintr-un singur etaj, cu autoexcitație. Astăzi, însă, aglomerația extraordinară a benzilor alocate radioamatorilor solicită o aparatură capabilă să satisfacă cerințe tehnice superioare. Din această cauză, cu excepția montajelor foarte simple, cu oscilator controlat cu quart, nu vom întîlni în practică decît emițătoare complexe, cu etaje multiple și cu oscilatoare independente (*oscilatoare pilot* sau *master oscilatoare*). Schema-bloc a unui radioemisator din această categorie este dată în figura 259, în care cele șase etaje care o compun îndeplinesc următoarele funcții :

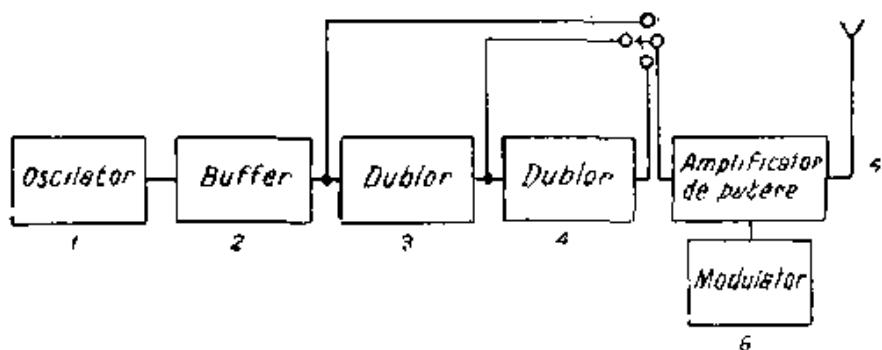


Fig. 259.

* Radioamatori de unde scurte (în cod).

** Emițător (în cod).

- 1 — oscilator pilot (master-oscillator);
- 2 — etaj separator (buffer) ;
- 3 — prim dublu de frecvență ;
- 4 — al doilea dublu de frecvență ;
- 5 — etaj final (amplificator de putere) ;
- 6 — modulator.

Structura schemei-bloc a unui asemenea emițător este determinată, în principiu, de numărul benzilor de radioamatori pe care trebuie să le acopere, precum și de o serie de cerințe tehnice. În mod obișnuit, numărul etajelor este egal cu cel puțin „ $n+1$ ” benzi de lucru (n fiind numărul benzilor de acoperit).

Pentru a ne explica mai ușor considerentele tehnice care stau la baza schemei-bloc din figura anterioară, vom examina în rândurile care urmează rolul îndeplinit de fiecare etaj component și cerințele pe care trebuie să le satisfacă, indicind, totodată, acolo unde vom găsi necesar, modul de calcul.

2. Oscilatoare pilot

Rolul oscilatorului pilot este de a produce oscilații cit se poate de stabile pe frecvență de lucru dorită, frecvență care poate fi fixă sau variabilă (în acest ultim caz oscilatorul pilot se cheamă, prescurtat, V.F.O. — *variable frequency oscillator*).

Condițiile actuale de trafic pe benzile de radioamatori impun să se folosească receptoare cu o mare selectivitate. Acest lucru pretinde la rîndul său emițătoarelor de amatori condiții deosebite în ceea ce privește stabilitatea frecvenței.

Stim că selectivitatea unui receptor modern de amator cu filtru de eură poate atinge la recepția în telegrafie pînă la 200 Hz. Prin urmare, emițătorului de amatori i se impune condiția ca frecvența lui pe timpul efectuării unei legături să nu varieze cu mai mult de 100...150 Hz.

Asemenea condiții de stabilitate a frecvenței sunt dificile și pot fi respectate practic în construcțiile radioemițătoarelor de amatori numai într-un interval scurt de timp, adică în cursul unei legături cu o durată de 10...20 minute.

Cauzele principale, care produc variația frecvenței oscilatorului pilot al emițătorului, sunt :

1 — deformațiile mecanice ale pieselor oscilatorului pilot și ale conductoarelor de legătură ;

2 — deformațiile pieselor și variația proprietăților lor electrice, produse de variațiile de temperatură ;

- 3 — acțiunea etajelor următoare asupra frecvenței oscilatorului pilot;
- 4 — variația umidității aerului și a presiunii atmosferice;
- 5 — variația tensiunilor surselor de alimentare ale emițătorului.

Pentru a micșora influența fiecărui din factorii indicați asupra frecvenței oscilatorului pilot, în timpul construcției, montării și reglajului emițătorului trebuie luate următoarele măsuri principale :

A. Pentru a reduce influența deformațiilor mecanice asupra frecvenței oscilatorului pilot va fi executată o construcție solidă din punct de vedere mecanic, atât pentru acesta, cât și pentru circuitele de grilă ale etajelor următoare.

O mare însemnatate are, de asemenea, și realizarea rațională a montajului : folosirea conexiunilor scurte, fixarea lor rigidă, soliditatea lipiturilor etc.

Tubul oscilatorului pilot trebuie să aibă, la fel, o construcție robustă.

B. Variația regimului termic al oscilatorului pilot și — în legătură cu aceasta — variația parametrilor electrici ai pieselor constituie una din cauzele cele mai serioase ale instabilității frecvenței. Încălzirea pieselor se produce sub acțiunea căldurii degajate de tuburi, precum și de circuitul oscilant.

Variația temperaturii mediului ambiant se produce însă încet și, din această cauză, influența ei asupra frecvenței emițătoarelor de amator poate fi neglijată. Un salt mai brusc al temperaturii de încălzire a pieselor se produce în cursul primelor 15...20 minute de funcționare. Timpul necesar pentru ca să ajungă la valoarea stabilă depinde de proprietățile pieselor oscilatorului pilot.

În construcțiile de amatori influențele temperaturii pot fi reduse prin două metode principale. Prima cale se reduce la o termocompensare generală a tuturor deviațiilor de frecvență posibile. Aceasta se realizează — de regulă — prin conectarea la circuitul oscilant a unui condensator, a cărui capacitate scade o dată cu ridicarea temperaturii. Procedeul poate da rezultate bune, deoarece banda de frecvență a oscilațioarelor pilot din emițătoarele amatorilor este foarte îngustă.

A doua cale constă în folosirea pieselor cu coeficient mic de temperatură. La construirea emițătoarelor moderne, se combină de obicei ambele procedee.

Radioamatorul trebuie de cele mai multe ori să-și facă singur bobinele de acord. La execuția bobinelor trebuie avută în vedere variația valorii inductanței, funcție de variația de temperatură. Bobina trebuie executată pe o carcăsă din material cu un coeficient de dilatare termică liniară mic și cu pierderi dielectrice minime. În grupul acestor materiale intră diferite tipuri de porțelan. Pentru excluderea deformațiilor aciclice, se recomandă să se efectueze bobinarea la cald (cu conductorul încălzit pînă la 100...120°C).

În afară de aceasta și alegerea diametrului conductorului are o mare importanță pentru micșorarea influențelor temperaturii asupra valorii inductanței. Variația inductanței conductorului poate fi explicată prin variația rezistivității conductorului.

De obicei, frecvențele oscilatoarelor pilot ale radioemisitoarelor de amatori se aleg într-o din cele trei benzi indicate: 0,875...0,975 MHz; 1,75...2,0 MHz; 3,5...3,7 MHz. Din această cauză, pentru executarea bobinelor circuitelor oscilante este bine să se ia, în primul și al doilea caz, un conductor cu diametrul mai mic de 0,2 mm, iar pentru al treilea caz, mai mare de 0,2 mm.

Variația regimului termic al oscilatorului pilot produce variația nu numai a valorilor electrice ale circuitului oscilant, dar și a parametrilor tubului. Variația parametrilor tubului, și în special a capacităților interne dintre electrozi, este factorul cel mai important care influențează frecvența oscilatorului. Experiența arată că în cursul primelor 15...20 minute de la conectarea emisitorului se observă o variație mai însemnată a frecvenței din cauza încălzirii tubului; această variație depinde de tipul tuburilor folosite și de regimul oscilatorului pilot. Pentru micșorarea influenței tubului asupra variației frecvenței oscilatorului pilot, se recomandă următoarele măsuri:

a) — micșorarea cuplajului tubului cu circuitul oscilant (fig. 260). Aici trebuie observat că variația frecvenței oscilatorului este proporțională cu pătratul gradului de cuplaj;

b) — mărimea capacității circuitului oscilant. Trebuie reținut că această măsură micșorează domeniul de extindere a benzii, precum și calitatea circuitului oscilant. Prima situație nu are importanță efectivă pentru emisitoarele de amator. Folosirea circuitelor oscilante cu capacitate mare dă practic rezultate bune, însă în acest caz trebuie dată o deosebită atenție calității pieselor circuitului oscilant;

c) — este necesar ca oscilatorul pilot să lucreze cu tensiuni reduse și să se scoată din el o putere mică.

Acest lucru impune ca pentru obținerea puterii necesare la ieșirea emisitorului să se introducă etaje intermediare suplimentare.

C. Etajele următoare influențează asupra frecvenței oscilatorului pilot din aceleași motive, deoarece oscilatorul este cuplat într-un mod

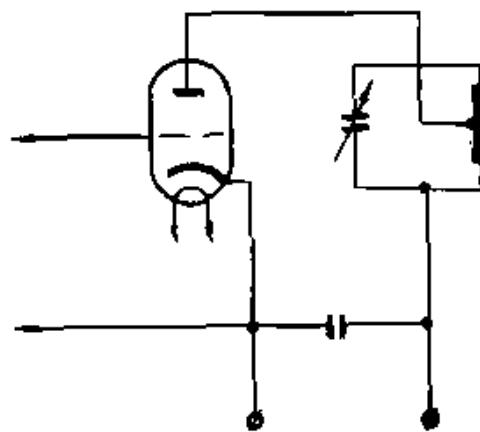


Fig. 260.

oarecare cu aceste etaje prin elementele schemei. Pentru micșorarea influenței etajelor următoare asupra frecvenței oscilatorului pilot, trebuie luate următoarele măsuri :

- a) — primul etaj intermediar, denumit în acest caz *separator*, să funcționeze în regim de amplificare fără curenti de grilă ;
- b) — în acest etaj să se folosească tuburi cu capacitați cît mai reduse între anod și grila de comandă (pentode și tetrode de radiofrecvență) ;
- c) — piesele aceluiasi etaj, atît cele auxiliare cît și cele ale circuitului oscilant, să fie de bună calitate ;
- d) — să se efectueze o decuplare bună a circuitelor de alimentare a tuturor etajelor și să se folosească un redresor separat pentru primele două etaje ale emițătorului ;
- e) — oscilatorul pilot și circuitul de intrare al separatorului să se ecraneze minuțios și solid.

D. Influența variației presiunii atmosferice și a temperaturii mediului ambiant asupra frecvenței oscilatorului pilot nu prezintă mare importanță pentru emițătoarele de amatori și, ca atare, nu trebuie luate în considerație.

E. Variația tensiunilor de alimentare are o foarte mare influență asupra stabilității frecvenței oscilatorului pilot. Pentru înlăturarea lor trebuie stabilizată tensiunea anodică a oscilatorului pilot, iar în cazul folosirii tuburilor cu mai multe grile, și tensiunile acestor electrozi. În localitățile unde instabilitatea tensiunii rețelei electrice este foarte mare, este de dorit să se stabilizeze și curentul de încălzire a tubului oscilatorului pilot. Pentru stabilizarea curentului de încălzire se poate folosi un baretor stabilizator de curent, cu filament de fier în hidrogen, iar pentru tensiunea anodică și a grilei ecran, un stabilizator cu neon (stabilovolt).

Scheme de oscilatoare pilot. Printre nenumăratele și diferențiale variante de scheme simple de oscilatoare pilot, în practica radioamatorilor au căpătat o întrebunțare mai mare schemele arătate mai jos.

1. *Schēma cu reacție inductivă.* Această schemă (fig. 261 a și b) vă este cunoscută, într-o variantă simplificată, de la stadiul triodei ca oscilatoare.

Din punct de vedere constructiv, ambele bobine se execută pe o carcasa comună și se bobinează într-un singur sens. În acest caz anodul și grila tubului se leagă la capetele cele mai depărtate ale celor două bobine.

Alegerea valorii cuplajului (în construcția dată — a numărului de spire din bobina de reacție) se face la reglarea oscilatorului prin variația numărului de spire conectate între grilă și catod. După stabilirea cuplajului optim, restul de spire ale bobinei de reacție se scot.

Această schemă, foarte ușor de realizat în ce privește construcția, se întrebuintează mai ales în schemele oscilatoarelor din radioreceptoare. Circuitul oscilant poate fi conectat atât în circuitul anodului (fig. 261 a) (cu alimentare anodică în derivație) cît și în circuitul grilei (alimentare anodică în serie) (fig. 261 b).

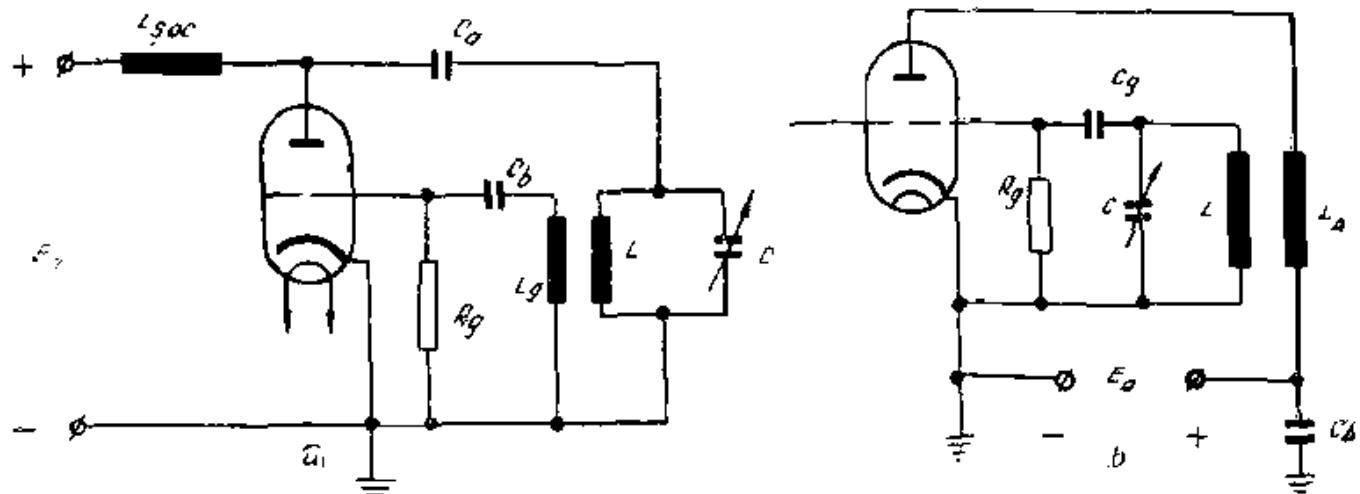


Fig. 261.

2. *Schema cu cuplaj prin autotransformator (oscilator în trei puncte cu alimentare paralel).* Schema cu cuplaj prin autotransformator (fig. 262), denumită și Hartley, este diferită de schema precedentă. Aici bobina de reacție formează o parte a circuitului oscilant (de la punctul O la punctul B).

Oscilatorul constituit după această schemă se reglează prin schimbarea punctelor A și O . Deplasarea punctului O pe bobină în jos duce

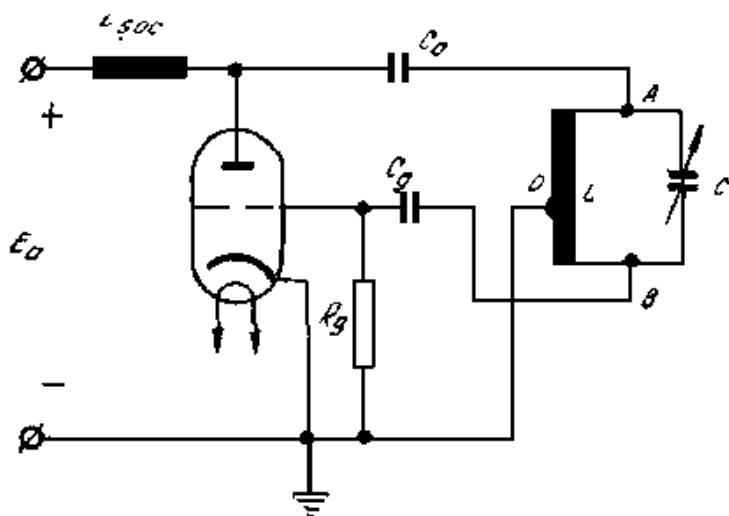


Fig. 262.

la slăbirea cuplajului, iar deplasarea lui în sus, la mărirea gradului de cuplaj. Prin deplasarea punctului A în lungul bobinei se face alegerea valorii optime a impedanței de sarcină și în același timp alegerea gradului optim de cuplaj a tubului cu circuit oscilant.

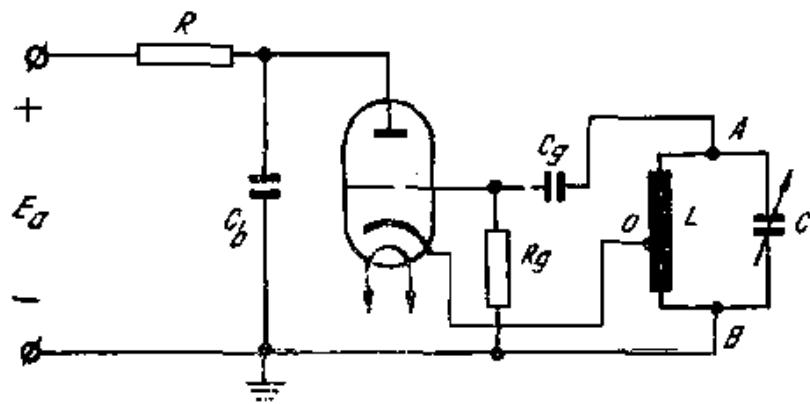


Fig. 263.

3. *Schema cu cuplaj prin autotransformator și sarcină în circuitul catodului (oscilator în trei puncte, cu alimentare serie).* Această schemă, reprezentată în figura 263, este la fel cu cea precedentă, însă mai avantajoasă din punct de vedere constructiv, întrucât permite punerea la pămînt a unuia dintre capetele circuitului oscilant. Datorită acestui avantaj, schema are o largă folosire și în receptoarele superheterodină. Aici reglarea oscilatorului la regim optim se poate face prin schimbarea locului punctelor O și B .

4. *Schema cu reacție capacativă.* O foarte mare întrebunțare a căpătat și schema prezentată în figura 264. Acordarea circuitului oscilant se face prin variația condensatoarelor C . Din această schemă a derivat ulterior montajul cunoscut sub denumirea de *Colpitts*, pe care îl vom prezenta mai departe.

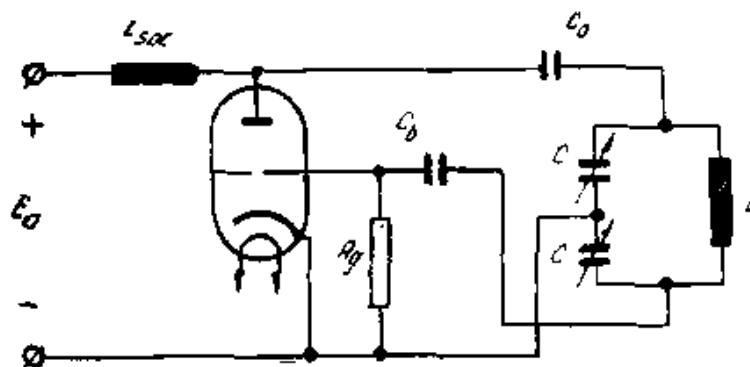


Fig. 264.

5. Scheme de oscilatoare cu două circuite acordate. Schemele de acest fel prezintă avantajul că etajele următoare au o influență mult mai mică asupra frecvenței oscillatorului pilot. Cele mai răspândite dintre ele sunt cele cu cuplaj electronic.

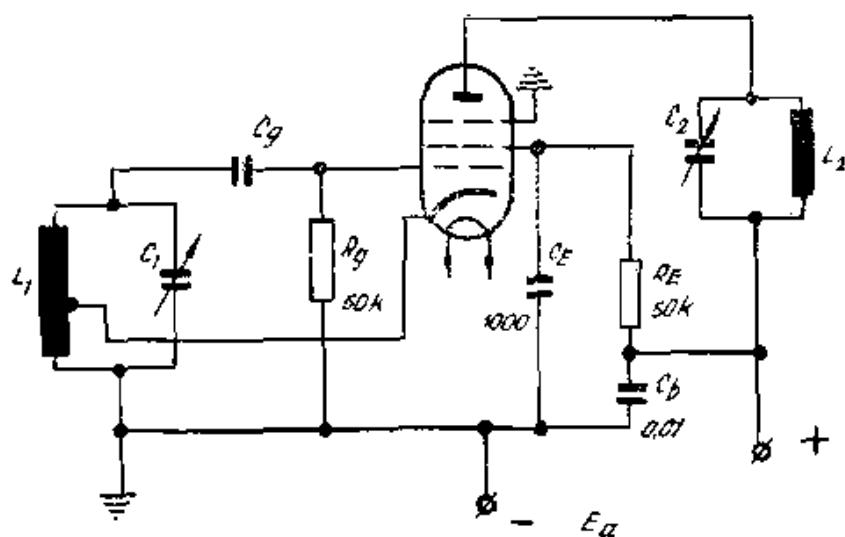


Fig. 265.

Schema clasică cu cuplaj electronic (E.C.O.) este reprezentată în figura 265. După proprietăți, ea este asemănătoare cu unui emițător cu două etaje. Schema permite folosirea în circuitul oscilant anodic a armonicelor frecvenței fundamentale și, datorită acestui fapt, a căpătat o largă utilizare în practica amatorilor.

S-a convenit ca circuitul oscilant anodic să fie denumit *exterior*, iar circuitul oscilant din circuitul grilei ecran — *interior*. Cind primul circuit (cel exterior) este acordat precis în rezonanță cu frecvența produsă, impulsurile circuitului anodic alimentează concomitent ambele circuite, iar ca urmare tensiunea reacției și curentul frecvenței fundamentale din primul circuit (cel exterior) sunt determinate nu numai de componenta alternativă a curentului grilei ecran, ci și de componenta alternativă a curentului anodic.

În acest fel, un oscilator cu cuplaj electronic poate fi socotit, principal, cu două etaje, oscillatorul lui pilot avind anodul la masă (drept anod considerindu-se grila ecran). Dar faptul că în același timp componenta continuă a curentului anodic alimentează și circuitul oscilant interior nu permite a se considera această schemă absolut identică cu schema unui emițător cu două tuburi.

La construirea unui astfel de oscilator trebuie să se ecraneze minuțios un circuit oscilant față de altul, în aşa fel încât să se eliminate cuplajul inductiv și capacativ dintre ele.

Numai în acest caz reacția se realizează în conțul fasciculu lui electronic, care îndeplinește rolul de element de cuplaj între cele două circuite.

Mai rămâne reacția, care se formează datorită capacității (anod-catod) și care, pentru pentodele cu grila ecran pusă la masă (pămînt), are o valoare destul de mică (de aproximativ $4 \dots 5 \text{ pF}$). Având însă în vedere că radioamatorii folosesc cuplajul electronic mai ales în oscilatoarele pilot și că frecvența fundamentală a acestora este destul de joasă — $0,865 \dots 2,0 \text{ MHz}$ — se poate spune că, în cea mai mare parte, cuplajul are loc prin fasciculul electronic anod-catod. Datorită acestui lucru scade mult influența dezacordului circuitului oscilant anodic asupra frecvenței produse, iar un oscilator pilot, cu cuplaj electronic montat corect, este echivalent cu un amplificator cu două tuburi. Aceasta constituie calitatea principală a schemei.

O schemă cu cuplaj electronic foarte răspândită este cea din figura 266, care reprezintă un montaj Colpitts (montaj în trei puncte, cu divizor de tensiune capacativ, în paralel cu inductanța circuitului oscilant din grilă).

Așa cum s-a afirmat, radioamatorii folosesc pe scară largă în oscilatoarele pilot cuplajul electronic. La emițătoarele de putere mică, în acest caz, în circuitul anodic se produce și multiplicarea frecvenței, ceea ce permite să se reducă numărul de etaje ale emițătorului.

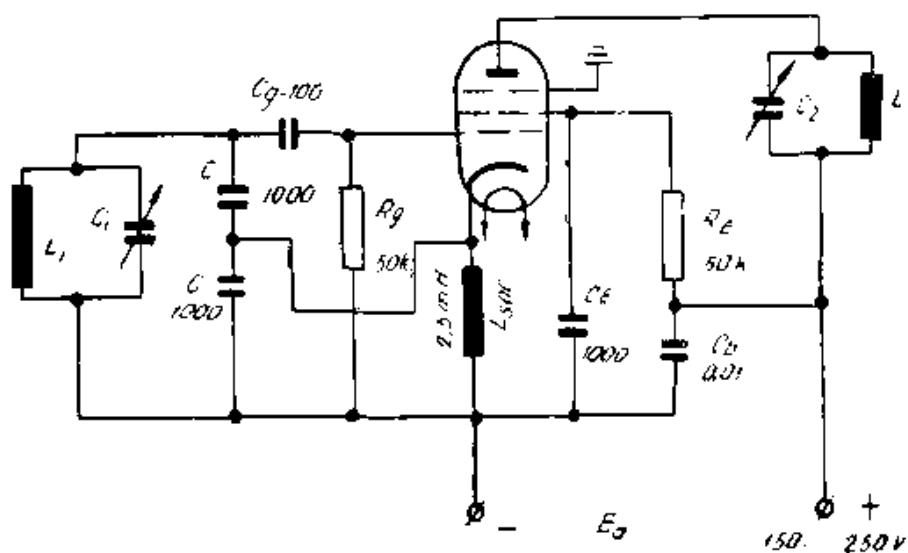


Fig. 266.

În emițătoarele cu putere mai mare, oscilatorul pilot, în scopul unei cât mai mari stabilități a frecvenței, se pune de obicei în regim de putere redusă, iar sarcina anodică se execută aperiodic. În același scop oscilatorul se lasă în regim de subtensiune, prin micșorarea la minimum a

tensiunii de excitație aplicată grilei. Aceasta din urmă se obține prin apropierea punctului de conectare a grilei la circuitul oscilant de punctul de conectare a catodei. Totodată se micșorează și cuplajul dintre tub și circuit. O astfel de schemă este arătată în figura 267.

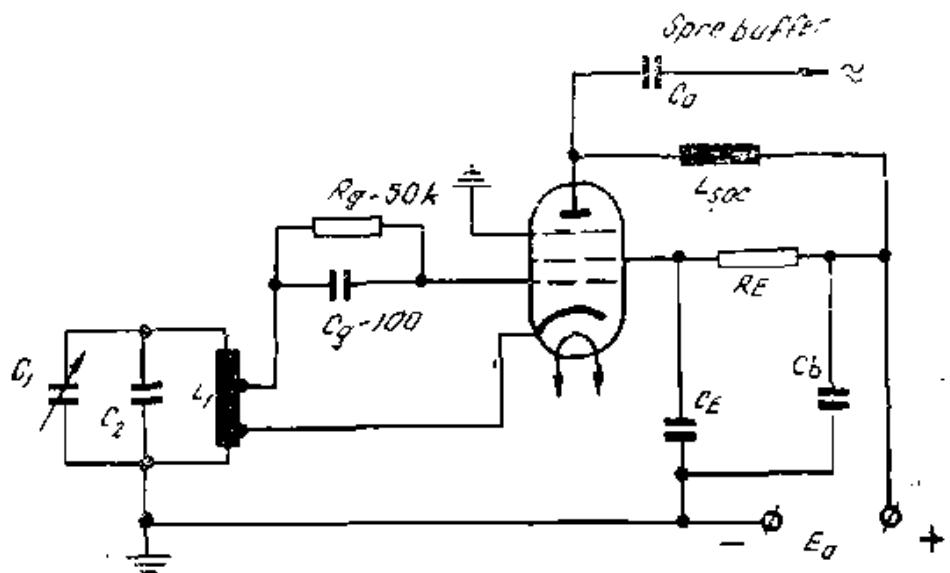


Fig. 267.

O schemă mai practică din punct de vedere al reglajului este arătată în figura 268 (montajul Clapp), în care tubul este cuplat capacitiv cu ramificația (brațul) circuitului oscilant. În acest caz acordul etajului se face prin modificarea capacității C_1 .

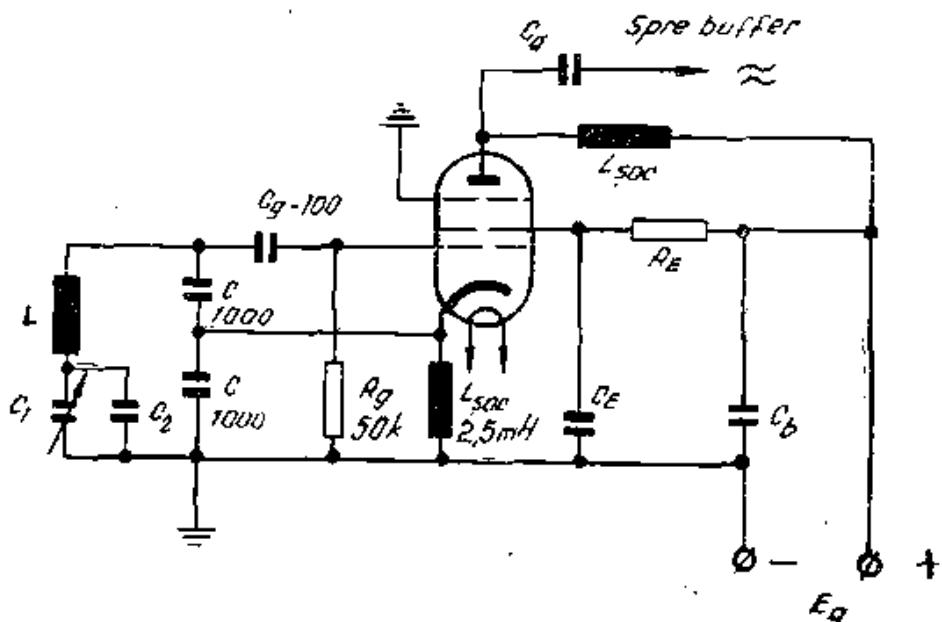


Fig. 268.

Intr-o astfel de schemă, datorită capacitatei reduse a condensatorului C_1 , capacitatea totală a circuitului oscilant va fi, la rîndul ei, mică. Ca rezultat, inductanța circuitului poate fi mărită, ceea ce înseamnă că va crește factorul de calitate Q . Mărimea factorului de calitate al circuitului duce la rîndul său la creșterea stabilității frecvenței oscilațiilor produse.

Un oscilator excelent se poate realiza prin combinarea a două tipuri de oscilatoare și anume Franklin și Clapp.

Oscilatorul tip Franklin (fig. 269) conține două tuburi, dintre care primul (T_1) este oscilatorul propriu-zis, în timp ce tubul al doilea (T_2) este folosit ca amplificator și inversor de fază.

Tensiunea de radiofrecvență livrată de tubul (T_1) este aplicată grilei de comandă a tubului (T_2) și amplificată. Tensiunea de reacție amplificată este redusă la grila tubului (T_1).

Prin felul de legare al elementelor montajului se realizează un cuplaj foarte slab al circuitului oscilant cu tubul și, prin aceasta, o independență relativ mare a frecvenței față de variațiile tensiunii anodice sau modificarea capacitatei tuburilor.

Din amortizarea foarte slabă a circuitului oscilant de către tub rezultă calitățile acestui oscilator, apropiate de cele ale unui oscilator cu cristal.

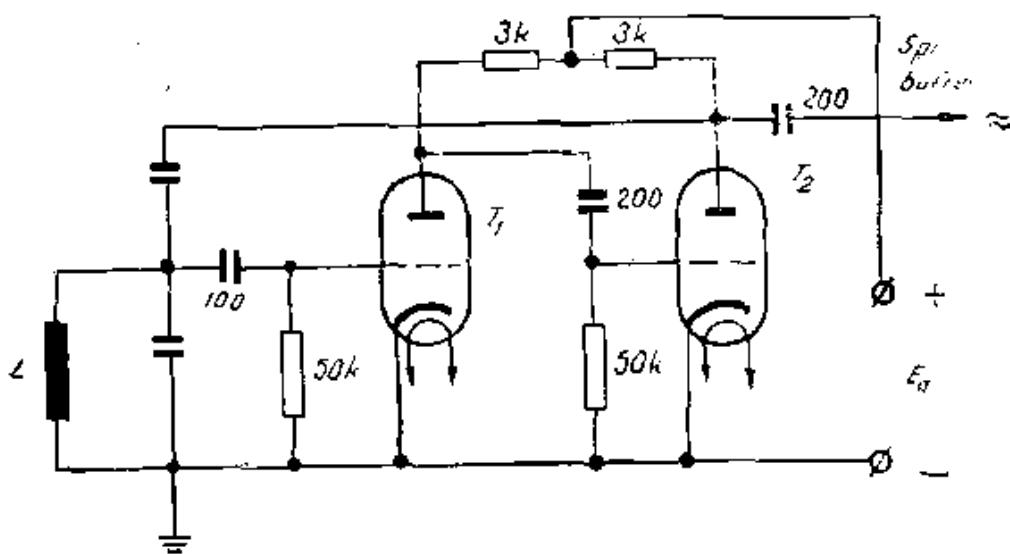


Fig. 269

Oscilatorul Clapp (fig. 268) reprezintă, după cum am arătat mai înainte, un montaj „în trei puncte” cu divizor capacitive de tensiune. Cuplajul circuitului oscilant cu tubul fiind, de asemenea, foarte slab, rezultă și în acest caz o amortizare neglijabilă a circuitului oscilant de către tub. Variațiile capacitaților interioare ale tubului nu mai pot in-

fluente decât foarte puțin frecvența circuitului oscilant, întrucât ele sunt foarte mici în raport cu capacitatea condensatoarelor (C_1) și (C_2). Tensiunea de radiofrecvență obținută este slabă și conține foarte puține armonici.

Un mare neajuns al oscilatorului Clapp îl constituie însă faptul că puterea la ieșirea montajului este sensibil dependentă de poziția (deschis-inchis) a condensatorului variabil de acord, legat în serie, ceea ce provoacă o inegală excitare a etajelor următoare. Acest neajuns poate fi înălțat combinând oscilatorul Clapp cu oscilatorul Franklin, noul montaj având o caracteristică de înaltă stabilitate.

După cum rezultă din schema de principiu (fig. 270), tensiunea de reacție nu este adusă la grila oscilatoare ca la oscilatorul Franklin (fig. 269), ci este aplicată punctului comun al condensatoarelor divizorare de tensiune (C_1) și (C_2).

Condensatorul variabil de acord poate fi legat în mod obișnuit, în paralel cu bobina circuitului oscilant, cuplajul cu etajele următoare nemai-modificându-se o dată cu acordarea.

În fine, oscilatorul Vackar-Tesla (fig. 271), în prezent în mare vogă în lumea radioamatorilor, funcționează excelent într-o bandă largă de frecvențe, cu o ieșire practic constantă, fiind capabil să lucreze suficient

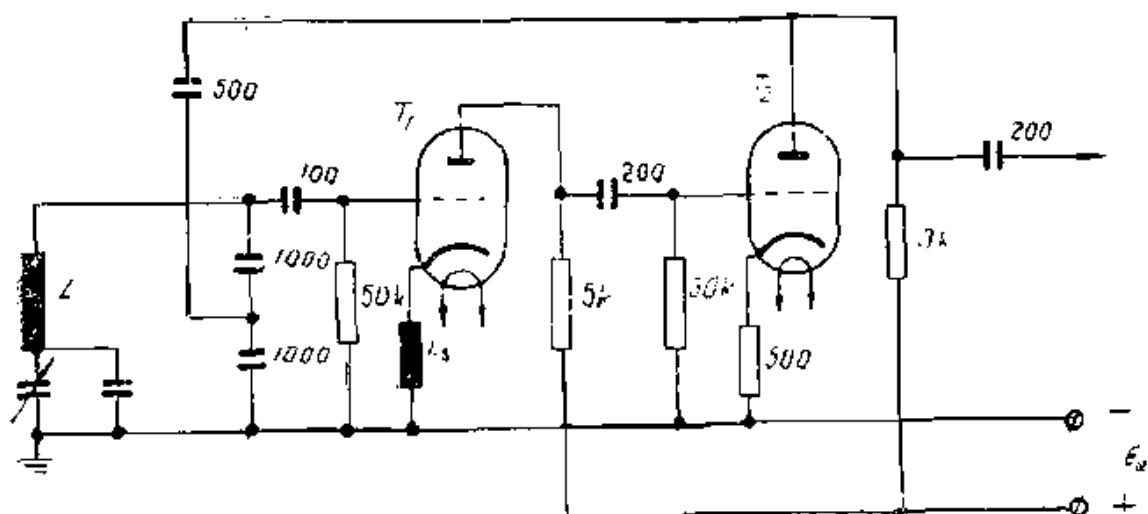
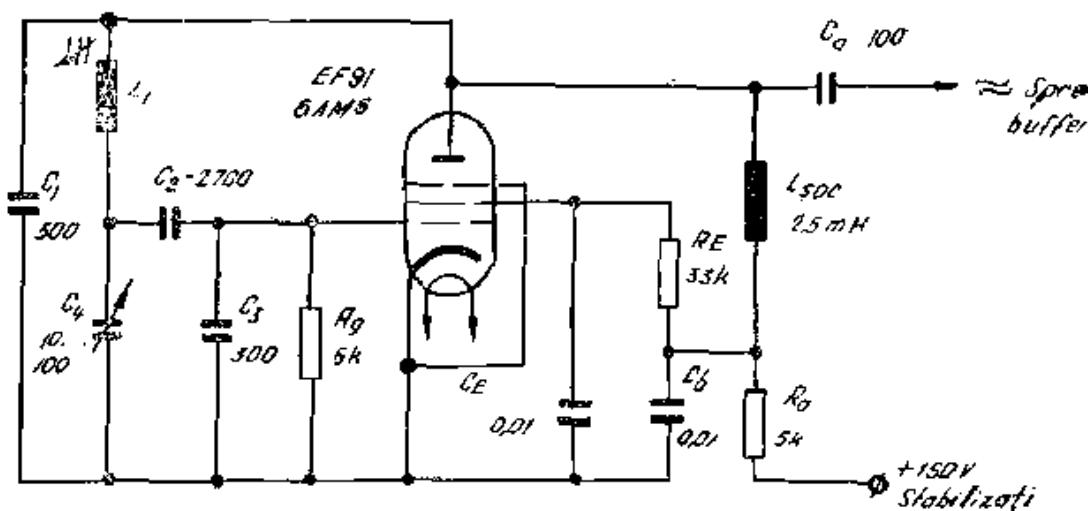


Fig. 270.

de stabil chiar și la 70 MHz. El este echipat cu o pentodă având panta de cel puțin 7,5 mA/V. Executat cu materiale de bună calitate și alimentat cu o tensiune anodică stabilizată (150 V), stabilitatea sa, la o frecvență de lucru de 5 MHz, nu variază decât cu 400 Hz în primele 15 secunde, iar în următoarele trei ore cu numai 25 Hz, adică 0,0005 %.

Stabilizarea frecvenței cu cuarț. În construirea emițătoarelor cu mare stabilitate de frecvență este absolut necesar să se folosească sisteme speciale de stabilizare. Printre acestea se numără și schemele în care se folosesc cristalele de cuarț.



Valeurile C_1, C_2, C_3 și C_4
sunt date pentru $f_0 = 3,5 \dots 3,8 \text{ MHz}$
 $L_1 = 45 \text{ spire sirmă } \phi 0,3, \text{ pe o coroană}$
 $\phi 10, \text{ cu miez de ferocort}$

Fig. 271.

Stim că o placuță de cuarț pusă într-un cîmp electric alternativ începe să vibreze mecanic. Amplitudinea vibrațiilor va fi mai mare dacă frecvența cîmpului electric va coincide cu frecvența proprie (de rezonanță) a placuței de cuarț. În procesul oscilațiilor mecanice ale placuței de cuarț apar pe suprafața ei potențiale electrice alternative, care se schimbă cu frecvența vibrațiilor mecanice ale placuței. Acest fenomen de producere de potențiale electrice alternative pe fețele unui cristal, ca urmare a unei acțiuni mecanice (și invers) se numește, aşa cum am mai spus, *efect piezoelectric* și se folosește la oscilatoare pentru stabilizarea frecvenței.

În ultimul timp au început să fie folosite placuțe cu făiefură specială la care coeficientul de temperatură are o valoare nulă între anumite intervale de temperatură. Cuarțul, reprezentînd un sistem oscilant, poate fi înlocuit prin schema echivalentă din figura 272, pentru a se ușura explicarea fenomenelor fizice.

Calculele arată că la vibrațiile placuțelor de cuarț în grosime, un astfel de circuit oscilant echivalent are parametri neobișnuiți. Capacită-

tatea Ca a unui astfel de circuit oscilant este extrem de mică, în timp ce inducțanța sa este mare. Ca urmare, factorul de calitate Q și impedanța R_o a circuitului sunt foarte mari. A construi un astfel de circuit oscilant din piese obișnuite, adică bobine și condensatoare uzuale, nu este posibil. Prin aceasta se pot explica înaltele proprietăți de stabilizare ale cuarțului.

Și acum cîteva scheme de oscilatoare cu cuart.

1. Dintre toate schemele clasice de oscilatoare cu cuart, exceptînd pe cele cu cuplaj electronic, care vor fi descrise mai departe, radioamatorii folosesc de obicei în construcțiile lor numai două. Una dintre ele (fig. 273) se caracterizează prin aceea că se introduce cuartul în circuitul grilă-catod, iar a doua (fig. 274) prin introducerea cuarțului între anod și grila tubului (montajul Pierce). Aceste scheme au în circuitul anodic un circuit oscilant, acordat pe o frecvență apropiată de rezonanță a cuarțului.

Pentru prima din schemele indicate, condițiile de oscilație sunt îndeplinite cînd circuitul oscilant este acordat pe o frecvență ceva mai mare decîn frecvența proprie a cuarțului. În momentul acordării circuitului oscilant la rezonanță cu frecvența cuarțului, oscilațiile se întrerup.

Pentru schema a doua, cu cuartul introdus între grilă și anod, condițiile de oscilație sunt îndeplinite atunci cînd circuitul oscilant anodic

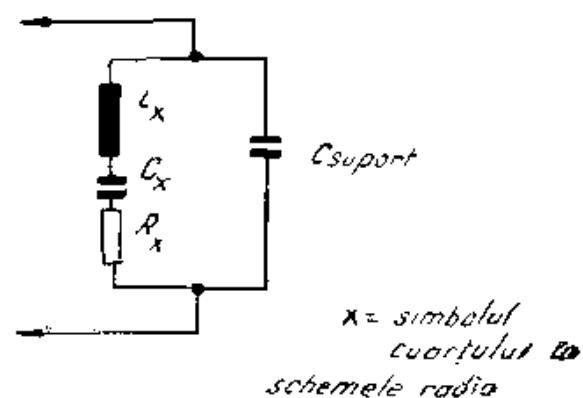


Fig. 272.

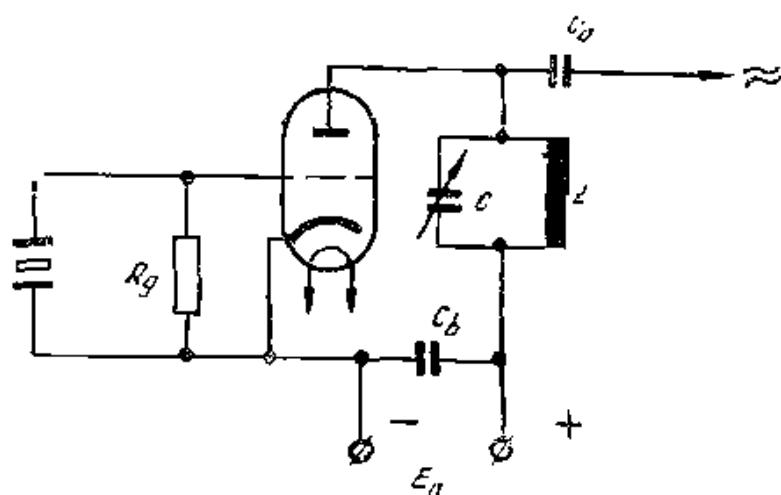


Fig. 273.

este acordat pe o frecvență ceva mai joasă decât frecvența de rezonanță a cuarțului. Prin acordarea circuitului oscilant pe o anumită frecvență, corespunzătoare frecvenței de rezonanță a cuarțului, curentul anodic și tubului crește brusc, ca urmare a întreruperii oscilațiilor. Mărind mai

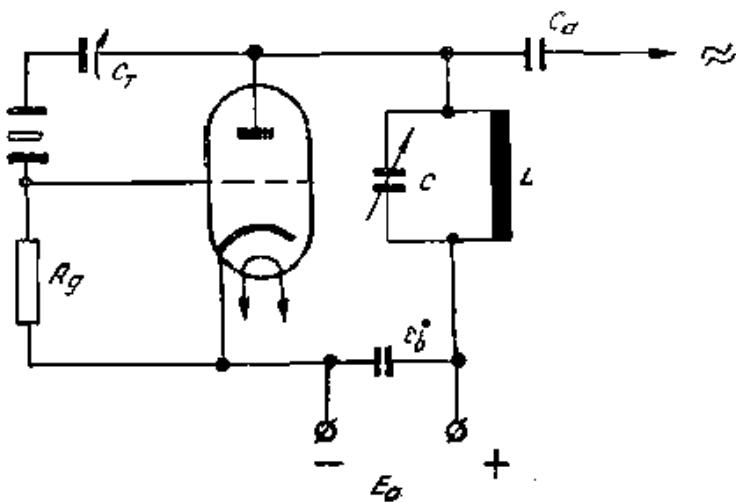


Fig. 274.

departe frecvența proprie a circuitului oscilant, ceea ce corespunde micșorării capacității condensatorului, oscilațiile nu se mai produc.

Prin folosirea primei scheme se pot obține mult mai ușor oscilații decât prin folosirea celei de-a doua. În ceea ce privește însă menținerea stabilității frecvenței generate, schema a doua este mai bună decât prima, dacă celelalte condiții sunt identice.

Amplificarea oscilațiilor de radiofrecvență ale acestor tipuri de oscilatoare cu cuarț nu poate fi prea mare, întrucât este determinată, în general, de robustețea plăcuței de cuarț. Pentru frecvențele folosite de amatori, puterea oscilatorului pilot trebuie limitată la 1...2 W. Tensiunile anodice, în special pentru schema cu cuarțul în circuitul anod-grilă, trebuie luate cel mult de 200...250 V. Cel mai bun procedeu de protejare a cuarțului împotriva suprasarcinii este conectarea unui miliampermetru în serie cu el. Currentul din circuitul cuarțului nu trebuie să depășească 60 mA.

Aparatul de măsurat poate fi înlocuit și printr-o lampă indicatoare de 2,5 V și 60 mA. După intensitatea luminoasă se poate aprecia regimul de funcționare a cuarțului. Iluminarea vie a acestei lămpi indică o încărcare peste măsură a cuarțului, iar iluminarea slabă — un regim normal al oscilatorului.

2. Cele mai utilizate scheme de oscilatoare pilot cu cuarț pentru emisioane de amatori sunt cele cu *cuplaj electronic*.

Puterea de ieșire a acestor oscilatoare este mult mai mare decât la cele prezentate anterior. Din această cauză, uneori amatorii se limitează numai la folosirea unui singur etaj cu quart.

De o popularitate mai mare se bucură printre amatori următoarele scheme de oscilatoare cu cuplaj electronic:

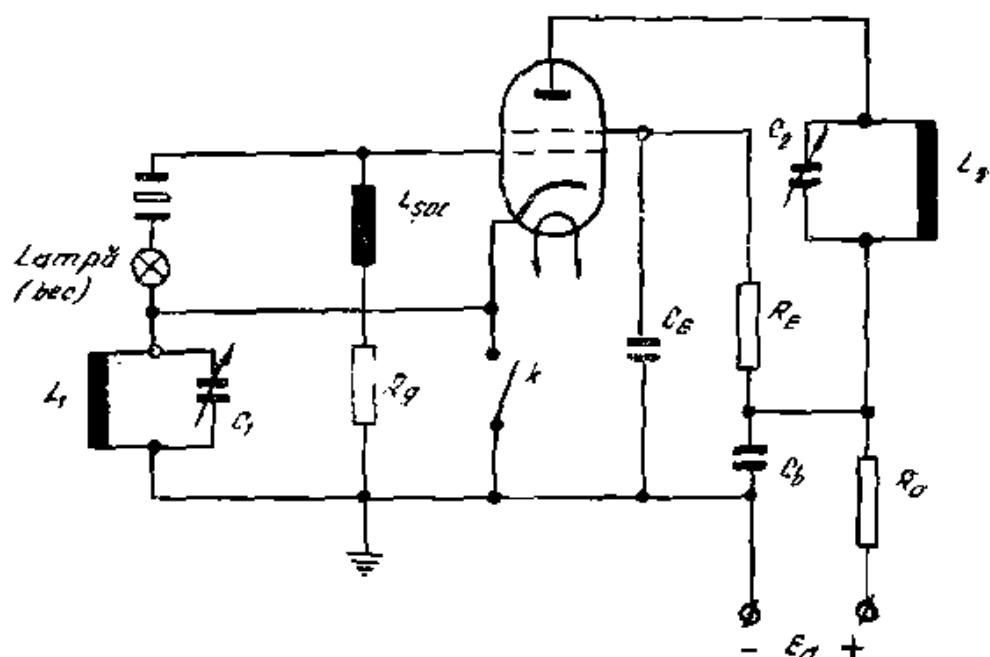


Fig. 275.

a) *Schēma tri-tet.* În această schēmă se pot folosi numai pentode sau tetrode cu fascicul electronic dirijat. Una din variantele schēmei tri-tet este dată în figura 275. Acest montaj este constituit în esență dintr-un emișător cu două etaje, al cărui oscilator cuprinde quartul montat după schēma grilă-catod, iar anodul este format din grila ecran. Circuitul oscilant interior L_1C_1 trebuie scurt-circuitat în timpul funcționării emișătorului pe frecvență fundamentală a quartului, pentru a evita deteriorarea quartului.

Schēma tri-tet lucrează foarte bine pe armonicile a 2-a, a 4-a și a 6-a. Funcționarea oscilatorului pe a 2-a armonică a frecvenței fundamentale a quartului va fi mult mai eficace dacă circuitul oscilant L_1C_1 se va acorda pe o frecvență ceva mai mică decât armonica a 2-a. La funcționarea pe armonica a 4-a, circuitul oscilant L_1C_1 trebuie acordat pe armonica a 2-a, iar la funcționarea pe armonica a 6-a se va acorda pe armonica a 3-a.

Pentru funcționarea pe armonici impare este mai bine să se folosească altă schēmă, întrucît schēma tri-tet nu lucrează în acest caz suficient de bine.

b) *Schēma anod-grilă*. În această schēmă (fig. 276) pot fi folosite la fel numai pentode și tetrode cu fascicul electronic dirijat. Ea reprezintă de asemenea un emițător cu două etaje al cărui oscilator funcționează după schēma anod-grilă. Grila ecran a tubului îndeplinește rolul anodului oscilatorului. La funcționarea pe frecvență fundamentală a cuarțului

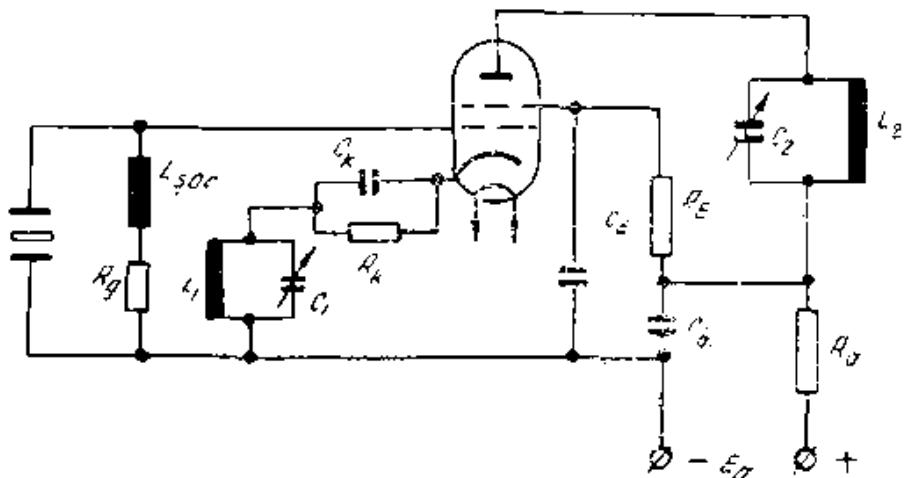


Fig. 276.

trebuie conectat în paralel cu condesatorul C_1 un condesator cu o capacitate de ordinul a 1 000 pF. Valoarea bobinei de soc (L_{soc}) se alege de ordinul a 2,5 mH. Această schēmă funcționează bine pe armonicele a 2-a și a 3-a.

3. Etajul separator (buffer)

În emițătoarele de amatori cu bandă continuă, pentru micsorarea la maximum a influenței etajelor următoare asupra frecvenței oscilatorului pilot, trebuie întrebuințat un etaj separat între oscilatorul pilot și etajele următoare ale emițătorului. Regimul de lucru al acestui etaj se deosebește de regimurile tuturor celorlalte etaje, întrucăt etajul funcționează fără curenti de grilă.

Pentru obținerea unui decuplaj mai bun al circuitelor de grila și anodic, în etajul separator trebuie folosite pentode sau tetrode cu fascicul dirijat. Necessitatea de a lucra numai în regiunea tensiunilor negative ale grilei ne obligă să folosim tuburi la care curentul anodic poate atinge valorile necesare la tensiuni negative ale grilei.

Etajul separator poate funcționa în regimurile de clasă A și B. Clasa B este de preferat, deoarece în acest caz tubul etajului separator lucrează

Intr-un regim mai ușor și cu randament mai ridicat. Însă și regimul de-clasă A se folosește destul de des, mai ales în cazurile cînd oscilatorul pilot funcționează cu o putere foarte mică, pentru obținerea unei mari stabilități a frecvenței.

La realizarea etajului separator trebuie urmărit întotdeauna să nu apară curenti de grilă. Pentru aceasta, în timpul construcției etajului se conectează în circuitul grilei un miliampmetru sensibil.

Negativarea grilei de comandă a etajului separator, precum și a etajului intermediar și a celui final este de dorit să se ia de la o sursă de curent separată.

4. Etajele intermediare

Radioamatorii nu dău de obicei atenție construcției și calculului etajelor intermediare, deși de funcționarea acestora depinde în mare măsură stabilitatea frecvenței oscilatorului pilot și puterea de radiofrecvență pe care o poate dezvolta etajul final al emițătorului. Într-un radioemitter modern, numărul etajelor intermediare nu este mai mic — după cum am mai spus — decît numărul benzilor de lucru ale emițătorului. Aceste etaje sunt în general multiplicatoare de frecvență. Fiecare dintre ele are o acoperire de frecvențe numai în limitele unei benzi de amatori și poate îndeplini pe rînd (funcție de frecvență de lucru a etajului final) rolul de etaj amplificator. Din această cauză, o serie de etaje ce se află pînă la amplificator pot fi calculate pentru aceleasi condiții de lucru.

De cele mai multe ori etajele intermediare ale emițătorului de amator funcționează în regim de dublare. Punctul de plecare pentru calculul etajului intermediar este puterea folosită de circuitul de grila al etajului următor. Calcularea exactă a circuitului de grilă este destul de dificilă și nu dă rezultate practice. De obicei reglajul regimului emițătorului se realizează mult mai ușor pe cale experimentală, utilizind numai datele unui calcul aproximativ al circuitului de grilă.

Pentru calcul, puterea etajului intermediar este determinată de puterea consumată în circuitul grilei etajului următor și de randamentul η_k al circuitului său oscilant, care depinde de gradul de cuplaj cu circuitul grilei tubului etajului următor. De obicei, acest coeficient se ia egal cu 0,5, adică se face calculul cu puterea dublată, absorbită de circuitul grilei.

În oricare etaj intermediar lucrînd în regim de dubluri, circuitul anodic oscilant este acordat pe armonica a 2-a, iar randamentul nu este mai mare de 0,5 (s-a stabilit că de la același tub, în regim de dublare, se poate obține o putere de două ori mai mică decît în regimul de amplificare).

5. Etajul final (amplificatorul de putere)

Amplificatorul de putere este format, în general, dintr-un tub electronic, o rezistență de sarcină și o sursă de alimentare (fig. 277).

La grila de comandă a tubului se aplică o f.e.m. alternativă de la oscilatorul pilot sau etajele intermediare. Sub acțiunea f.e.m. curentul

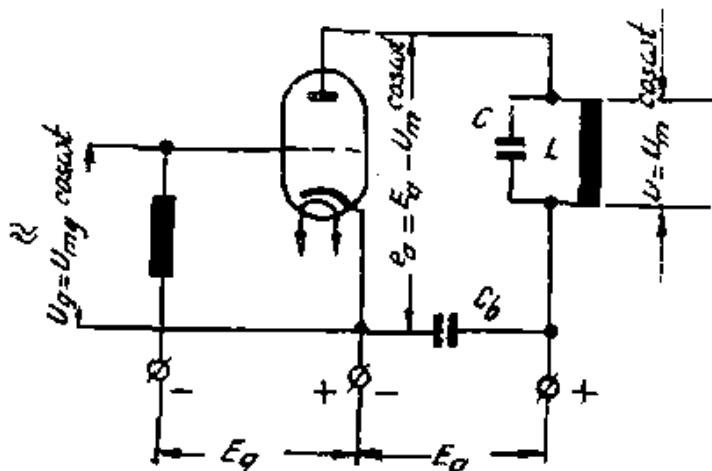


Fig. 277.

anodic al tubului devine pulsator, iar componenta alternativă a curentului anodic produce la bornele rezistenței de sarcină o d.d.p. de radiofrecvență. De obicei rezistența de sarcină din circuitul anodic al tubului este un circuit oscilant acordat.

În circuitul de grilă al tubului se aplică tensiunea de radiofrecvență de la etajul precedent. Această tensiune are forma :

$$U_g = U_{mg} \cos \omega t.$$

În afară de aceasta, la grilă este aplicată tensiunea de negativitate \$E_g\$. Valoarea instantaneă (momentană) a tensiunii rezultate pe grilă este egală cu :

$$e_g = U_{mg} \cos \omega t - E_g$$

iar valoarea maximă a tensiunii grilei :

$$e_{g\ max} = U_{mg} - E_g.$$

Datorită faptului că tubul conduce curentul în spațiul grilă-catod numai într-un singur sens, în momentul cînd \$e_g < 0\$, în circuitul grilei nu va fi curent. În acest fel, în circuitul grilei curentul trece numai pe timpul acelei părți a perioadei în care grila are un potențial pozitiv în raport cu catodul.

Tensiunea momentană a anodului reprezintă diferența dintre tensiunea sursei de alimentare și tensiunea de radiofrecvență a circuitului oscilant, adică $e_a = E_a - U_m \cos \omega t$, cu condiția ca circuitul oscilant anodic să fie acordat pe frecvența tensiunii de radiofrecvență.

Tensiunea minimă de pe anod $e_{a\ min} = E_a - U_m$ se numește *tensiune reziduală* (rămasă).

Tensiunea maximă de pe anod este $e_{a\ max} = E_a + U_m$ și de obicei este apropiată de dublul tensiunii anodice E_a .

În momentul în care tensiunea grilei are valoarea maximă :

$$e_g\ max = U_{mg} - E_g.$$

Tensiunea la bornele circuitului oscilant va fi — de asemenea — maximă (fig. 278), iar tensiunea anodului — minimă.

Amplitudinea tensiunii de radiofrecvență U_m a circuitului oscilant depinde de valoarea rezistenței de sarcină R_0 și de valoarea curentului primei armonice I_a .

$$U_m = I_a \cdot R_0.$$

Raportul dintre tensiunea de radiofrecvență și tensiunea anodică se numește *coeficientul de utilizare a tensiunii anodice* și se exprimă astfel :

$$\xi = \frac{U_m}{E_a}.$$

Cele mai răspândite regimuri sunt acele la care coeficientul

$$\xi = 0,5 \dots 0,95.$$

Clasele de funcționare a amplificatorului de putere. Amplificatoarele de putere funcționează totdeauna avînd o negativare pe grila de comandă a tubului.

Regimul de clasă A, cunoscut radioamatorilor, fiind folosit larg în amplificatoarele de audiofrecvență, nu se întâlnează în etajul final al emițătorului decit în emițătoarele cu bandă laterală unică (BLU sau SSB*). Regimul clasă A se folosește uneori, după cum s-a arătat mai înainte, numai în etajele separatoare ale emițătorului.

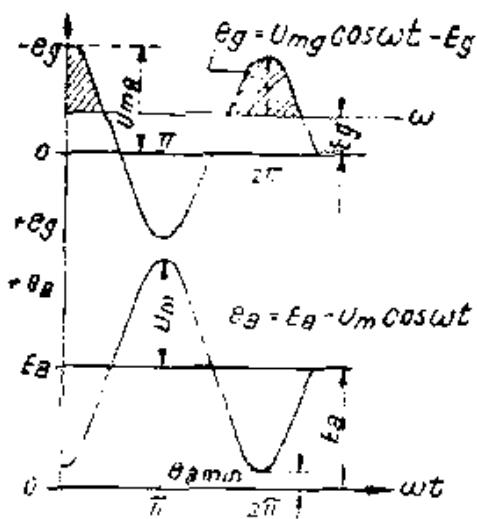


Fig. 278.

* Single side band.

În amplificatoarele de putere care funcționează cu tensiune negativă pe grilă, curentul anodic are un caracter de impulsuri. Forma impulsului curentului anodic depinde mai ales de raportul dintre tensiunea de negativare de pe grila de comandă și de amplitudinea tensiunii de radiofrecvență, precum și de mărimea impedanței circuitului oscilant la rezonanță.

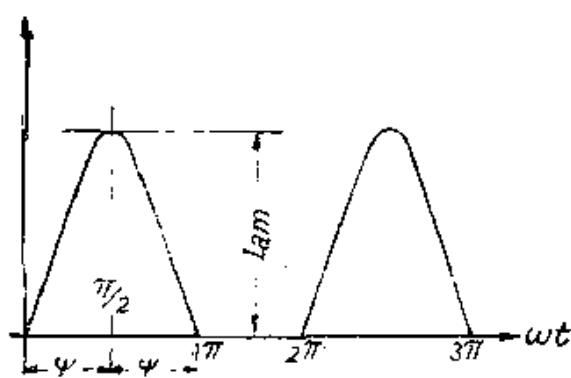


Fig. 279.

Pentru a mări și mai mult randamentul, în etajele finale din radioemittere se folosește de obicei regimul clasă C. În amplificatoarele finale de audios frecvență regimul clasă C nu se folosește deloc, din cauza apariției unor foarte mari distorsiuni neliniare.

Randamentul etajului final poate fi mărit și mai mult folosind scheme simetrice, cu două tuburi, în *contralimp* (push-pull), în care se pot folosi fie triode (fig. 280 a), fie tetrode sau pentode (fig. 280 b).

După cum s-a arătat mai sus, sarcina etajului final din radioemittere o constituie, de obicei, un circuit oscilant acordat la rezonanță pe

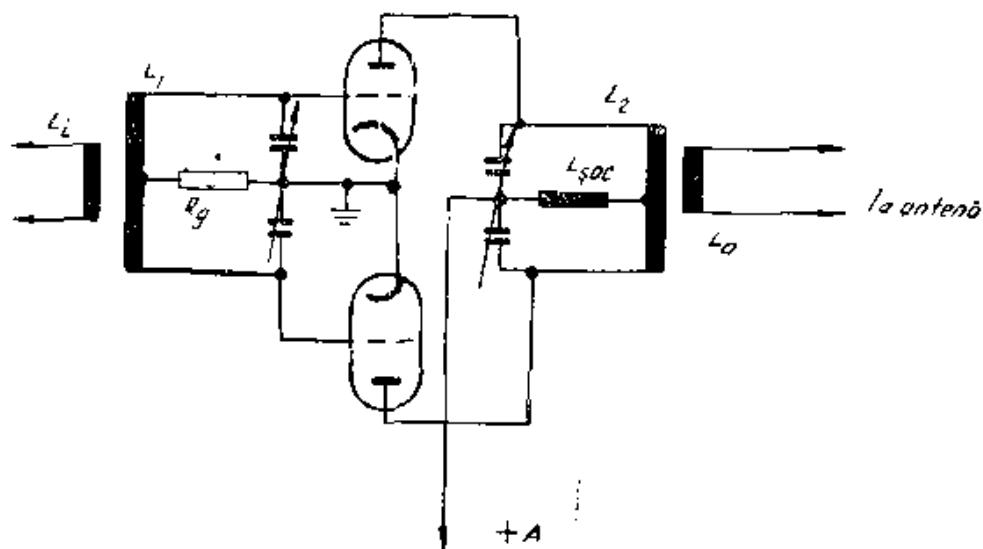


Fig. 280 a.

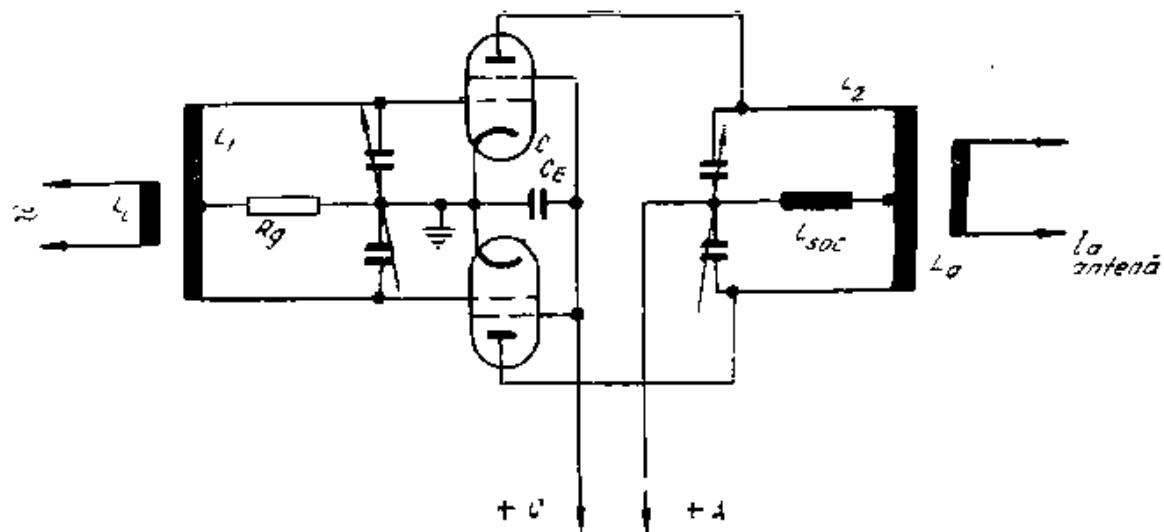


Fig. 280 b.

frecvența fundamentală sau pe prima armonică a impulsului din circuitul de grilă. Circuitul oscilant al emițătorului de unde scurte reprezintă pentru componenta continuă a curentului anodic o foarte mică rezistență (miimi de ohm). Pentru componenta alternativă a frecvenței fundamentale, circuitul oscilant acordat la rezonanță pe această frecvență prezintă impedanță cea mai mare, care este egală cu :

$$R_0 = K \frac{L}{C r_k}$$

Aici K este un coeficient de proporționalitate dependent de dimensiunile lui L și C . Dacă L este exprimat în μH , iar C în pF , atunci $K=10^6$. L este inductanța circuitului oscilant, C este capacitatea lui, iar r_k este rezistența ohmică (activă) a circuitului oscilant, în Ω .

Trecerea regimului de funcționare dintr-o clasă într-alta se face mai ales prin schimbarea negativării grilei de comandă și prin variația tensiunii de radiofrecvență (excitația). Tensiunea de negativitare poate fi stabilită în modul cel mai simplu. Pentru clasa A negativarea grilei tubului este determinată de abscisa punctului de funcționare din mijlocul porțiunii rectilinii a caracteristicii tubului, cum se arată în figura 281 (punctul A). Negativarea pentru regimul clasă B este dată de segmentul de pe abscisa determinată de prelungirea porțiunii rectilinii a caracteristicii tubului (tot în figura 281 — punctul B).

Negativarea pentru clasa C se ia mai mare decât pentru clasa B.

În figura 282 se dă trei scheme practice de cuplare a etajului final cu etajul intermediar (prefinal). Figura 282 a reprezintă un cuplaj capacitive, figura 282 b, un cuplaj inductiv, iar figura 282 c, un cuplaj în „π”.

În figura 283 a și b sunt reprezentate două scheme de realizare a circuitului oscilant accordat pentru etaje echipate cu un singur tub, iar în figura 284 a și b pentru etaje simetrice cu două tuburi (în contratimp).

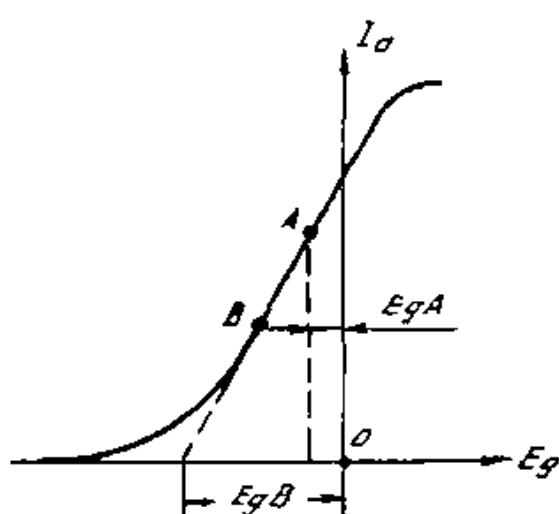


Fig. 281.

6. Neutrodinarea

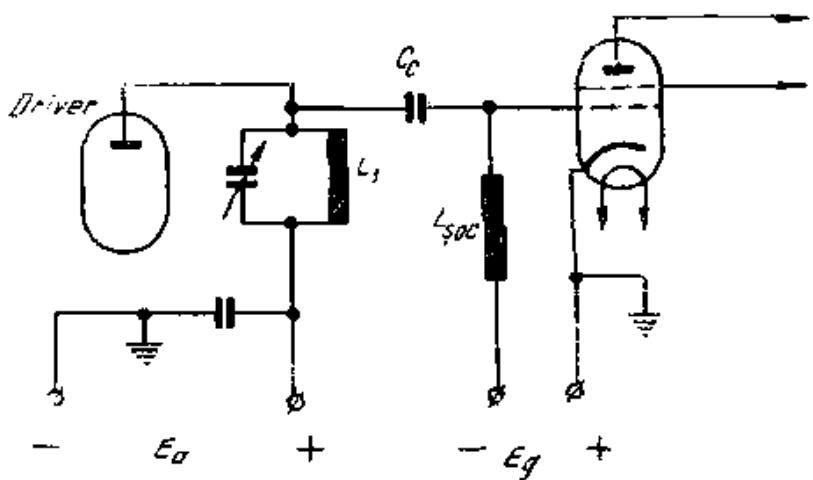
În prezent, marea majoritate a amatorilor folosesc în etajele de ieșire ale emițătoarelor pentode și tetrode cu fascicul dirijat, la care, spre deosebire de triode, capacitatea dintre anod și grila de comandă este foarte mică ($0,1 \dots 0,2 \text{ pF}$). O valoare aşa de mică

a capacității dintre grilă și anod asigură un bun decuplaj între circuitele de grilă și anodic ale etajului. Prin creșterea capacității însă dintre electrozi, se creează condiții favorabile pentru autooscilația etajului și producerea oscilațiilor parazitare.

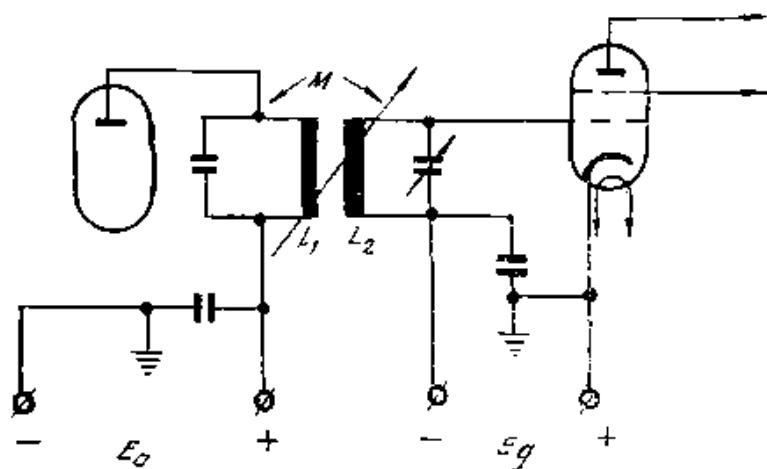
Pentru evitarea apariției autooscilației, care se manifestă în special în amplificatoarele cu triode, se folosesc *neutrodinarea*. Schemele principale de neutrodinare se aplică pe grilă sau pe anod. Schema principală a neutrodinării anodice este dată în figura 285 a și b, iar cea din grilă în figura 286. În practică se folosesc în special neutrodinarea anodică, după schema punții capacitive (fig. 285 b).

Schema neutrodinării pe grilă se folosește rar, întrucât ea nu înlătură în întregime posibilitatea producerii autooscilației. Practic, neutrodinarea se realizează în felul următor :

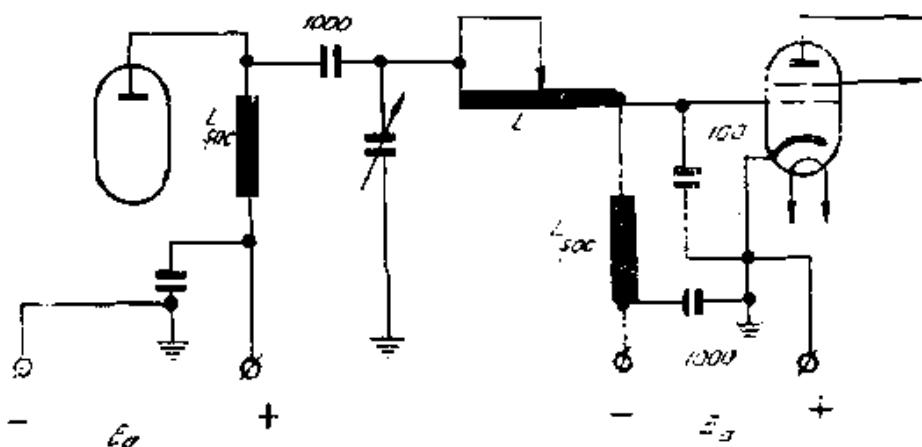
Se întrerupe tensiunea anodică a etajului dat și se apropie de circuitul oscilant anodic un indicator sensibil (un undametru cu absorbție, echipat cu aparat de măsurat sau cu un tub cu neon sensibil, cu tensiunea de aprindere în jur de 70 V). Emițătorul fiind în funcțiune, prin variația capacității condensatorului de neutrodinare se determină momentul în care trecerea oscilației de radiofrecvență din circuitul grilei în circuitul oscilant anodic va fi minimă. Minimumul se determină cu ajutorul indicatorului amintit mai sus. Tocmai această poziție a



a



b



c

Fig. 282.

condensatorului de neutrodiinare este cea căutată. După acest reglaj, îndepărând indicatorul și aplicînd tensiunea anodică, se poate folosi amplificatorul punîndu-l în funcțiune în mod normal.

7. Modulația și manipulația radioemisioarelor

Cu ocazia prezentării sumare a mecanismului radiosuzunii am arătat că radiocomunicațiile pot avea loc în telefonie sau în telegrafie, acționîndu-se, în ambele cazuri, asupra undei purtătoare, generată în oscilatorul emisioarelor și amplificată și împărtășită în „eter“ de către etajul final al acestuia, prin intermediul antenei.

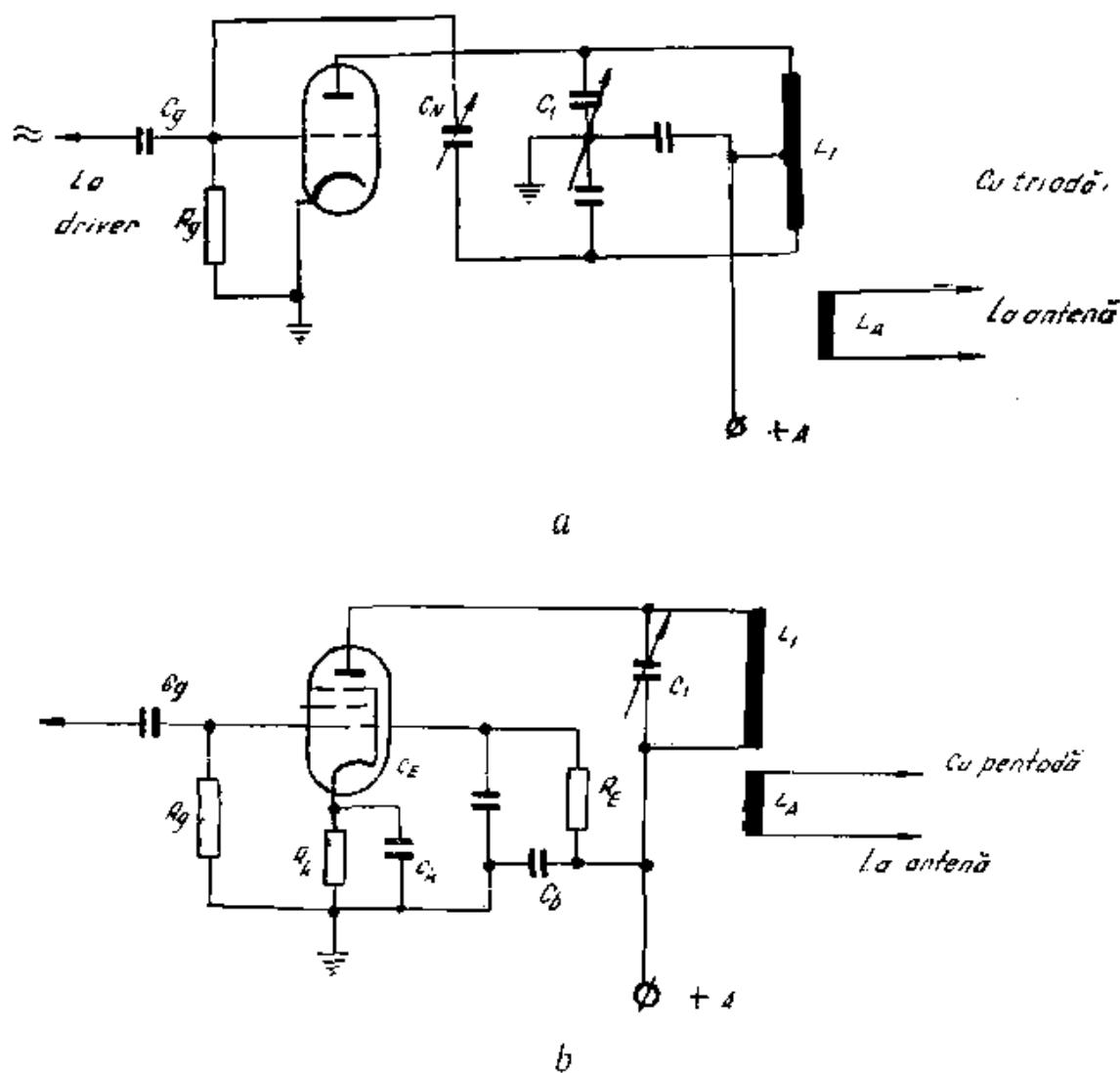
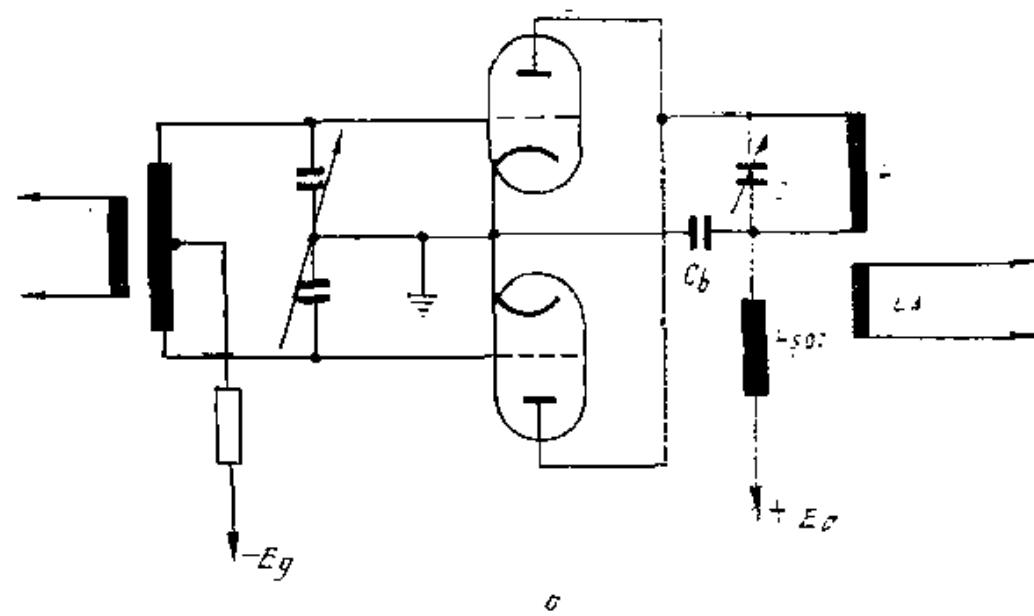
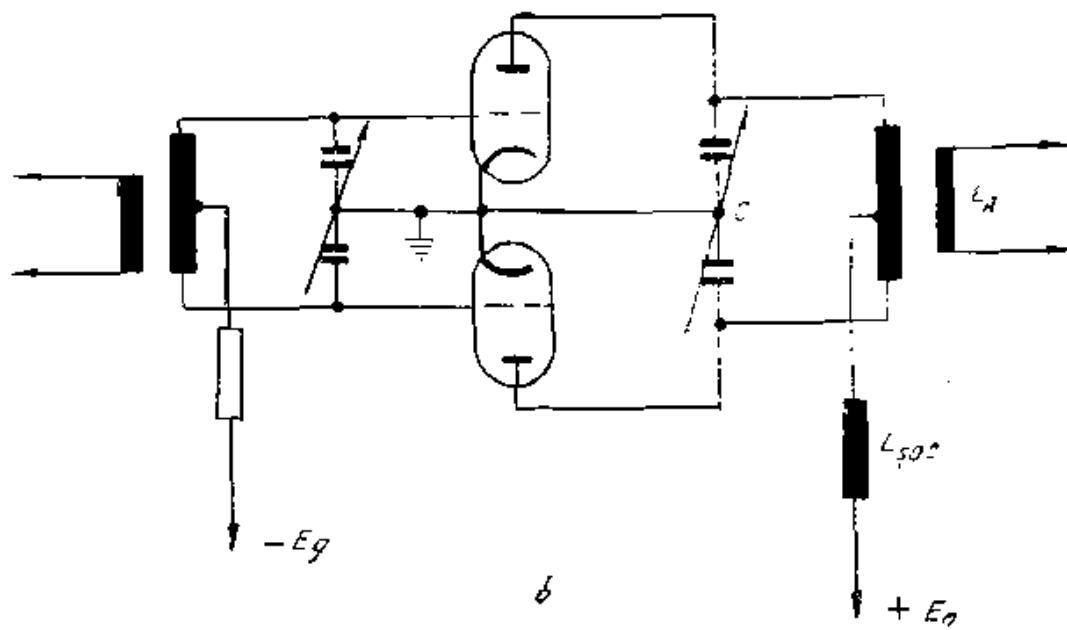


Fig. 283.

Afirmam atunci că pentru a emite în telefonie trebuie să se suprapună curenții alternativi de audiofreqvență, obținuți la ieșirea unui amplificator de audiofreqvență, peste curenții alternativi de radiofreqvență produși de emițător. Ca urmare a acestui proces, denumit *modulație*, se obțin oscilații de radiofreqvență a căror amplitudine nu mai este constantă, ci variază în ritmul curenților de audiofreqvență (din această cauză modulația se numește *de amplitudine*). Implicit, antena emițătorului va răda și ea unde modulată în amplitudine.



a



b

Fig. 284.

În activitatea experimentală pe unde scurte, în telefonia, radioamatorii folosesc pe scară largă procedeul de modulație în amplitudine. Afirmam mai sus că modulația în amplitudine este procesul de variație a amplitudinii oscilațiilor de radiofreqvență în ritmul frecvenței audio. Acest proces este prezentat grafic în figura 287 a, b și c. Pe fiecare din aceste desene, la mijloc, se află reprezentarea oscilației sinusoidale de radiofreqvență, deasupra său oscilațiile de radiofreqvență nemodulate, denumite și *frecvență purtătoare*, iar dedesubt este graficul oscilațiilor modulate, rezultate în urma acțiunii frecvenței audio asupra amplitudinii oscilațiilor întreținute.

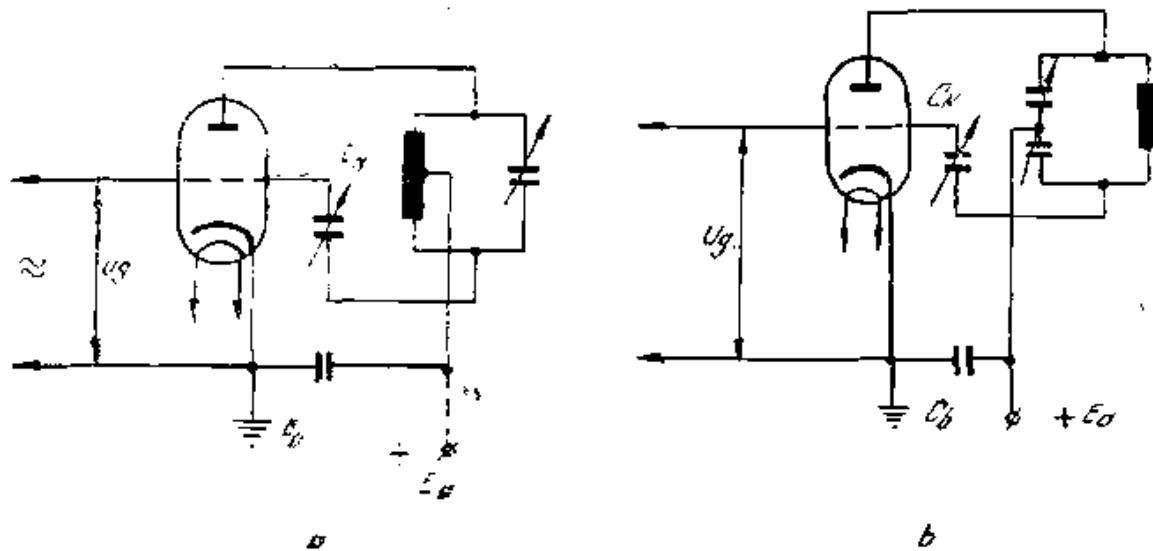


Fig. 285.

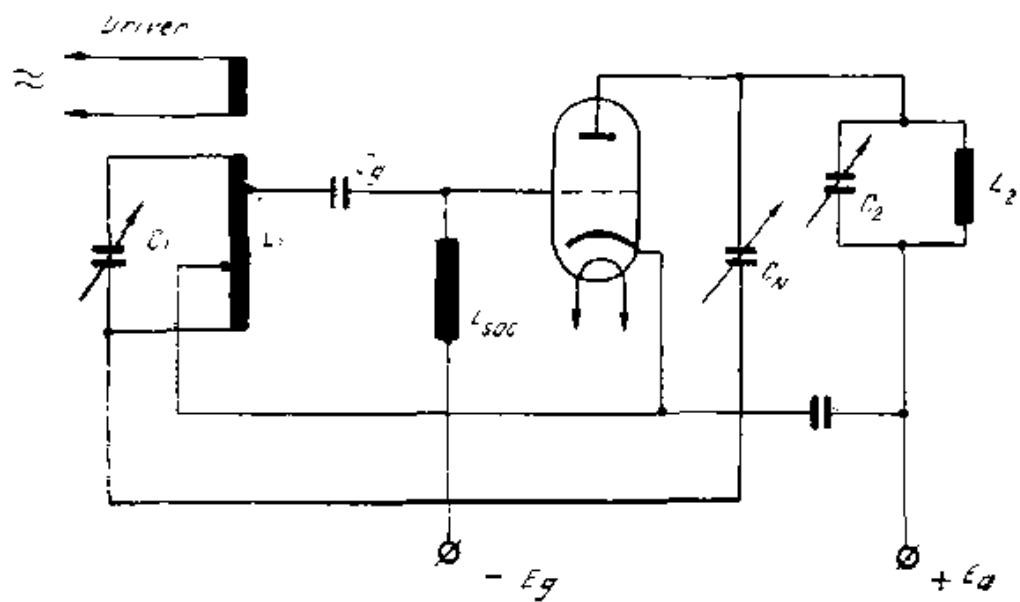


Fig. 286.

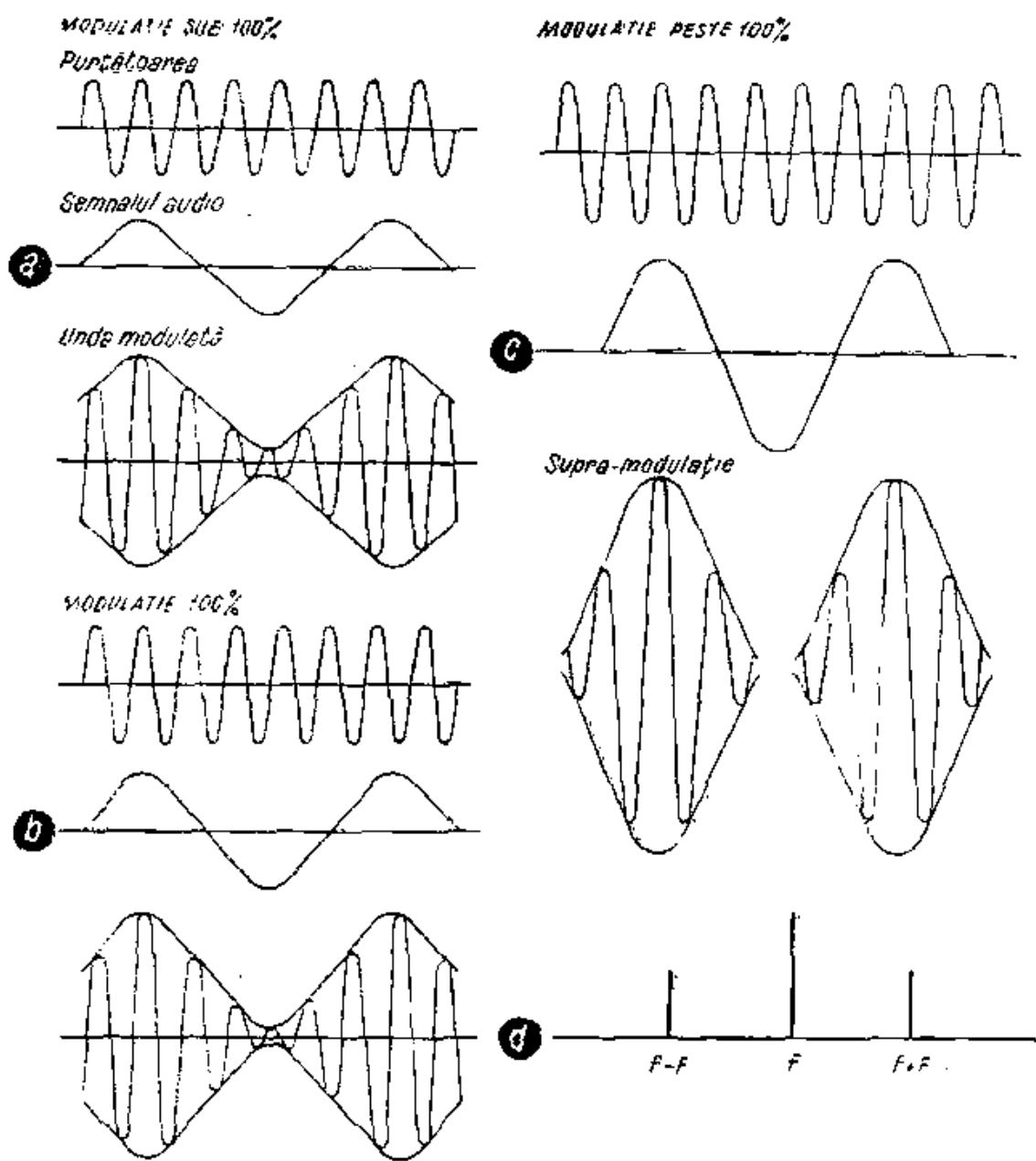


Fig. 287.

Gradul de variație a amplitudinii oscilațiilor sub acțiunea frecvenței audio se numește *profundimea modulației*. Mărimea care determină profundimea modulației este *gradul de modulație* m .

Gradul de modulație m este raportul dintre creșterea amplitudinii frecvenței purtătoare modulate și amplitudinea frecvenței purtătoare nemodulate. Acest coeficient se exprimă în procente:

$$m = \frac{\Delta I_p}{I_p} \cdot 100 \% \text{ unde } \Delta I_p = I_m - I_p.$$

Modulația cu gradul de modulație mai mare de 100 % este însoțită de distorsiuni mari și nu aduce o mărire a bătăii emițătorului. Asemenea profunzime de modulație poartă denumirea de *supramodulație*. În acest caz oscilațiile modulate nu mai sunt sinusoidale. În cazul modulației cu un curent sinusoidal pur, în compunerea oscilației modulate vor fi cuprinse trei frecvențe, după cum se arată în figura 287 d.

Una din aceste frecvențe este frecvența purtătoare, iar celelalte două poartă denumirea de frecvențe de bandă. Aceste frecvențe sunt păstrate pe ambele părți ale frecvenței purtătoare, iar ca întindere sunt egale cu valoarea frecvenței de modulație.

În cazul modulației cu întregul spectru al frecvențelor audio, pe ambele părți ale frecvenței purtătoare vor apărea două benzi (laterale) de frecvențe de modulație. Cu cât spectrul de frecvențe de modulație este mai larg, cu atât aceste oscilații vor ocupa o bandă mai largă de frecvențe. Se știe că pentru obținerea unei bune inteligențibilități a vorbirii este suficient să se transmită numai frecvențele audio cuprinse între 200 și 2 500 Hz.

Lărgirea exagerată a benzii frecvențelor transmise nu numai că nu mărește inteligențibilitatea vorbirii, dar duce și la situația ca pe fiecare din frecvențele modulate să revină o parte mai mică din puterea radiată de emițător.

Emitătoarele de amator trebuie să fie construite atât pentru lucrul în telegrafie, cât și în telefonie. Din această cauză trebuie acordată o mare atenție posibilității trecerii cât mai ușoare a emițătorului de la un mod de lucru la altul.

Procedee practice de modulație. Cel mai simplu procedeu de modulație a oscilațiilor ar fi introducerea microfonului direct în circuitul antenei (fig. 288). Însă acest procedeu, denumit „prin absorție“, nu este

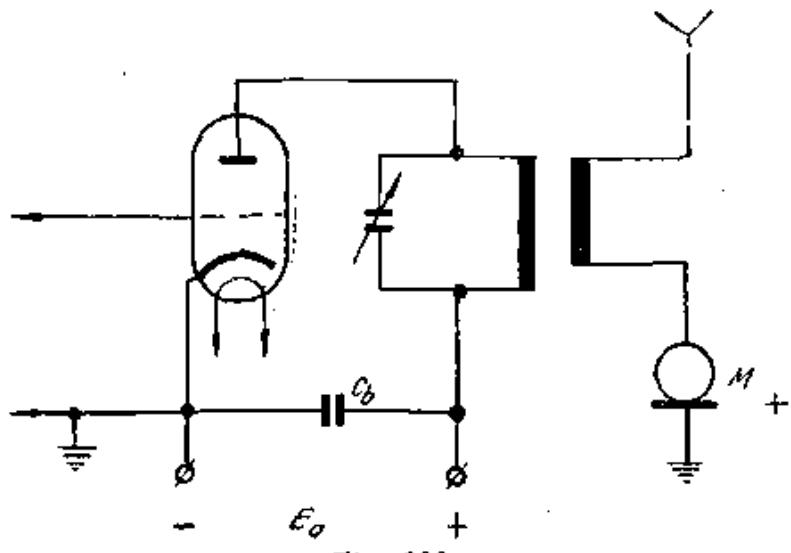


Fig. 288.

folosit în practică din cauza deformărilor introduse și a pierderilor mari de putere în radiofrecvență produse.

Există multe scheme utile de modulație. În fiecare caz în parte se alege însă acea schemă care se adaptează în mai bune condiții tipului de tub folosit în etajul final al emițătorului.

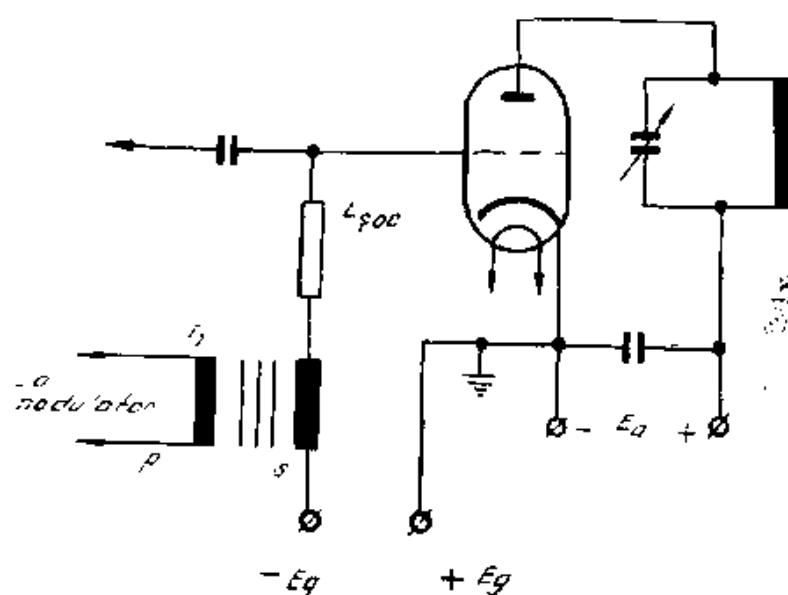


Fig. 289.

Variația amplitudinii frecvenței purtătoare a emițătorului se poate realiza prin variația tensiunilor în ritmul frecvenței de modulație, pe oricare dintre electroziile tubului sau pe mai mulți electrozi deodată. Funcție de electrodul pe care se aplică tensiunea de modulație, se denumesc înseși procedeele de modulație: pe grila, anod etc. În emițătoarele de arnatori, modulația se realizează de regulă în amplificatorul de putere.

Modulația de grilă. În figura 289 este arătată o schema practică de modulație de grilă. Pe grila de comandă a tubului din etajul modulator al emițătorului acționează concomitent trei tensiuni: tensiunea continuă de negativare, tensiunea de radiofrecvență și tensiunea de modulație de audiofrecvență. La înșâsurarea primară a transformatorului Tr_1 se aplică tensiunea frecvenței audio de la amplificatorul de audiofrecvență, denumit *modulator*.

Tensiunea de negativare are în acest caz o valoare mai mare decât la lucrul în telegrafie. Valoarea tensiunii de negativare a grilei de comandă a etajului de ieșire la lucru în telefonie se determină cel mai simplu după caracteristica statică de modulație. La modulația de grilă, caracteristica statică de modulație reprezintă dependența curentului din

antenă funcție de variația tensiunii de grilă. O astfel de caracteristică este dată în figura 290. Caracteristica de modulație în acest caz va fi liniară numai în domeniul regimului de subtensiune al etajului final. Pe caracteristica obținută se determină mijlocul părții rectilinii. Coborînd din acest punct o perpendiculară pe abscisă, vom găsi valoarea necesară a negativării. Practic, emițătorul se poate pune cu suficientă precizie în regim de lucru în telefonie prin următorul procedeu :

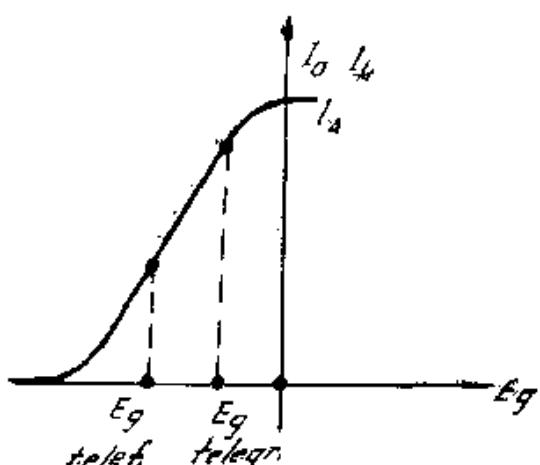


Fig. 290

Emițătorul se reglează în regim de telefonie la puterea maximă în antenă. După aceasta se mărește ușor cuplajul antenei, iar prin mărirea negativării se stabilește un curent anodic al etajului modulat egal ca mărime cu jumătate din valoarea lui pe timpul lucrului emițătorului în regim de telegrafie. Valoarea tensiunii de modulație a frecvenței audio se stabilește cu ajutorul reglajului de volum, astfel ca pe timpul pronunțării în fața microfonului

a sunetului prelung „aaa“, curentul antenei să crească cu 15...20%. În acest caz curentul anodic nu trebuie să varieze. Creșterea sau scădereea curentului anodic indică supramodulația sau existența oscilațiilor parazitare în etaj final. Dacă curentul din antenă va scădea în loc să crească, înseamnă că punctul de funcționare nu a fost bine ales.

În regimul de lucru în telefonie, puterea de radiofrecvență în cazul modulației pe grilă este de patru ori mai mică decât în regimul de lucru în telegrafie.

Modulația anodică. În prezent, dintre modulațiile de amplitudine cea mai largă întrebunțare o are modulația anodică. Cauza principală a acestui fapt constă în aceea că puterea de radiofrecvență pe timpul lucrului în regim de telefonie este numai de două ori mai mică față de puterea în telegrafie, adică de două ori mai mare decât la modulația de grilă.

În adevărata sa formă, modulația anodică se folosește de obicei numai în amplificatoarele de putere cu triode.

O schemă practică de modulație anodică este dată în figura 291 a. Aici modulatorul funcționează în regim clasă B. Schema de modulație anodică folosită mult anterior, cunoscută sub denumirea de modulație *cu curent constant* sau *Heissing* (fig. 291 b), nu are o întrebunțare prea mare în prezent, deoarece modulatorul, în acest montaj, trebuie să lucreze în regim clasă A, fapt care duce la un randament relativ scăzut.

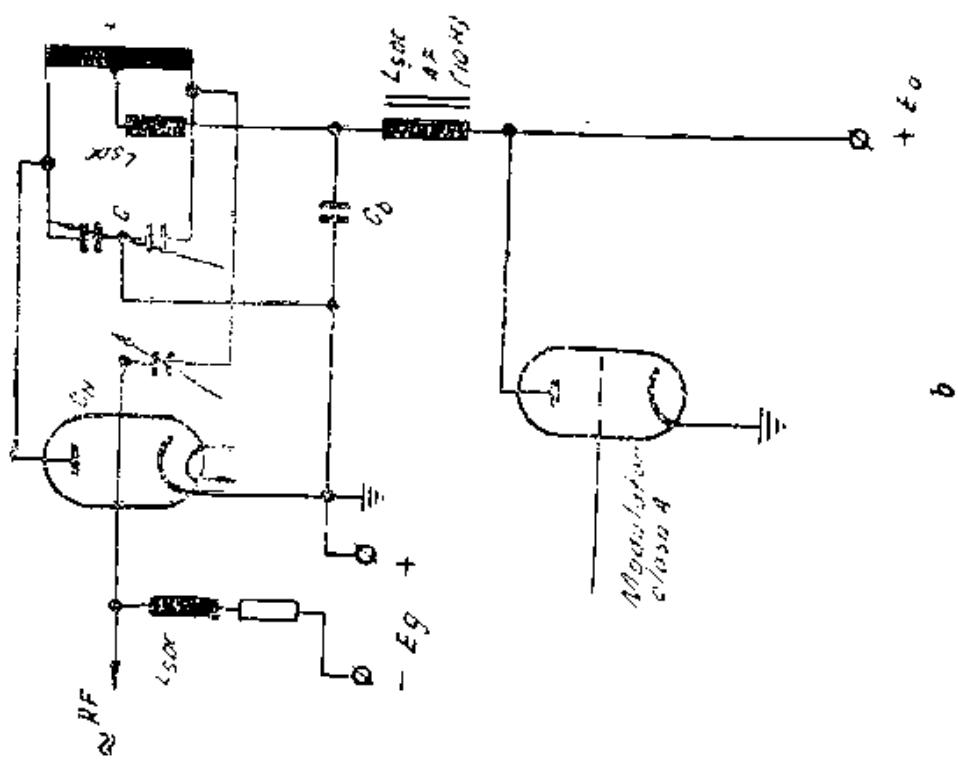
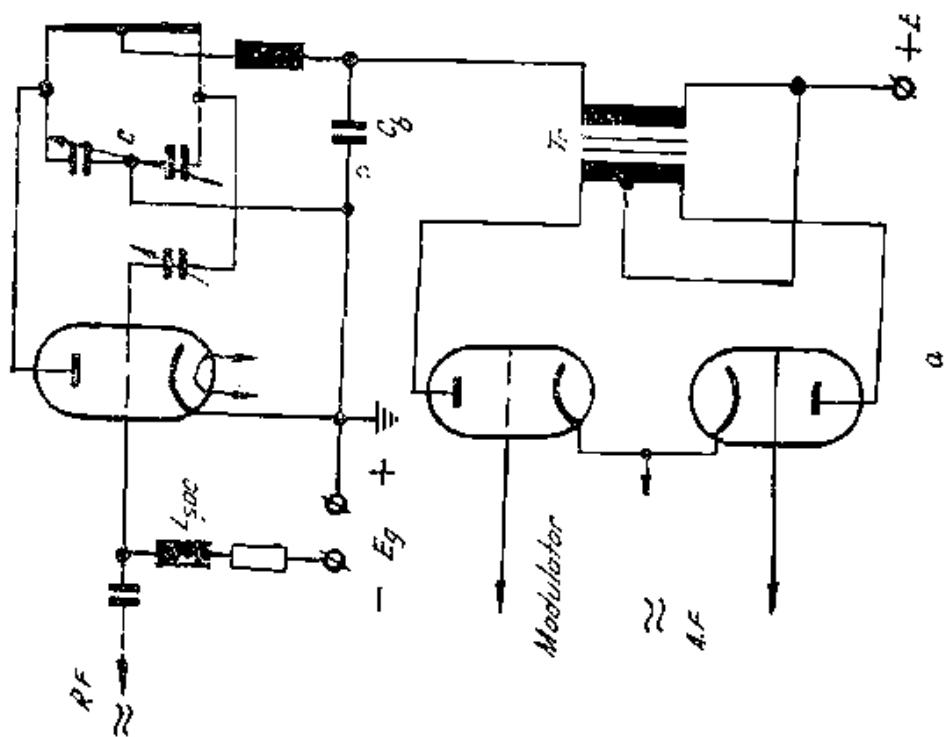


Fig. 291.



Puterea etajului modulat este mult mai mare în cazul modulației anodice, decât în cazul modulației de grilă sau a altui sistem.

Alegerea tuburilor pentru modulator este determinată de tensiunea redresorului ce alimentează etajul final al emițătorului și de puterea acestui etaj. Tuburile se aleg astfel ca ele să poată da în sarcină o putere egală cu jumătatea puterii aplicate circuitului anodic al etajului final al emițătorului. Redresorul etajului final al emițătorului trebuie să fie calculat în același caz, avându-se în vedere puterea folosită de modulator, dacă nu se presupune alimentarea modulatorului de la un redresor separat.

De cele mai multe ori radioamatorii folosesc în etajele finale pentode și tetrode. Pentru amplificatoarele de putere cu pentode și tetrode este bine să se folosească o modulație combinată, pe anod și grila ecran. Schema practică a unui amplificator cu pentode, cu modulație combinată pe anod și grilă ecran, este dată în figura 292.

Metodele de calcul ale etajului final sunt identice, atât pentru modulația pe anod, cât și pentru modulația combinată pe anod și grila ecran.

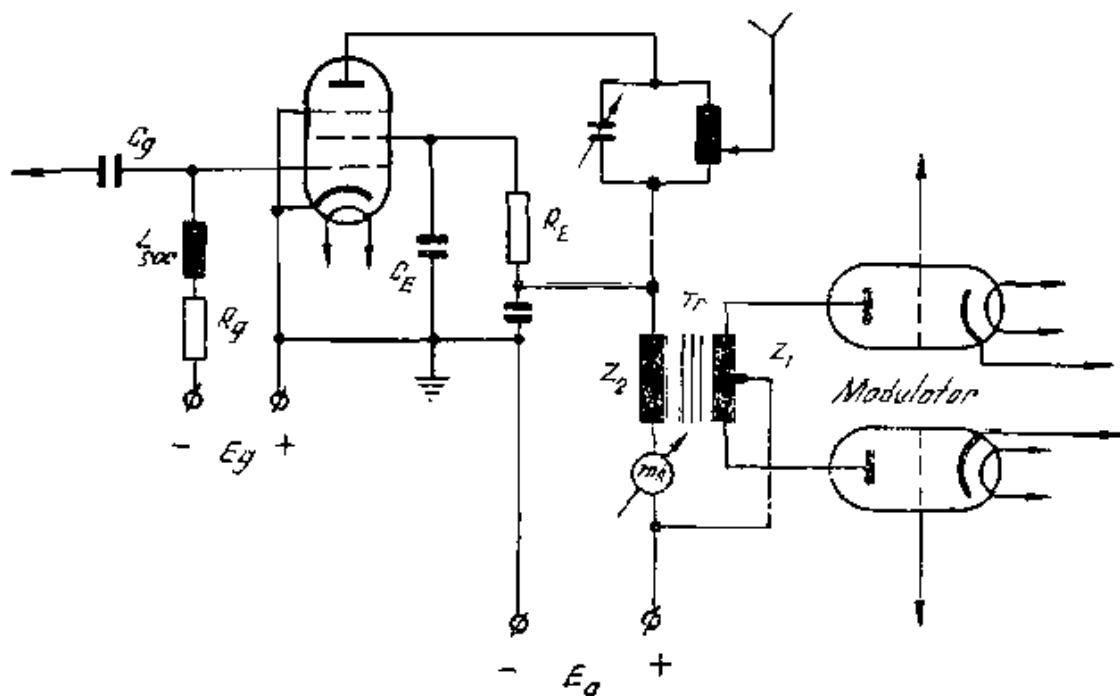


Fig. 292.

Modulația pe grila supresoare la pentode. Acest sistem de modulație se poate folosi în cazul cînd etajul final al emițătorului funcționează cu o pentodă și cînd tubul final nu are conectată, în interior, la catod, grila supresoare. Schema practică de modulație pe grila supresoare este

dată în figura 293. Profunzimea mare de modulație se asigură în acest caz fără un consum mare de energie de audiofrecvență, întrucât modulația se face în domeniul tensiunilor negative, pe grila a treia. Aceasta dă posibilitatea, în unele cazuri, să se obțină o modulație suficient de

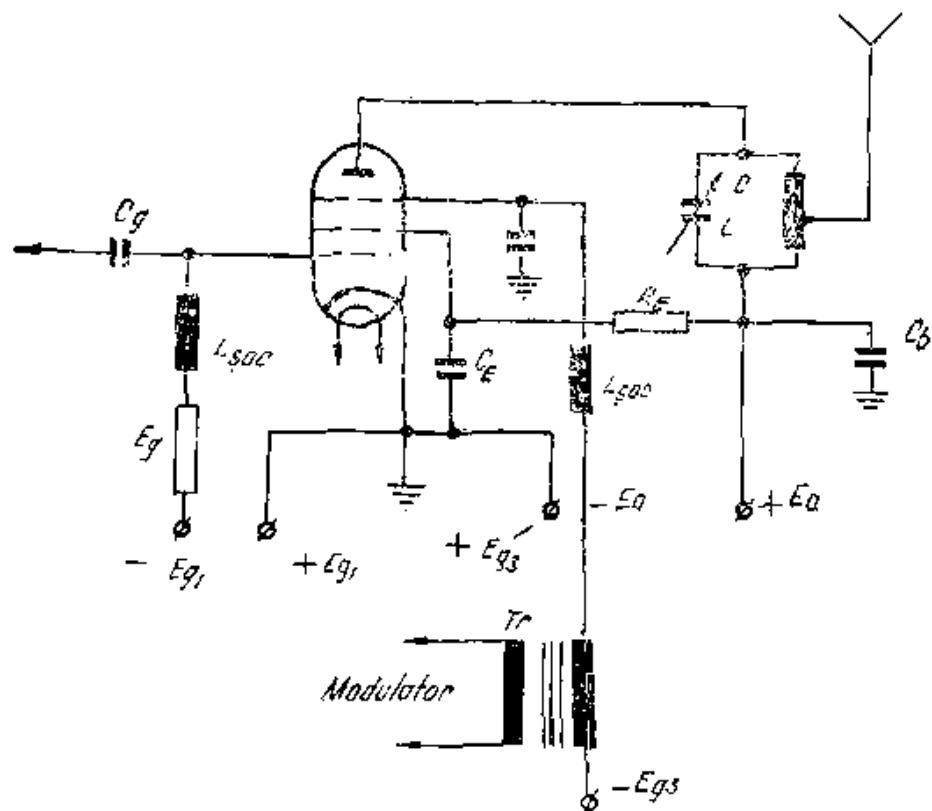


Fig. 293.

profundă folosind doar un microfon simplu și un transformator ridicător de tensiune, fără o amplificare prealabilă. În general, puterea pentru care se calculează modulatorul poate fi luată foarte mică. În aceasta constă marele avantaj al acestui fel de modulație. În rest, procedeul de modulație pe grila supresoare este foarte asemănător cu procedeul modulației pe grila de comandă. Desvoltarea esențială constă numai în aceea că puterea din circuitul grilei de comandă a tubului etajului final al emițătorului, cerută de la etajul preamplificator, este mai mare ca la modulația pe grilă și mai mare ca în regimul de telegrafie. În cazul lucrului în regim de telefonie, ca și la modulația pe grilă, puterea de radiofrecvență este de patru ori mai mică ca în regimul de telegrafie.

Pentru stabilirea regimului de lucru trebuie ridicată caracteristica statică de modulație, care arată dependența variației curentului din antenă funcție de variația tensiunii pe grila a treia. Această caracteris-

tică este rectilinie în cea mai mare parte a ei și se deformează numai la trecerea în domeniul tensiunilor pozitive pe grila a treia. Punctul de funcționare se alege la mijlocul caracteristicii de modulație și pe această caracteristică se determină amplitudinea maximă a frecvenței audio.

În procesul de modulație, ca și în toate celelalte cazuri, curentul anodic nu trebuie să varieze. La pronunțarea în fața microfonului a sunetului prelung „aaa”, curentul din antenă trebuie să crească cu 15..20%. O creștere mai pronunțată a curentului din antenă și variația curentului anodic indică alegerea incorectă a punctului de funcționare sau existența oscilațiilor parazitare în etajul final (iar uneori și în modulator).

Alte procedee de modulație. În unele cazuri radioamatorii folosesc și alte procedee de modulație în afara celor arătate aici. De oarecare popularitate se bucură procedeul de *modulație pe grila ecran*. Schema practică a acestui fel de modulație este dată în figura 294. Pentru tre-

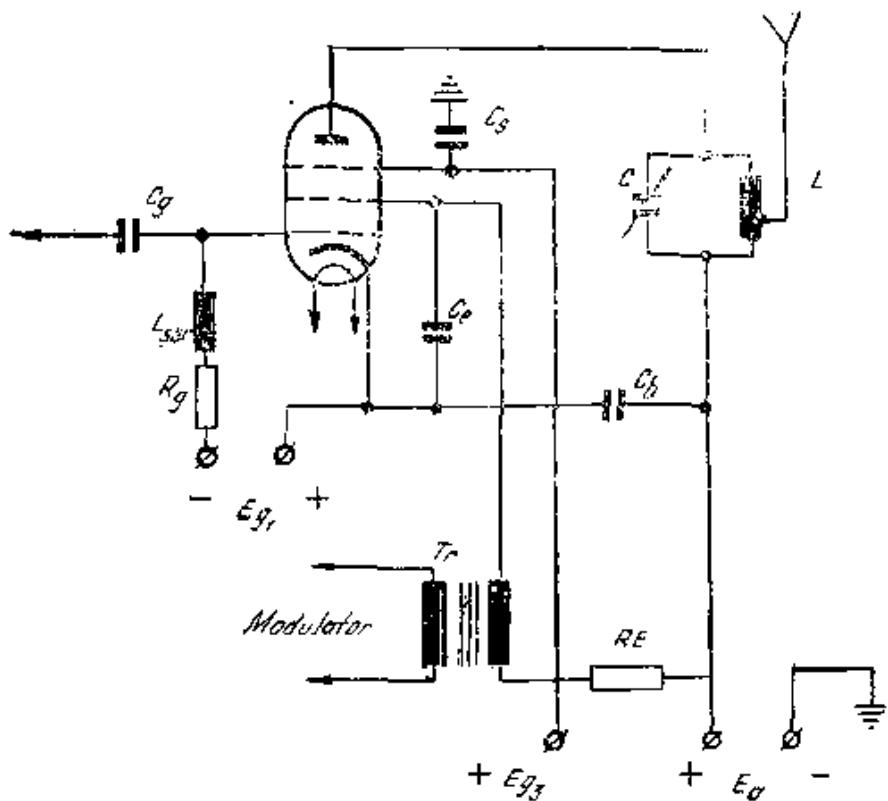


Fig. 294.

cerea în regimul de telefonie, aici se micșorează tensiunea continuă pe grila a doua. Această tensiune va varia cu frecvența audio.

Acest fel de modulație, sub aspectul energetic, este foarte apropiat de modulația pe grila de comandă. Puterea de modulație în acest caz

trebuie să fie mult mai mare (caracteristica de modulație este curbilinie și din această cauză nu se poate obține o bună calitate). Cu toate acestea, radioamatorii începători utilizează frecvent acest sistem de modulație.

Manipulația telegrafică în emițătoare. Calitatea semnalelor telegrafice ale emițătorului de amator depinde nu numai de marea stabilitate a frecvenței oscilatorului pilot, de lipsa zgomotului de fond al curentului alternativ și de reglarea corectă și îngrijită a etajelor intermediare și a celui final, ci și de buna funcționare a dispozitivului de manipulare. Defectuoasa funcționare a acestui dispozitiv poate reduce la zero toate calitățile precedente ale emițătorului.

Forma ideală a semnalului telegrafic este reprezentată în figura 295 a. Obținerea unei astfel de forme a semnalului este foarte complicată și nici nu este necesară. Dezavantajul acestei forme este acela că semnalul în realitate are un număr de armonice a frecvenței fundamentale de manipulație. Din această cauză, emițătorul, care radiază un impuls de o formă aşa de perfect dreptunghiulară, va produce perturbații puternice la distanțe apreciabile.

Perturbațiile de acest fel se aud la stația receptoare sub formă de pocnituri (clicsuri), extinzîndu-se pe o gamă foarte largă de frecvențe.

Dacă schimbăm forma impulsului, aşa cum se arată în figura 295 b, gradul de inteligibilitate al semnalului rămîne cel precedent, însă tonul lui va deveni mai muzical și mai plăcut la auz. În același timp, perturbațiile manipulației vor scădea semnificativ.

Manipulația telegrafică poate fi realizată în emițător, în principiu, în orice etaj al lui (uneori simultan în mai multe) și în circuitul oricărui dintre elementele etajului. Pentru radioamatori este mai indicată introducerea manipulatorului în circuitul catodului sau al grilei ecran, deoarece în acest fel se corectează ușor forma semnalului.

O răspîndire mai mare a căpătat manipularea directă a oscilatorului pilot sau a etajului final. Avantajele manipulării directe în oscilatorul pilot sunt: posibilitatea lucrului în semiduplex, ridicarea randamentului în exploatare și posibilitatea obținerii unei forme precise a semnalului.

Manipulația în oscilatorul pilot poate fi folosită cu succes de radioamatorii care locuiesc în mediul rural sau în localități nu prea mari, unde perturbațiile, cu rază de 3...4 km, nu se răsfrîng asupra lucrului

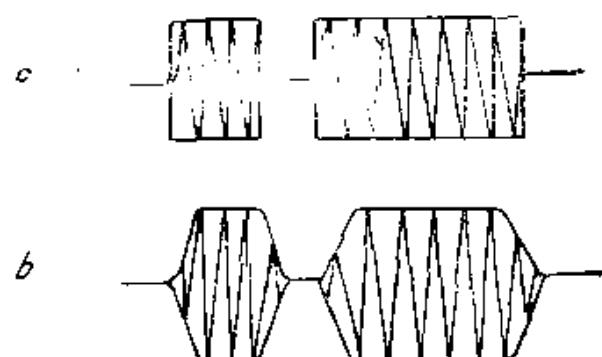


Fig. 295.

celorlalți radioamatori. În orașe însă, unde sunt multe stații de unde scurte, nu se recomandă folosirea acestui sistem de manipulație.

Pentru radioemitațioarele cu mai multe etaje, cu frecvență variabilă, este mai indicată folosirea manipulației în etajul ce urmează după separator. În acest caz, negativarea grilelor de comandă de la toate tuburile etajelor următoare ale emițătorului trebuie să fie luată dintr-un redresor separat, obținându-se astfel și o formă mai îndulcită a semnalului. Acest procedeu de manipulare permite și lucrul în semiduplex, cu condiția unei ecranări bune a oscilatorului pilot și a etajului separator. Totodată, în acest caz se poate corecta mult mai ușor forma semnalului.

Procedeul principal de schimbare a formei semnalului este introducerea filtrelor speciale în circuitul de manipulare.

Schema celui mai simplu filtru de acest fel este dată în figura 296 a. Valorile bobinei de soc L_{soc} și a capacității condensatorului C se aleg experimental, funcție de valoarea curentului din circuitul de manipulare. Inductanța bobinei de soc L_{soc} poate varia de la 1 la 20 H, iar capacitatea condensatorului C de la 0,05 la 0,5 μF .

Un astfel de filtru poate fi montat împreună cu manipulatorul și închis la un loc cu acesta sub un ecran comun. În acest caz nu mai este necesară montarea unor filtre pentru anihilarea scînteilor dintre contactele manipulatorului. Dacă un asemenea filtru se montează chiar în emițător, pentru manipulator va fi nevoie să se folosească un filtru special de radiofrecvență, care se montează împreună cu manipulatorul într-un ecran comun.

Manipularea și reglarea formei semnalului se obțin mai ușor în cazul întrebunțării releelor electronice (fig. 296 b). Numărul tuburilor conectate în paralel este determinat de mărimea curentului din circuitul manipulat. Prin întrebunțarea releelor electronice se reduc la minimum și paraziții provocați de apariția scînteilor la contactele manipulatorului. Cea mai avantajoasă este montarea releului în circuitul grilelor ecran ale tuturor etajelor precedente ultimului. Forma semnalului se regleză prin variația valorii RC în circuitul de grilă al tuburilor releului electronic prin conectarea unor rezistențe și condensatoare de diferite mărimi, cu ajutorul unui comutator cu trei poziții.

O metodă de manipulare mai nouă și deosebit de ingenioasă este cea prezentată în fig. 296 c, în care tubul oscilator lucrează, permanent, în același regim termic și electric.

În poziția de repaus, în paralel cu C_3 , se conectează cu ajutorul diodei capacitatea C_4 , scoțind astfel montajul din oscilație. Aceasta atrage după sine o variație a curentului ce trece prin tub și respectiv a temperaturii acestuia. Pentru a se evita acest lucru s-a prevăzut potențiometru P care permite reglarea curentului total al tubului, astfel încât acesta să aibă aceeași valoare atât în repaus, cât și în „funcțiune” (cu manipu-

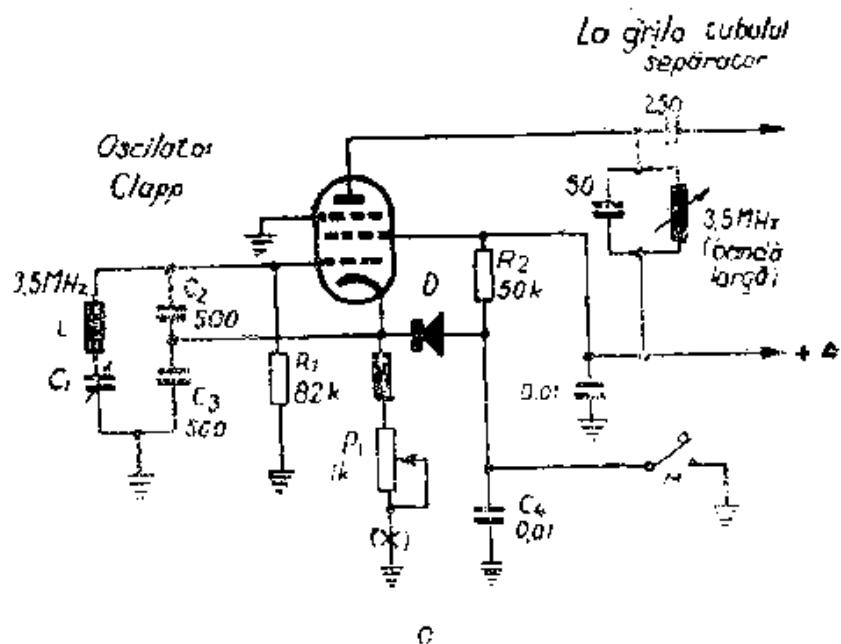
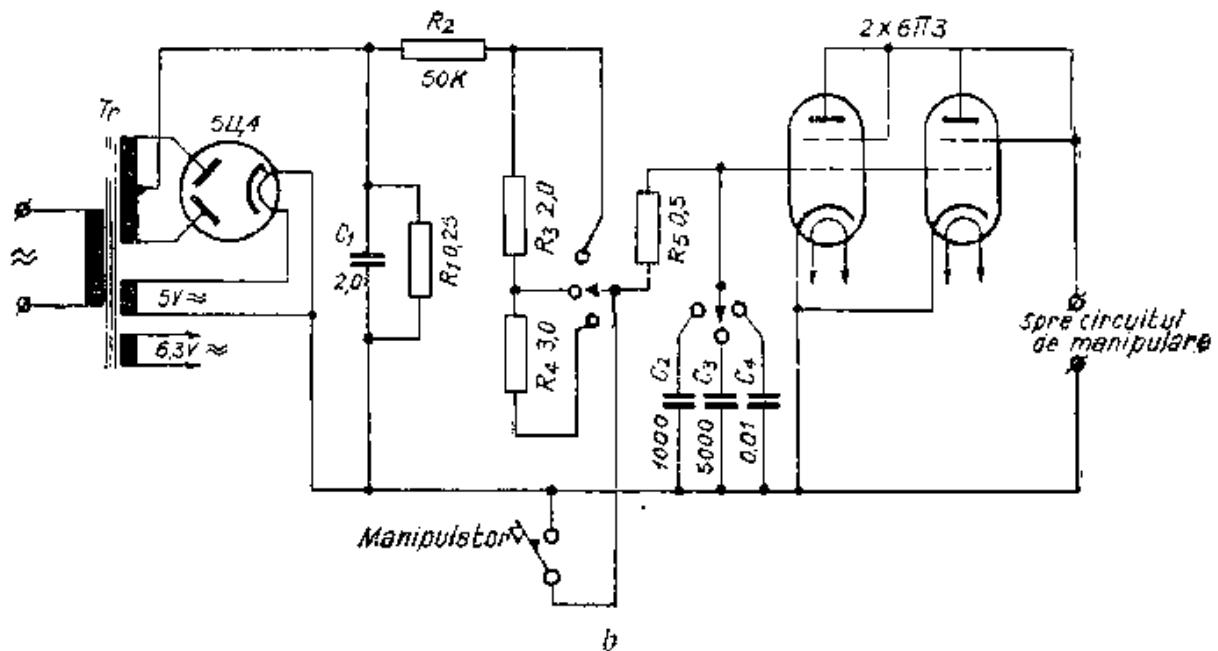
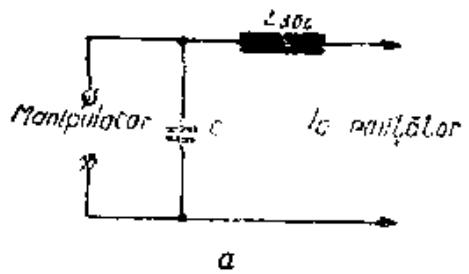


Fig. 296.

latorul apăsat). Verificarea realizării acestui regim de lucru se poate face cu ajutorul unui miliampmetru, cu deviația maximă de cca. 10 mA, plasat în punctul x de pe schema. Dacă bobinele oscilatorului nu se schimbă la trecerea de pe o bandă pe alta, potențiometrul P se regleză o singură dată la început. Dacă bobinele se schimbă, reglajul trebuie repetat după fiecare schimbare.

În montajul prezentat, în care s-a folosit tubul 6K3 (6SK7), este necesară respectarea strictă a valorilor lui R1 și R2. În cazul folosirii altui tub, valorile celor două rezistențe trebuie determinate experimental. Pentru a se asigura o stabilitate cât mai mare a frecvenței, se va folosi o tensiune redusă (105 V), care, în orice caz, trebuie să fie stabilizată. Dioda D poate fi de orice tip.

Capitolul IX

LABORATORUL RADIOAMATORULUI

1. Sculele de primă detare. Amenajarea laboratorului

Pentru a construi un radioceptor nu este necesar să existe numai „schemă de principiu” și materialele prevăzute de proiectant. Dacă și rău, realizarea sa ar fi simplă și oricine ar putea deveni radioconstructor.

În realitate, însă, lucrurile stau altfel. Pe lîngă schemă și materiale mai trebuie să existe și un mic „arsenal” de scule, absolut necesar pentru a executa multiplele operații mecanice pe care le implică asamblarea laboratorului radioceptor. Înainte de a fi radiofonist trebuie să își înștiințeze, lăcătuș, tîmplar (începător, desigur !...).

Dar nici aceasta nu-i de ajuns. Mai este necesar un surplus de... spațiu locativ, în care să poată fi instalat și întrebuințat utilajul. Funcție și posibilități, acest „surplus” poate fi un colțisor din încăperea în care cuiești sau, în cazul cel mai fericit dar și cel mai rar, vreodată dependentă, în care să-ți poți desfășura nestingherit activitatea, întocmai ca un savant miniatural într-un laborator liliutan. Rezolvarea acestei unele probleme este cea mai simplă căci, la urma urmei, un laborator dest de radiofonist poate să încapă foarte bine într-un geamantan și „corpolent”.

Mai delicată este însă procurarea uneltelelor, deoarece în majoritatea orilor radioamatorul nu-și poate permite luxul de a-și procura chiar la începutul activității sale utilaje care, fără îndoială, îl vor costa mult decât însuși aparatul ce intenționează să-l construiască. În normal, primii pași îi face cu ajutor din afară, adică cu scule împrumutate de la prietenii sau puse la dispoziție de cercul de radioamatori care face parte. Treptat, treptat însă își va achiziționa și unelte proprievenind, cu timpul, proprietarul unei prețioase colecții de scule, niciodată nu-și vor pierde valoarea.

Sculele necesare pot fi împărțite în două grupe : de *montaj și cablare* și *auxiliare*.

Din sculele de montaj și cablare fac parte : cleștele patent (universal), cleștele cu cap oblic — pentru tăiat sârmă, cleștele cu vîrf lung (spitz) — pentru ținut piese și conexiuni, cleștele cu fâlcii rotunde, cleștele plat, penseta, cuțitul sau bisturiul și, în fine, uneltele cele mai importante : ciocanul de lipit electric (lötkolben) sau cu jar, și setul de șurubelnite cu mîner izolat.

Sculele auxiliare sunt : mașina de găurit manuală, de mărime potrivită — cu seria de burghie necesară (de 1, 3, 4, 6, 8 și 12 mm), ciocanele (unul de fier și unul de lemn), pilele mecanice (de diferite mărimi și forme), ferăstrăul manual pentru metale (bornfaijer), ferăstrăul de transformaj (cu pînze pentru metal și lemn), dalta pentru metale, foarfecetele (o pereche pentru tăiat tablă și una pentru croitorie), menghina de masă, compasul și echerul (metalice), curățătorul de sîrme (pentru dezisolare), sula (pentru însemnat și găurit), punctatorul (kernerul), setul de doruri (priboiae), micrometrul (0—10 mm) și pensula — necesară pentru curățirea pieselor.

Pentru lucrările de tîmplărie sunt necesare, în plus, următoarele scule : rîndele de diferite tipuri, dălti de tîmplărie, un ferăstrău „coadă de vulpe“ și un metru de tîmplărie sau o ruletă cu panglică metalică.

Toate aceste unelte se păstrează într-un dulap separat sau într-un rastel agățat pe peretele încăperii în care este instalat laboratorul.

Intr-un alt dulap se păstrează materialele necesare pentru construcții. O enumerare completă a acestora este destul de dificilă ; de aceea ne vom rezuma la a indica numai pe cele mai importante și anume : conductoarele de conexiuni (1—1,5 și 2 mm), conductoarele pentru bobinaje (diferite tipuri și secțiuni), tuburile izolatoare (warnisch), cleiul pe bază de nitroceluloză, aliaje de cositor pentru lipit, colofoniu sau pasta decapantă, hîrtia, cartonul (preșpan), placajul, haresul, tablă de aluminiu (de diferite grosimi), șuruburile pentru lemn, șuruburile cu piulițe, cosele (oezele), niturile și, desigur, piesele detasate specifice, care urinează să intre în compunerea viitoarelor radioconstrucții. Un laborator complet și rațional amenajat arată ca în figura 297.

În afara sculelor necesare pentru executarea operațiilor mecanice menționate mai sus și a materialelor specifice, din zestrea unui laborator (oricât de modest !) nu trebuie să lipsească o serie de apărate de măsură și control. Dintre acestea cel mai necesar este *avometrul* sau *multimetru*. Un aparat cu o rezistență interioară de 5 000...10 000 Ω/V este amplu suficient pentru nevoile imediate. Ulterior el poate fi completat cu un voltmetru electronic, construit în regim propriu.

Al doilea aparat, în ordinea importanței, este aşa-numitul *generator de semnal* sau *heterodina modulată*, care ne este altceva decît un osci-

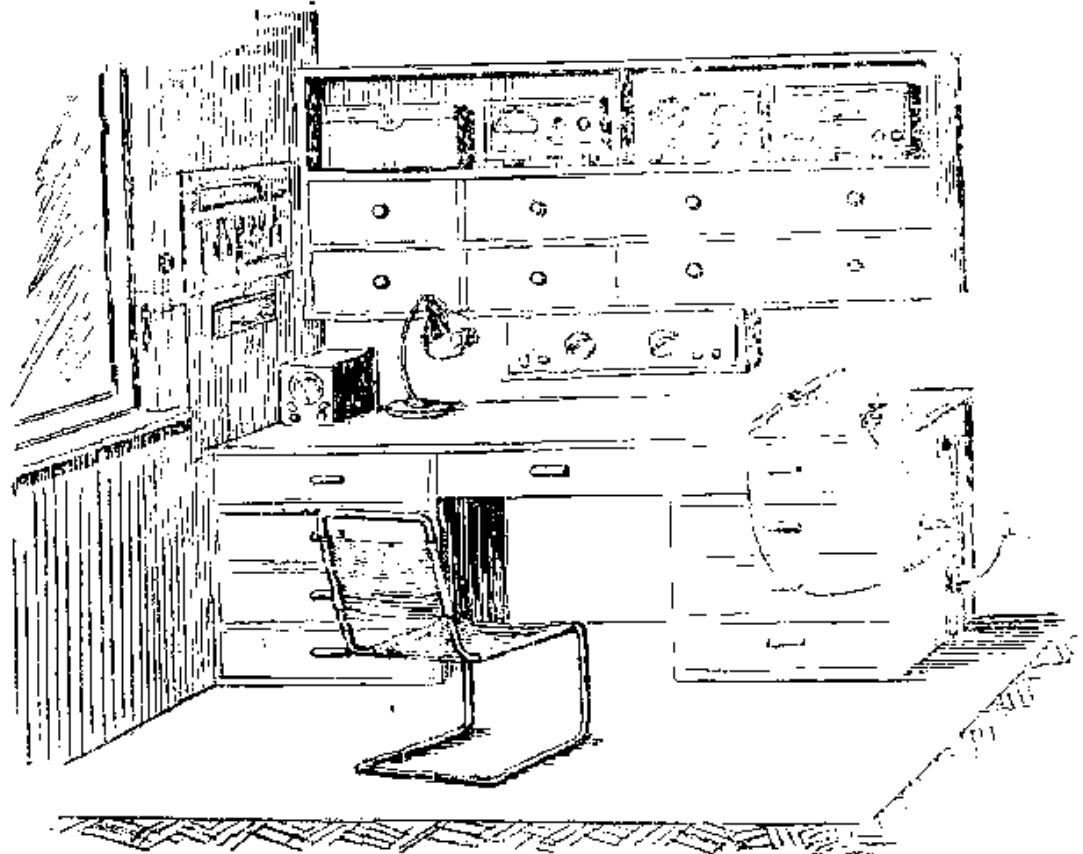


Fig. 297.

lator de radiofrecvență, capabil de a genera semnale stabile pe toate gamele utilizate în radioreceptoare (lungi, medii, scurte), inclusiv pe frecvențele de acord ale transformatoarelor de frecvență intermediară. Pentru a fi utilizat și în receptoarele care nu dispun de un al doilea oscilator local (beat oscilator) pentru formarea „bătăilor”, semnalele de radiofrecvență generate sunt modulate cu o frecvență audio de 600 Hz (nota La).

În afara avometrului și heterodinei, în limita posibilităților... economice, dotarea laboratorului poate și completată cu un grid-dipp-metru, un catometru pentru verificarea tuburilor electronice și — ceea ce ar fi ideal! — cu un *osciloscop catodic* oricăr de simplu.

2. Antena și priza de pămînt

Pentru un laborator în care urmează să se experimenteze la început receptoare cu cristal sau cu un singur tub, iar mai târziu construcții mai complicate, care vor culmina poate cu superheterodine, trebuie să se aleagă o antenă „bună la toate”. De aceea, ea nu va fi în nici un caz mai scurtă de 25 m.

O foarte mare importanță în execuția unei antene o are locul unde urmează să fie montată. Întotdeauna se va căuta ca ea să fie cît mai de-gajată ; să nu fie în apropierea maselor metalice și a altor corpură, deoarece ele absorb o bună parte din energia undelor radio, deci reduc cîmpul. De aceea, orice antenă trebuie scoasă din *umbra electrică* a acestora. Figurile 298 *a* și *b* sint edificate.

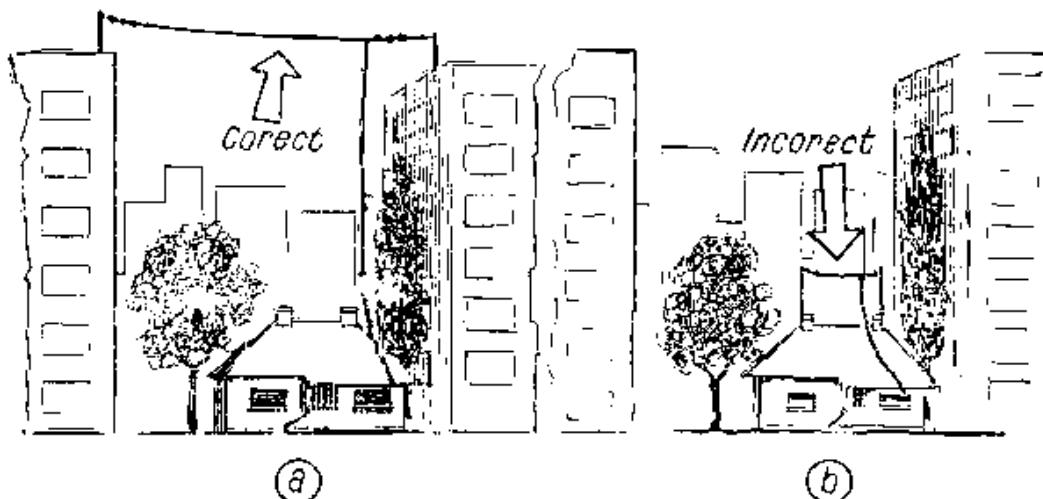


Fig. 298.

Locurile de fixare a capetelor părții orizontale trebuie astfel alese sănătă între ele să existe — și aceasta este idealul — un spațiu liber, ca antena să treacă numai deasupra suprafețelor neclădite.

Suspendarea antenelor deasupra sau paralel cu firele rețelelor electrice de forță, de iluminat sau firele telegrafice ori telefonice nu este corectă. Partea orizontală a antenei trebuie aşezată, pe cît posibil, perpendicular pe acestea și cît mai departe de ele, ca să se reducă la minimum influența cîmpurilor electrice parazitare.

Pilonii care susțin antena se instalează, la orașe, de cele mai multe ori chiar pe acoperișul clădirii unde se află radioreceptorul sau pe acela al unei clădiri vecine, mai bine amplasate. La țară condițiile de instalare diferă. În majoritatea cazurilor se preferă instalarea unui pilon înalt pe pămînt și a altuia mai mic pe acoperișul casei.

Pentru construirea antenei trebuie să dispunem, în primul rînd, de materialele necesare : conductoare (pentru partea orizontală și pentru coborîre) și izolatoare de antenă.

Conductorul ideal pentru partea orizontală a antenei este *liță de bronz fosforos*, adică un cablu completit din mai multe toroane care, la rîndul lor, se compun din mai multe fire subțiri. În lipsa liței se poate utiliza orice alt conductor de cupru (liță sau masiv) cu o secțiune suficientă pentru a nu se rupe sub acțiunea vîntului, a chiciurii (în timpul

termii) și, desigur, a greutății proprii. Pentru conductorul masiv, un diametru de 1,5—2 mm este acoperitor în majoritatea cazurilor. În lipsa sîrmiei de cupru se poate folosi chiar și sîrma de fier galvanizată, de 2—3 mm diametru.

Cablul de coborîre (fiderul), care se vinde în mod obișnuit la magazine chiar sub această denumire, este un conductor de cupru de tipul „liță“, izolat cu un strat de cauciuc sau P.C.V. Conectarea sa la partea orizontală a antenei se face numai prin lipire cu cositor. De asemenea, este indicat să se întărească conexiunea prin matisarea sa cu o altă bucată de sîrmă, ca să se evite ruperea ei datorită oscilațiilor provocate de vînt.

Fîrul orizontal al antenei se suspendă de piloni sau de alte puncte de sprijin prin intermediul unor izolatoare de porțelan. Pentru o antenă în „L“ sau „T“ sunt necesare 2—3 izolatoare legate în lanț și dispuse la fiecare capăt al conductorului.

Odată ridicată antena, nu mai rămîne altceva de făcut decît să se introducă în casă cablul de coborîre; cu alte cuvinte, să se execute *raccordul de antenă*. Această operație nu se poate face însă oricum. Și atunci trebuie luate o serie de măsuri pentru a reduce la minimum pierderile de energie, măsuri care constau dintr-o izolare perfectă a cablului de coborîre. Pentru a realiza acest deziderat avem nevoie de o serie de materiale, care sunt funcție de natura racordului. Astfel, dacă vom trece cablul printr-un orificiu făcut în perete sau în cerceveaua ferestrei, va fi nevoie de o bucasă și un tub în formă de pipă (fig. 299) confectionate dintr-un material izolant parecare, iar atunci cînd îl vom trece printr-o cercevea dublă, va fi nevoie de două bucase și un tub.

Oricare ar fi sistemul de trelere, esențialul este să se asigure izolare perfectă a coborîrii. În unele cazuri, datorită poziției antenei, cablul trebuie să se sprijine de marginea acoperișului, ce este absolut neindicat. În astfel de situație el va fi îndepărtat de aceasta cu ajutorul așpicilor, care are fixată la pătră o rolă de porțelan (fig. 300).

Pentru a completa instalația de antenă nu ne-au mai rămas de făcut să se monteze comutatorul de antenă și să se execute priza de vînt.

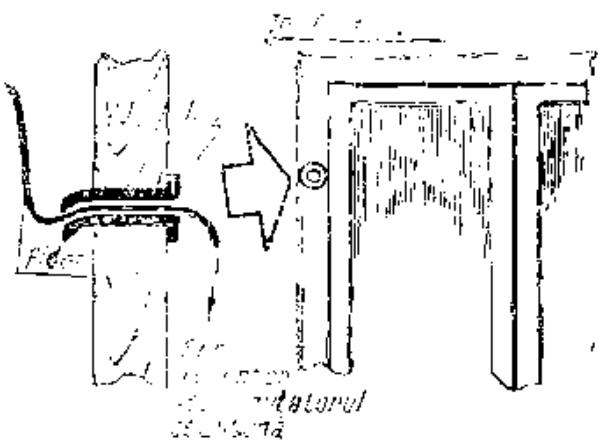


Fig. 299.

Comutatorul de antenă sau „comutatorul de furtuna” este o piesă care servește la punerea antenei la pămînt atunci cînd receptorul este scos din funcțiune. De asemenea, el mai are rolul de a dirija la masă sarcinile electrice culese de antenă din atmosferă în timpul furtunilor.

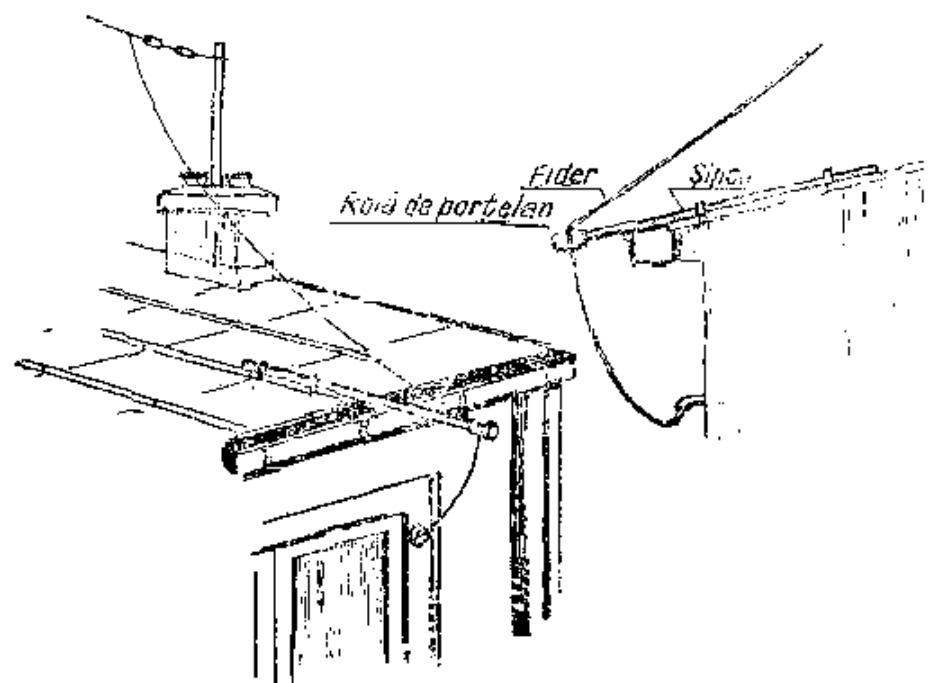


Fig. 300

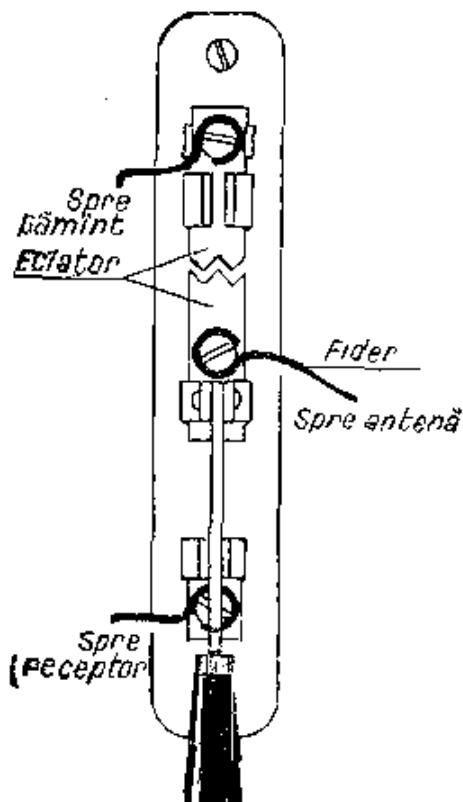


Fig. 301.

Comutatorul de antenă (fig. 301) se compune dintr-un suport izolant pe care este fixată la mijloc o lamă metalică rabatabilă, cu mîner izolant. Lama se poate introduce, prin rotire, într-unul sau altul din cele două contacte aflate la extremitățile suportului. Sub unul dintre ele, precum și sub clema ce susține lama rabatabilă se află cîte un pieptene metallic, care formează *eclatorul*. Comutatorul se fixează cu șuruburi în imediata apropiere a racordului antenei (locul de introducere al cablului de coborîre în casă). Conexiunile se execută aşa cum se arată în figura 301.

Folosirea comutatorului este foarte simplă și se reduce la trecerea lamei rabatabile în poziția „spre pămînt” ori de cîte ori nu se utilizează radioreceptorul sau se anunță vreo furtună însotită de descărcări electrice.

O priză bună de pămînt se poate executa îngropând la o adâncime de cel puțin 1,50 m o bucată de tablă de cupru, aluminiu sau zinc, de aproximativ 50×100 cm, sau o fișie din același material, cu dimensiunile 200×25 cm (fig. 302).

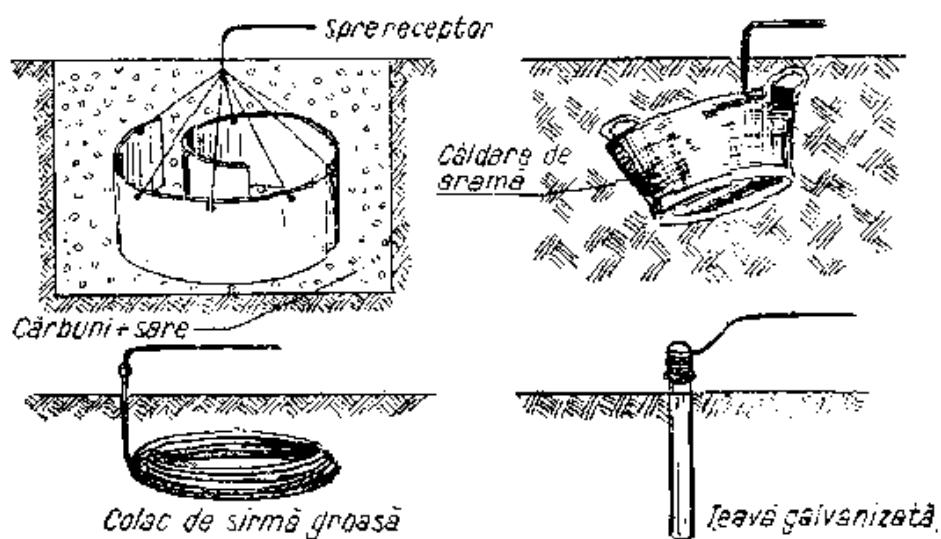


Fig. 302.

Pentru a mări conductibilitatea electrică a pămîntului în care se face priza, este bine să se îngroape materialul metalic chiar sub burlanul de urgere a apei de ploaie, între două straturi de cărbuni umeiți, peste care s-a presărat sare.

Conductorul de legătură între radiorezistor și pămînt trebuie sudat cu cositor, în mai multe puncte, la placa metalică îngropată. Astuparea gropii trebuie făcută cu grijă, pentru a împiedica ruperea lui. Conductorul se aduce la „comutatorul de furtună” pe drumul cel mai scurt, fixându-se pe parcurs cu scoabe normale de tip U.

În mediul urban este de multe ori imposibil să se execute prize de pămînt după indicațiile de mai sus (gîndiți-vă la cei ce locuiesc în blocuri). În asemenea situații, rețeaua de apă curentă sau de calorifer poate înlocui cu succes prizele clasice.

O mare importanță pentru reușita acestei prize de pămînt improvizată o are modul în care se leagă conductorul, care vine de la radiorezistor sau de la comutatorul de antenă, la țeava respectivă. Soluția cea mai bună este sudarea cu cositor. Adeseori însă lipirea nu se poate face din diferite motive. În astfel de cazuri se recomandă utilizarea unor coliere speciale (fig. 303), care permit efectuarea, prin strîngere, a unei prize temporare satisfăcătoare.

Mai pot fi utilizate, de asemenea, ca prize de pămînt — mediocre — orice alte mase metalice ca : scheletele metalice ale balcoanelor, burlanile de scurgere a apei de ploaie, somierele paturilor etc.

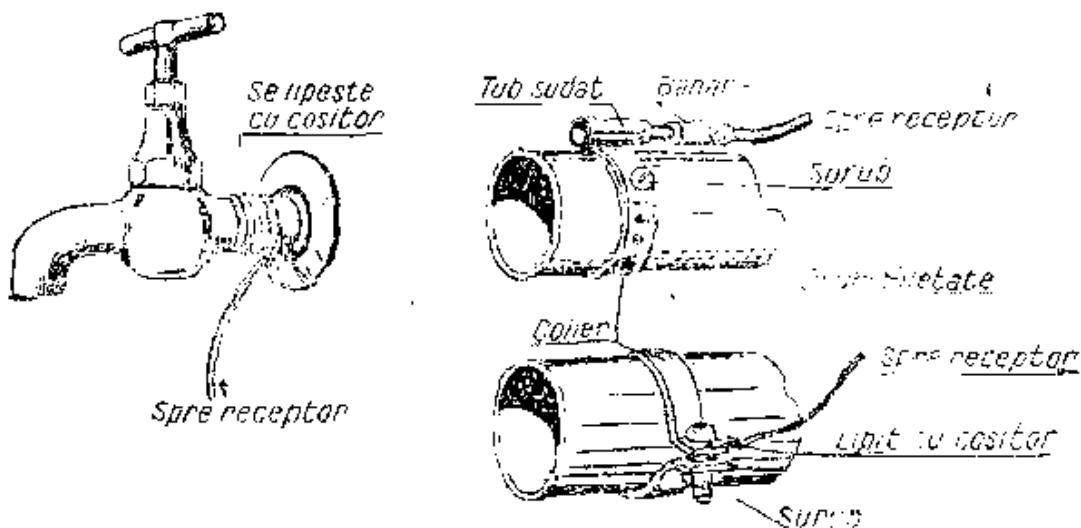


Fig. 303.

3. Confecționarea șasiurilor

Pentru asamblarea diferitelor piese componente ale unui aparat electronic, indiferent de natura sa, este necesar să existe un suport fizic care, în cazul radioreceptorului sau amplificatoarelor, este materializat prin aşa-numitul șasiu. Un astfel de șasiu poate fi executat din lemn sau — mai bine — din tablă de aluminiu, zinc ori fier. Materialul ideal este însă tabla de aluminiu „jumătate tare“, de 1—2 mm grosime.

Confecționarea oricărui șasiu începe cu stabilirea dimensiunilor sale. Această operație este posibilă numai dacă s-au procurat principalele piese ale viitorului aparat care, prin volumul sau greutatea lor, trebuie să fie neapărat prinse de șasiu prin șuruburi sau nituri. În ordinea mărimii, aceste piese sunt : transformatorul de rețea (dacă redresorul se asamblează pe același șasiu cu radioreceptorul ori amplificatorul de audiofrecvență), eventualele transformatoare de cuplaj și de ieșire, condensatoarele variabile, transformatoarele de frecvență intermediară, bobinele de acord, condensatoarele electrolitice pentru filtraj și, bineînțeles, soclurile tuburilor electronice.

Aceste piese nu pot fi însă așezate oricum. Există o serie de reguli care trebuie neapărat respectate ; ele vor fi menționate mai jos.

Montarea unui radioreceptor sau amplificator începe cu așezarea transformatorului de rețea. Această piesă se fixează întotdeauna la periferia șasiului, într-unul din colțurile sale opuse panoului frontal. Întrucât am-

plasarea definitivă a pieselor importante poate suferi unele modificări în cursul asamblării, este foarte indicat ca ele să fie așezate mai întâi pe o coală de hîrtie de desen, de format dreptunghiular. Odată stabilit locul transformatorului de rețea, trebuie definitivată poziția bobinei de soc folosită pentru filtraj și a eventualelor transformatoare de cuplaj sau ieșire. Un principiu elementar cere ca acestea să fie montate cât mai departe de transformatorul de rețea și cu axele perpendiculare pe axa acestuia din urmă, spre a scăpa de influența nefastă a cîmpului său perturbator. Mai mult chiar, din același motiv bobinele de soc și transformatoarele de audiofrecvență se introduc uneori în blindaje metalice.

O bună metodă pentru a determina poziția definitivă a acestor piese constă în a alimenta, provizoriu, transformatorul de rețea și în a conecta, la bornele bobinelor de soc sau transformatoarelor de cuplaj ori ieșire, o cască de radio sensibilă. Plimbînd apoi piesa respectivă pe coala de hîrtie în jurul transformatorului se poate găsi o poziție în care cîmpul electromagnetic alternativ, cu frecvența rețelei (50 Hz), induș în bobină său în transformator de către transformatorul de rețea și recepțional și cască devine imperceptibil.

În continuare, urmează să se așeze celelalte piese, înînd seama de rezistența transformatorului de rețea. Astfel, condensatoarele electroliitice trebuie montate departe de aceasta, întrucât se pot deteriora din cauza încălzirii. La fel se procedează cu socul primului tub amplificator de radiofrecvență și cu toate bobinele de radiofrecvență (inclusiv transformatoarele de frecvență intermediară); în caz contrar, în difuzor va fi un brum, un zgomot de fond supărător.

În ceea ce privește restul pieselor, și ele trebuie așezate rațional. Astfel, condensatorul variabil de acord se plasează în colțul opus (opposite) transformatorului de rețea. După aceasta se aşază socurile socilor, bobinele și eventualele transformatoare de frecvență intermedie, avînd grijă să se lase spațiu suficient pentru conexiuni și restul pieselor mărunte (rezistențe, condensatoare).

Înălțată stabilite pozițiile tuturor reperelor importante, se conturează cu creion perimetru litoral și locul găurilor de fixare. Se lasă apoi de o parte și de alta a coalei de hîrtie — în față și în spatele șasiului — cîte o lățime dreptunghiulară, lată de 5...7 cm și lungă cât șasiul. În acest fel se determină exact suprafața de tablă necesară pentru șasiu.

În continuare se transpune coala de hîrtie peste bucata de tablă și se tragează pe aceasta poziția pieselor. Cu ajutorul unui foarfecător de tablă se stabilește la dimensiunea rezultată.

Înălțată apoi găurirea șasiului. În legătură cu aceasta, trebuie spus că este o problemă delicată o constituie executarea găurilor necesare

pentru socluri. Când este vorba de tablă de aluminiu moale, de 1...1,5 mm, ele se pot tăia comod cu traforajul. Dacă tabla este mai groasă sau de fier, operația devine dificilă. O metodă o constituie execuțarea unui *colier de găuri* pe circumferința necesară și ajustarea ulterioară cu pila.

La nevoie se mai poate utiliza și o daltă fină.

În sfîrșit, ultima operație este îndoirea șasiului în formă de „U“. Aceasta se face cu ajutorul unei menghine și al unei perechi de corniere ca în figura 304. Desigur că idealul ar fi ca tabla să se îndoiească cu o mașină specială (abcant), care poate fi găsită la oricare atelier de tinichigerie bine utilat.

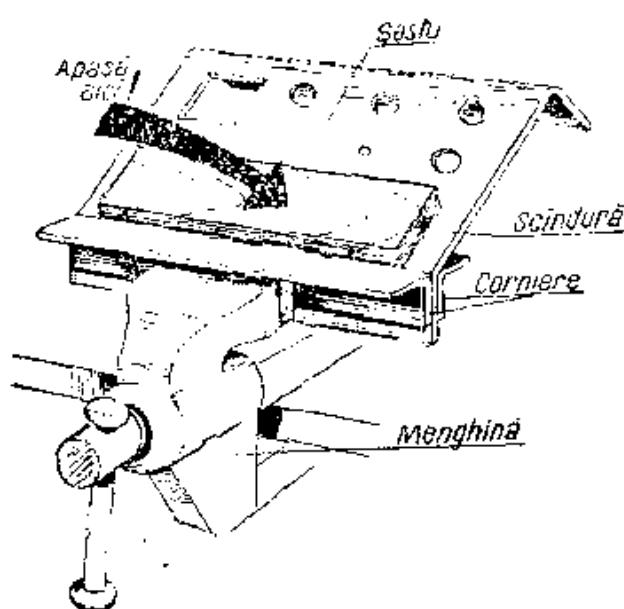


Fig. 304.

care nu trebuie să existe nici o diferență de potențial. De aceea, pentru a asigura un contact electric perfect și durabil, conexiunile se fac numai prin lipire cu aliaje de cositor, lucru pe care, desigur, l-ați putut constata la orice radioreceptor.

Importanța acestei operații nu trebuie subestimată. O lipitură prost făcută poate constitui adesea cauza unei penări, care va cere, poate, cîndva, ore întregi de căutare și multă transpirație. O conexiune făcută numai prin simplă răsucire se poate oricînd oxida, întrerupînd astfel contactul electric pe care ar trebui să-l asigure.

A lipi bine însă este o artă, care nu se dobîndește dintr-o dată, ci numai după o perioadă oarecare de practică. Să vedem acum ce utilaj trebuie să aveți pentru a executa conexiuni în condiții optime.

Unealta „numărul 1“ destinată acestui scop este ciocanul sau fierul de lipit. Acesta poate fi întîlnit în atelierul amatorului în două variante, după natura încălzirii : *electrică și cu jar* (de tinichigerie).

Dintre ele, cele mai bune sunt primele. De aceea, sfătuim pe toți tinerii noștri cititori, care dispun de rețea electrică de iluminat, să facă un sacrificiu pentru a intra în posesia unei asemenea unelte. Pentru radioamator, cel mai indicat este un ciocan electric care consumă de la rețea 50—100 W.

4. Execuțarea conexiunilor

Rostul conexiunilor din oricare montaj electronic este de a uni între ele două puncte între

Ciocanele electrice pot fi și ele de mai multe tipuri: cu rezistență electrică, cu transformator (cu spiră în scurtcircuit), cu cărbuni etc. Cele mai răspândite la noi în țară sunt ciocanele cu rezistență (fig. 305).

Un ciocan electric de acest tip se compune dintr-un element încălzitor, un vîrf de lipit, o carcăsă de protecție, un mîner de lemn, un cordon de alimentare și un ștecher pentru introdus în priză.

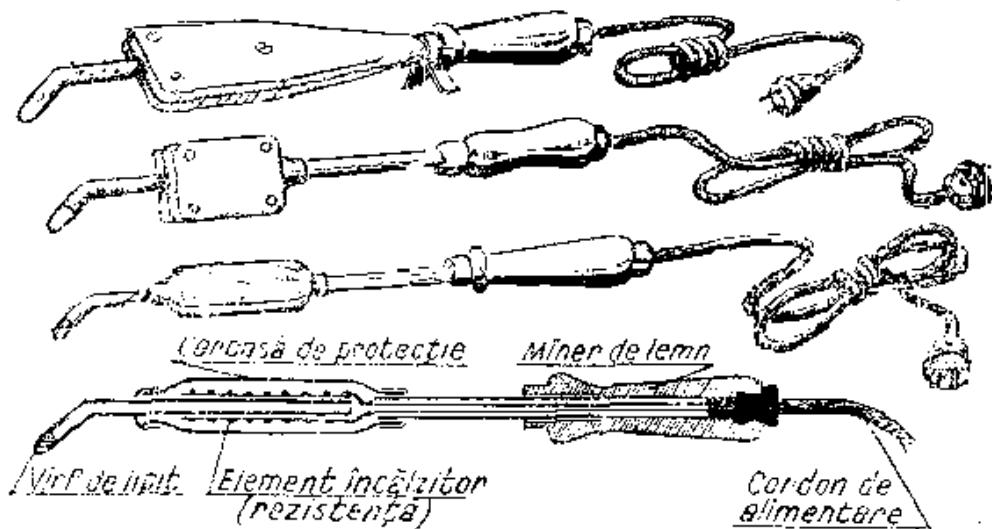


Fig. 305.

Elementul încălzitor este constituit dintr-o rezistență electrică din f.i. de nichelină, nierom, constantan sau alt aliaj cu mare rezistivitate, înfășurată în spire distanțate pe benzi de mică, sau spirală și aşezată în șanțurile unui suport (carcasă) ceramic, de formă plată ori cilindrică. Rezistența este dimensionată numai pentru o anumită tensiune a rețelei (de exemplu 120 V ori 220 V).

Vîrful de lipit este confectionat dintr-o vergea cilindrică sau plată de cupru electrolitic. El poate fi drept sau îndoit. La majoritatea ciocanelor industriale vîrfurile de lipit sunt amovibile (schimbătoare).

Ciocanele de lipit cu jar sunt alcătuite dintr-o bucătă paralelipipedică de cupru cu vîrful ascuțit, fixată în capătul unei vergele metalice, prezintă la celălalt capăt cu un mîner din lemn. Încălzirea ciocanului se face într-o flacără de aragaz, ori în jar, în care caz vîrful să nu trebuiască de murdărie. Ciocanul este bine încălzit în clipa când culcarea cu el devine vișinie închisă. Trebuie să arătăm că ciocanul încălzit nu topește bine aliajul de lipit. Încins prea tare se oxidează și nu poate fi utilizat, deoarece oxidul împiedică cositorul să adere la vîrful său.

Pentru lipit se folosesc aliaje de tip *binar*, compuse din doi constituenți: cositor și plumb. Cositorul pur ar fi foarte bun pentru lipit, însă,

din păcate, este prea scump și are un punct de fusiuare relativ ridicat. Din această cauză el trebuie aliat cu plumbul, în proporție de 40—50%.

Pentru a se manipula mai ușor în timpul operației de lipire, aliajele se toarnă în bare sau vergele subțiri, ori sub formă de sîrmă de 2—4 mm diametru, cu miez decapant (cînd poartă numele de *fludor*) ; sub ultima formă este folosit în special pentru lipituri în radiotehnică.

Pentru ca lipiturile să fie executate în bune condiții, suprafața pieselor sau conductoarelor de lipit trebuie curățată în prealabil de orice urmă de oxizi, și aceasta cu atât mai mult cu cît însăși încălzirea cu fierul contribuie la oxidare. Operația de îndepărțare a oxizilor se numește *decapare*.

În lucrările curente de tinichigerie decaparea se face ungind suprafețele de lipit cu o soluție de clorură de zinc (zinc dizolvat în acid clohidric). Pentru conexiunile radio acest decapant este nerecomandabil, deoarece acidul corodează cu timpul lipitura și contactul electric se desface. În plus, la lipire se pot degaja vapori, care atacă piesele vecine, oxidîndu-le puternic (în special aluminiul).

Pentru montajele radio (deci pentru lipirea sîrmelor de cupru) se folosesc decapanți volatili. Dintre aceștia, cel mai utilizat este colofoniu sau sacizul. El poate fi întrebuiștat atât în stare solidă, cît și dizolvat în soluții sau sub formă de paste decapante.

O soluție decapantă poate fi obținută dizolvînd praf de colofoniu în spirt. Ea se păstrează într-o sticlă astupată cu dop de cauciuc, din care soluția se scoate, la nevoie, cu o pensulă și se aplică pe suprafețele de decapat.

Pastele decapante se obțin amestecînd praf de colofoniu cu o vaselină minerală oarecare. În prealabil este bine ca praful să fie dizolvat în benzina și apoi amestecat cu vaselină.

Pentru ca să se obțină o lipitură bună este necesară curățarea suprafeței conductoarelor sau a pieselor ce urmează a fi lipite. Aliajul de lipit nu aderă, după cum am mai spus, pe suprafețe murdare ori oxivate.

Suprafețele metalice de lipit se curăță pînă la strălucire cu o lamă și apoi se cositoresc, adică se acoperă cu o pojghiță subțire de aliaj de lipit. Metodele de cositorire sunt diferite și depind de forma și dimensiunile pieselor.

De cele mai multe ori radioamatorul trebuie să lîpească conductoare (sîrme), întrucît majoritatea pieselor de radio au borne filiforme (de exemplu : rezistențele, condensatoarele, bobinele etc.).

Pentru a cositori un conductor liber, el trebuie pus pe o bucată de colofoniu și frecat cu vîrful ciocanului de lipit, care poartă pe el o cantitate suficientă de aliaj de lipit în stare fluidă. Ca să se mențină aliajul pe vîrful de lipit, ciocanul trebuie decapat și cositorit și el în prealabil,

curățindu-l cu o pilă, frecindu-l pe o bucată de colofoniu și punindu-l repede în contact cu vergeaua de aliaj. În timpul lucrului trebuie să se evite supraîncălzirea ciocanului, deoarece spiala de pe vîrful său se oxidează și nu mai poate menține aliajul.

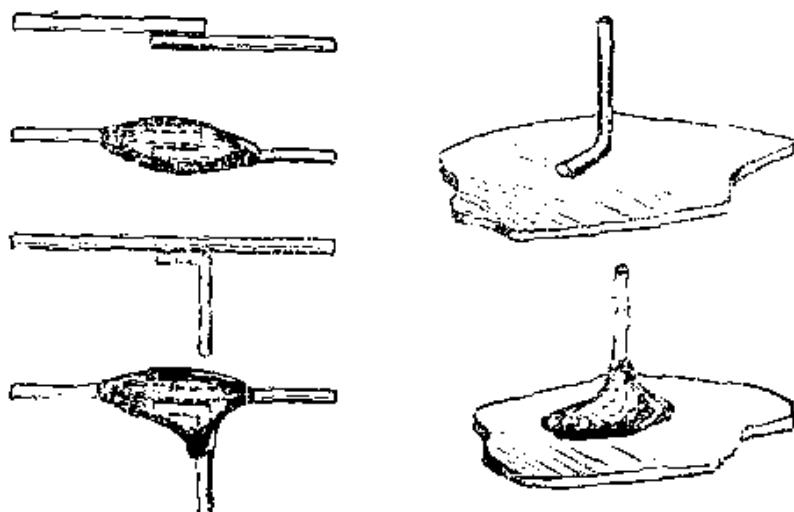


Fig. 306.

Cositorirea conductorului se poate efectua însă și în altfel. După ce luat pe vîrful ciocanului o picătură de aliaj, se introduce în colofoniu se aduce rapid în contact cu suprafețele de lipit (pentru a nu se arde colofoniu).

Când se lipesc piesele montate, decaparea și cositorirea lor se execută îngindu-le cu o boabă de colofoniu, ținută într-o pensetă, în prezența ciocanului de lipit, sau ungindu-le cu puțină pastă decapană. Lipirea suprafețelor cositorite nu prezintă nici o dificultate. Ele sunt fixate mai bine mecanic și apoi atinse cu ciocanul de lipit încălzit, prevăzut în vîrf cu o picătură de aliaj. O lipitură este perfectă cînd aliajul, bine topit, aderă perfect la suprafețele de lipit și se află în suficientă cantitate pentru a asigura rezistență mecanică a îmbinării. În figura 306 se arată forme frecvente de îmbinare a două conductoare, executate corect.

Când capătul unui conductor se lipște la o piesă plată (la una din cele soclului unui tub, de pildă), el trebuie introdus în orificiul acestuia (fig. 307 a) sau îndoit (fig. 307 b). De multe ori, în montajele pe care le execută va fi nevoie să lipiți la un conductor oarecare bornele filiale ale unor piese. Această operație se execută corect numai ca în figura 308 b. Lipirea pieselor după procedeul din figura 308 a este greșită, și în primul rînd greu de realizat, deoarece cele trei piese pot fi ținute numai cu dificultate la un loc, și în al doilea rînd, nepractică, întrucît dezlipirea unei piese se pot desprinde și celelalte două.

În timpul lucrului vîrstul de lipit al ciocanului „se arde” căpătind o formă neregulată, care nu mai permite decaparea și lucrul în bune condiții. El poate fi însă recondiționat dându-i-se, cu ajutorul unei pile, forma inițială.

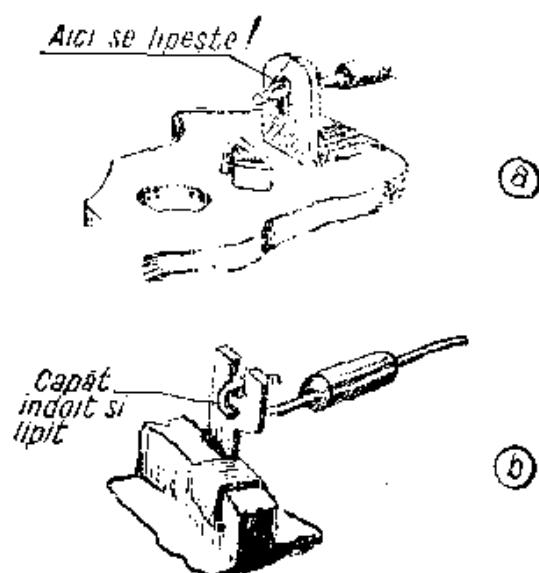


Fig. 307.

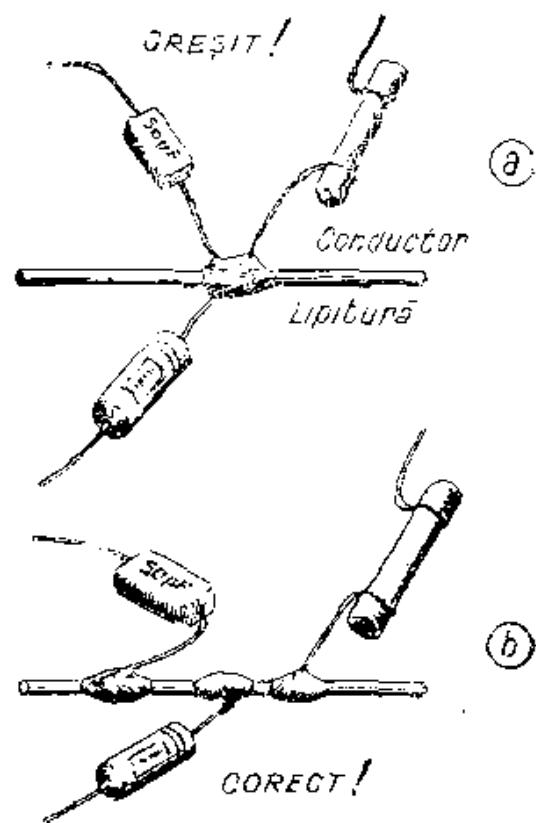


Fig. 308.

5. Verificarea radioreceptoarelor și amplificatoarelor

După ce radioreceptorul sau amplificatorul a fost construit, se efectuează verificarea lui exterioară, adică se examinează cu grijă toate contactele și lipiturile. În cazul unei asemenea verificări, se poate descoperi un contact accidental, în special la soclurile tuburilor, o întrerupere a conductoarelor, spargerea sau deteriorarea diferitelor rezistențe și condensatoare etc. Apoi, este necesar să se verifice îngrijit toate conexiunile după schema de principiu. Pentru aceasta, trebuie să se controleze cu grijă toate conductoarele, să se urmărească unde merg și ce piese leagă. Numai după toate aceste verificări, aparatul poate fi alimentat.

Ade seamă, aparatul nu funcționează deoarece s-a defectat un tub electronic. Pentru a verifica starea de funcționare a tubului, acesta este

incercat la un alt aparat în funcțiune (de exemplu — un radioreceptor de fabrică), sau la un *catometru* (aparăt special pentru sucurarea tuburilor electronice).

Verificarea tuburilor electronice, în ce privește integritatea filamentului și scurtcircuitelor între electrozi, poate fi efectuată cu ajutorul

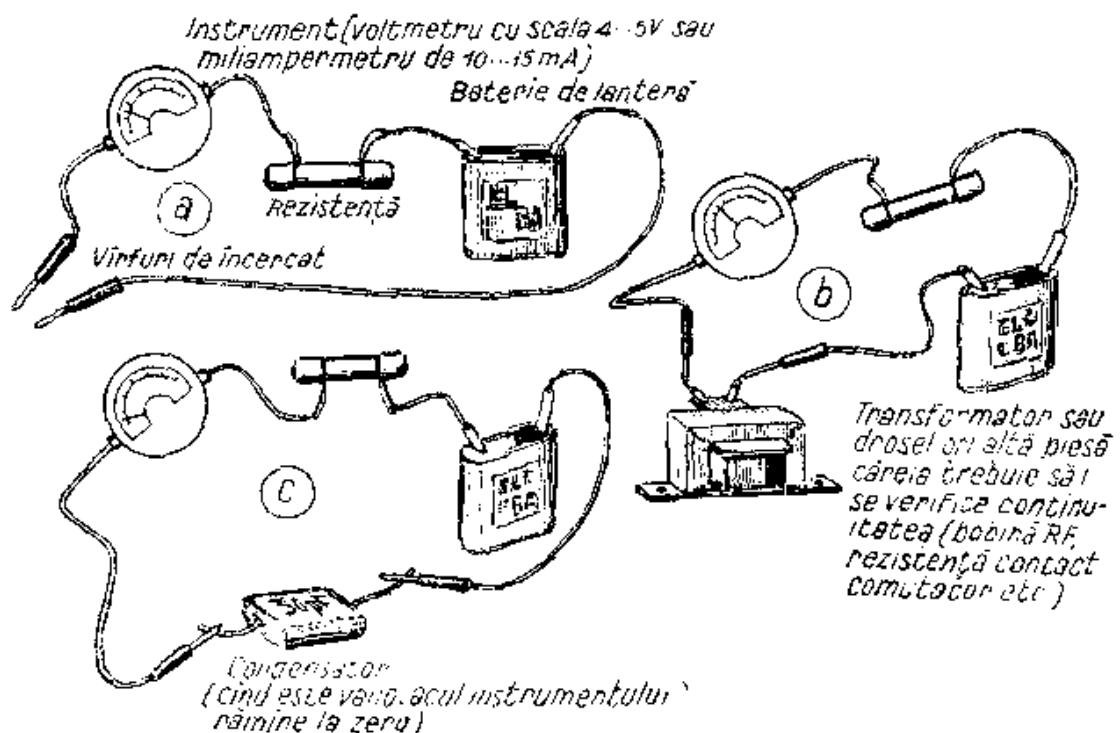


Fig. 309.

unui ohmetru sau al unui dispozitiv de încercat cu cască radio și cu aparat de măsurat.

În figura 309 se arată metoda de verificare a pieselor cu ajutorul unui aparat cu ac indicator (miliamperméttru ori voltmetru).

Verificarea regimului de funcționare a tuburilor electronice. Să presupunem că pentru verificarea regimului de funcționare a tuburilor electronice se folosește un voltmetru. În figura 310 se arată cum trebuie să se procedeze.

Dacă aparatul de măsurat, folosit drept voltmetru, are sensibilitate mare, tensiunea poate fi măsurată cu multă precizie.

Pentru măsurarea regimurilor tuburilor, se conectează aparatul la elă, se branșează la voltmetru două sîrme cu „vîrfuri de încercare” și acestea se aplică pe rînd, la electrozii tuburilor, aşa cum se arată în figură.

Dacă tensiunile de la electrozii tuburilor differă mult de cele indicate în descrierea regimului, este necesar să se schimbe valoarea unor rezistențe, adică, cum se spune să se aleagă regimul de funcționare al tuburilor.

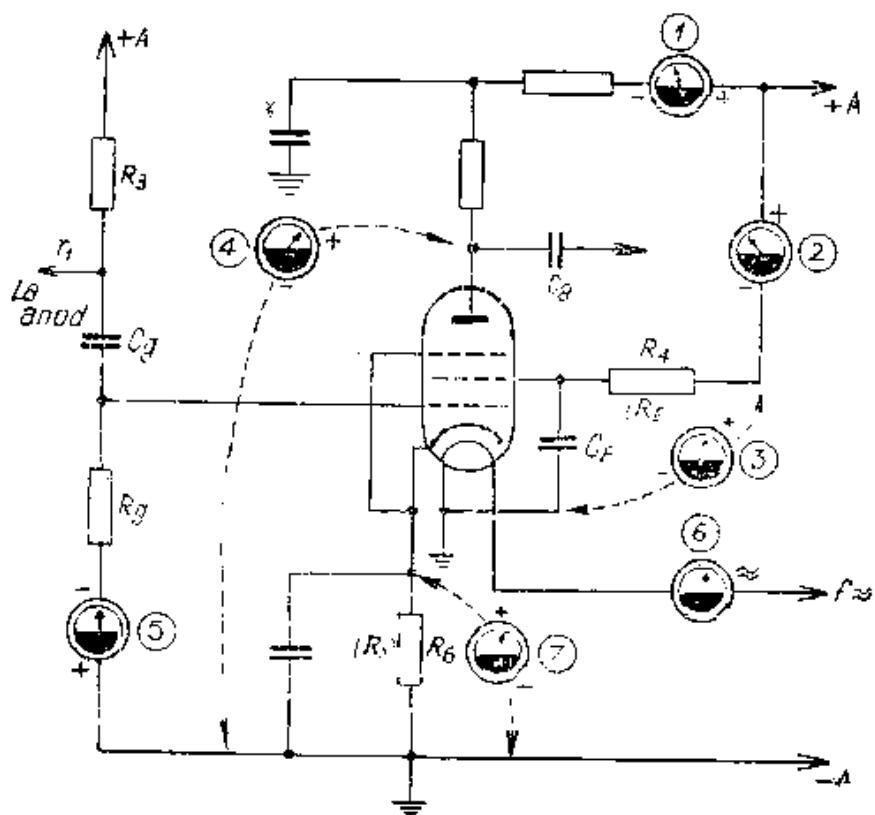


Fig. 310.

Un regim de funcționare necorespunzător al tuburilor constituie cauza principală a distorsiunilor și a intensității sonore insuficiente, în timpul funcționării, a radioceptoarelor și amplificatoarelor. Pentru funcționarea normală a fiecărui tub este necesar ca tensiunile de la electrozii lui să aibă o valoare strict determinată, necesară pentru tubul considerat.

Să studiem două exemple de modul cum se poate alege regimul funcționării tuburilor într-un receptor O-V-1.

Cum se verifică regimul tuburilor. Aparatele de măsurat trebuie conectate aşa cum se arată în figura 310, adică :

1 — un miliampermetru cu scara pînă la 100 mA, pentru măsurarea curentului anodic ;

2 — un miliampermetru cu scara pînă la 50 mA, pentru măsurarea curentului de ecran ;

3 — un voltmetru cu scara pînă la 250 V, pentru măsurarea tensiunii de ecran;

4 — un voltmetru cu scara pînă la 300 V, pentru măsurarea tensiunii anodice;

5 — microampermetru cu scara pînă la 100 μ A, pentru măsurarea curentului grilei de comandă;

6 — un ampermetru cu curent alternativ cu scara pînă la 1 A, pentru măsurarea curentului de filament;

7 — un voltmetru cu scara pînă la 30 V, pentru măsurarea negativării de grilă.

Verificarea regimului de funcționare a tuburilor trebuie începută cu măsurarea tensiunii anodice. La un receptor O-V-1, alimentat de la rețea, este de preferat ca valoarea tensiunii anodice să fie atâtă între limitele de 200—250 V. În cazul unei tensiuni anodice mai joase receptorul nu funcționează cu intensitate sonoră suficientă, iar în cazul unei tensiuni anodice prea mari, tubul final se va supraîncălzi și se va deteriora repede. Pentru măsurarea tensiunii anodice voltmetru se conectează direct între plusul și minusul sursei de alimentare anodică.

Etapa următoare a verificării regimului constă din măsurarea tensiunii de negativare, care se efectuează, numai pentru al doilea tub, primul neavînd negativare.

Negativarea tubului al doilea poate fi măsurată cu un voltmetru conectat în paralel cu rezistența de negativare R_s (fig. 310).

Potrivit avea încredere în indicațiile aparatului că măsurat, numai în cazul cînd suntem convinși că condensatorul de cuplaj C_g este de calitate bună. În caz contrar, la grila tubului (prin condensatorul C_g) poate sǎ jungs o tensiune pozitivă, care micșorează negativarea tubului sau o face pozitivă.

Condensatorul cu cuplaj trebuie să fie, în mod obligatoriu, de bună calitate. De calitatea bună a condensatorului de cuplaj ne putem convinge în modul următor. În paralel cu rezistența de negativare se conectează un aparat de măsurat și se urmăresc indicațiile acestuia. Apoi se întrerupe circuitul anodic al primului tub înainte de rezistența de sarcină R_3 , și se urmărește acul aparatului. Acul trebuie să se deplaseze și revină la diviziunea zero a scării. Dacă indicațiile aparatului variază mult, acest fapt va indica existența unei surgeri la condensatorul C_g ; în asemenea condensator trebuie înlocuit.

Pentru a schimba tensiunea de negativare, se schimbă valoarea rezistenței R_s . Odată cu creșterea rezistenței, negativarea tubului crește și.

În figură se arată cum trebuie conectat voltmetru pentru a măsura tensiunea anodică a tuburilor. În acest caz trebuie să se rețină că tensiunea măsurată la anodul tubului al doilea nu poate fi mai mică decît

tensiunea aplicată receptorului, cu mai mult de 20 V. În cazul cînd cădereea de tensiune din bobinajul primar al transformatorului de ieșire va fi mult mai mare, aceasta înseamnă că bobinajul a fost înfășurat cu sîrmă prea subțire și, din această cauză, are o rezistență foarte mare.

Este de preferat ca tensiunea anodică a primului tub să fie măsurată cu un voltmetru de mare rezistență (electronic), deoarece în circuitul anodic al acestuia se găsește o rezistență de valoare mare. Un aparat de măsurat obișnuit nu va da indicații corecte cu privire la tensiunea anodică a acestui tub. De aceea, în circuitul anodic al tubului trebuie să se introducă o rezistență verificată, de valoare cunoscută. Prin variația valorii rezistenței R_3 se poate alege tensiunea anodică necesară a tubului.

Tensiunile de ecran trebuie măsurate tot cu un voltmetru de mare rezistență. Tensiunea de ecran poate fi variată prin alegerea valorii rezistenței care se află în acest circuit. Mărand rezistența veți mășora în același timp tensiunea grilei ecran.

Pentru măsurarea regimului tuburilor în aparatele radiofonice este necesar să se folosească voltmetre de mare rezistență, cum sunt, de exemplu, *voltmetrele electronice*.

Un voltmetru electronic simplu poate fi construit cu un singur tub de tip 6Φ5 (6F5) sau 6Γ7C (6G7S) (fără a folosi diodele). Orice radioamatator poate construi acest aparat de măsurat.

În figura 311 a este reprezentată schema aparatului de măsurat. Principiul funcționării lui se bazează pe utilizarea curentilor de grilă. Dacă se variază tensiunea de la intrare, va varia și tensiunea anodică a tubului, inclusiv curentii de grilă. În cazul unei polarități negative la anod, creșterea tensiunii măsurate va provoca scăderea curentului de grilă.

Filamentul tubului se alimentează de la orice transformator coborîtor. În circuitul grilei de comandă, prin reostatul R_1 (bobinat), este conectat un aparat de măsură cu ac indicator, care poate fi chiar un voltmetru cu sensibilitate mică.

Rezistența acestui circuit, compus din resortul R_1 și aparatul de măsură trebuie să fie de 25Ω pentru tubul 6Φ5 (6F5).

Cu ajutorul reostatului R_1 acul aparatului se stabilește la zero convențional al scalei. Tensiunea măsurată este aplicată cu polul pozitiv la catod, iar cu cel negativ la anodul tubului (acest fapt este foarte important).

Pentru a mășora influența aparatului de radio asupra indicațiilor aparatului de măsură, se conectează rezistența R_2 și R_3 , cu valoarea de $1\dots 2\text{ M}\Omega$.

Limitele de măsurare ale unui asemenea aparat sunt de la zero pînă la 500 V. Construind aparatul pe un șasiu separat sau într-o cutie, se efectuează etalonarea lui cu ajutorul unui voltmetru de curenț continuu de precizie, sau cu ajutorul unei baterii a cărei tensiune este cunoscută.

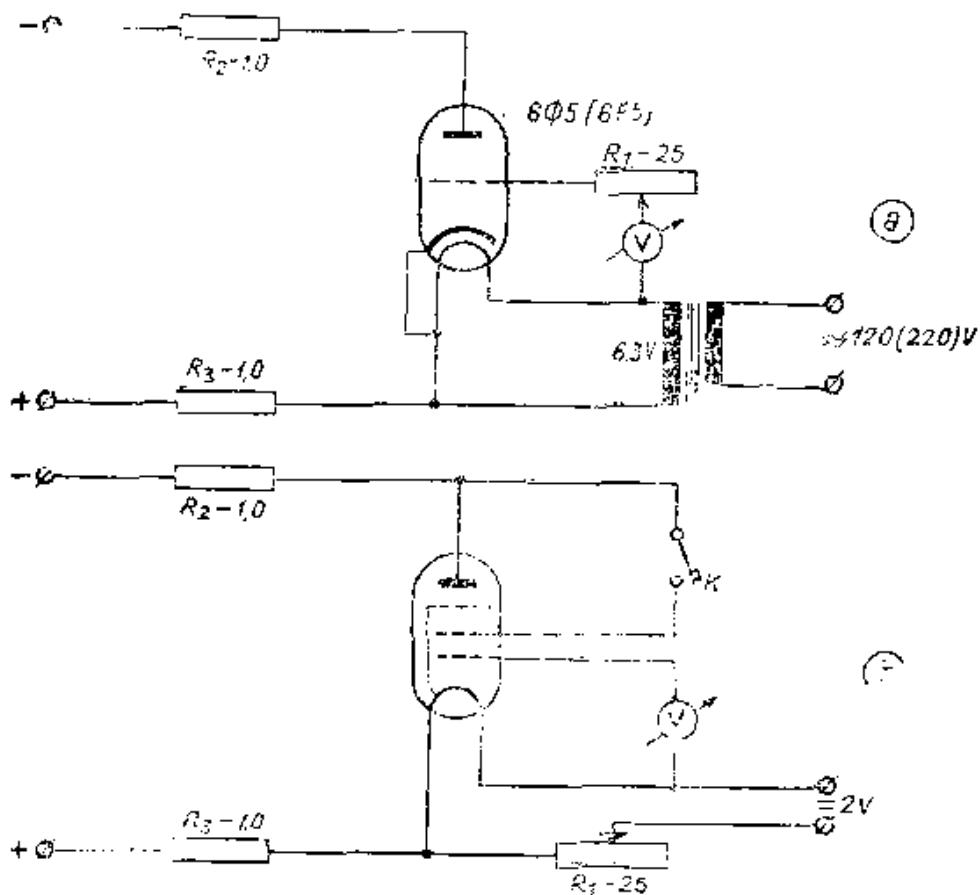


Fig. 311.

Voltmetru electronic poate fi construit și cu un tub alimentat la baterie.

În figura 311 b se dă schema unui voltmetru electronic cu tubul 2K2M. În acest circuit acul indicator al aparatului se stabilește la zeroul scalei ajutorul reostatului R_1 cu rezistență de 25Ω . Limitele de măsurare pentru un asemenea aparat*, în cazul cînd comutatorul este scurcircuitat, variază între 0 și 50 V, iar cînd comutatorul nu este scurcircuitat, la 0 pînă la 130 V.

* Aparatul de măsurat menționat poate fi construit și cu tuburi pentode 6K7 sau 6J7 (6J7). În acest caz se schimbă valoarea lui R_1 (pentru tubul 6K7 (6J7), $R_1 = 525\Omega$). Limitele de măsurare pot fi schimbate cu ajutorul comutatorului K.

Verificarea pe etaje a unui radioreceptor. Orice radioreceptor poate fi imaginat ca fiind format din mai multe etaje sau subansambluri. De exemplu, un receptor 1-V-1 alimentat de la rețea se compune din etajul amplificator de radiofrecvență, etajul detector, etajul amplificator de audiofrecvență și redresorul.

Dacă un asemenea receptor nu funcționează bine, chiar după ce conexiunile și tuburile au fost verificate și încercate, se trece la verificarea amănunțită a fiecărui subansamblu. În acest caz se recomandă respectarea unei anumite ordini.

Mai înainte de toate, se controlează redresorul, apoi amplificatorul de audiofrecvență, etajul detector și, în sfîrșit, amplificatorul de radiofrecvență.

Redresorul

Ce se verifică	Cum se verifică
1. Tensiunea de filament	Cu o lampă electrică de 6 V (pentru iluminatul scalei). Se verifică la toate tuburile, conectând vîrfurile la bornele de filament ale socurilor tuburilor (la majoritatea tuburilor, la piciorușele 2 și 7).
2. Tensiunea anodică	Cu un voltmetru la ieșirea redresorului, sau prin scînteie.
3. Integritatea condensatoarelor filtrului și a bobinei de soc a filtrului (sau a rezistenței filtrului).	Cu casca radio sau cu dispozitivul încător alcătuit conform schemel b (fig. 309)
4. Partea de rețea (transformatorul).	Temperatura transformatorului se controlează cu mîna. O încălzire puternică este posibilă din cauza unui scurtcircuit între spirele din transformator sau între conductoarele de conexiune.

Uneori redresorul dă un zgomot de fond puternic, provocat de curentul alternativ. Acest zgomot poate fi eliminat folosind o priză de pămînt bună, măringînd capacitatea condensatoarelor electrolitice ale filtrului, sau prin conectarea unor condensatoare cu mică sau tip „styroflex”, cu capacitatea de 5...10 000 pF, între anozii redresoarei și minusul general-

Amplificatorul de audiofrecvență

Ce se verifică	Cum se verifică
1. Tensiunea la bornele tuburilor	Cu un voltmetru sau o lampa electrică de 6 V
2. Integritatea transformatorului de ieșire și corectitudinea conectării lui	Cu dispozitivul încercător. Bobinajul secundar are o rezistență mult mai mare. Se verifică conform schemei b (fig. 312)
3. Integritatea rezistenței de grilă	Cu dispozitivul încercător sau cu un ohmetru
4. Funcționarea în ansamblu a amplificatorului	Dacă se apropie un deget de grila de comandă a tubului, în difuzor se aude un bîzit. La grila și la catodul tuburilor din al doilea și primul etaj se conectează un picup și se ascultă un disc. Dacă nu există picupul, conectați o cască radio, folosind-o drept microfon. Amplificatorul poate fi încercat și conectând la el rețeaua de radioficare.

La amplificatoarele de audiofrecvență trebuie acordată multă atenție tutăii condensatoarelor de cuplaj.

Uneori, condensatoarele de acest fel au scurgeri mari și deranjează funcționarea normală a tubului amplificator. În cazul unei funcționări necorespunzătoare a amplificatorului, este bine ca aceste condensatoare fie verificate și cele defecte să fie înlocuite.

În plus, în etajul detector se verifică funcționarea circuitului de reacție. Trebuie să aibă loc o amorsare lină a oscilațiilor pe toate gamele. Dacă ea nu are loc, se schimbă între ele capetele bobinei de reacție sau mărește numărul de spire al acesteia. Funcționarea circuitului de reacție depinde de capacitatea condensatorului de blocare conectat între anodul tubului și masă.

La receptoarele cu amplificator de radiofrecvență apar adesea oscilații parazitare. Oscilațiile parazitare pot fi eliminate prin următoarele moduri:

Etajul detector

Ce se verifică	Cum se verifică
1. Tensiunea la bornele tubului	Cu un voltmetri sau o lampă electrică de 6 V
2. Funcționarea circuitului oscilant și a gamelor de unde	Cu dispozitivul încercător cu detector și cascadă radio, conform schemei (fig. 312, a). Conectând antena la circuitul oscilant al acestui etaj se face verificarea pentru receptie
3. Funcționarea tubului ca detector	Se face verificarea la recepționarea posturilor cu un dispozitiv încercător condensator și cascadă radio conform schemei (fig. 312, b). Piezelor circuitului de grilă se recomandă să fie alese pe cale experimentală

- 1 — ecranarea conductoarelor de grilă lungi, care merg la tuburi ;
 2 — micșorarea tensiunii de ecran a primului tub, mărind de 2—3 ori rezistența din circuitul grilei ecran ;

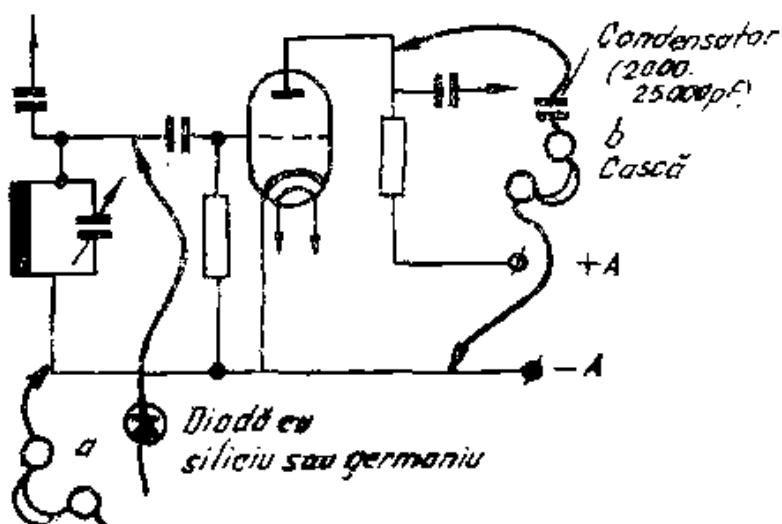


Fig. 312.

- 3 — mărirea capacitatei condensatoarelor de blocare ;
 4 — lipirea la conductorul comun al prizei de pămînt (și nu la șasiu !) a pieselor care sunt puse la masă în circuit.

Amplificatorul de radiofreqvență

Ce se verifică	Cum se verifică
1. Tensiunea la bornele tubului	Cu un voltmetru sau o lampă electrică de 6 V
2. Funcționarea circuitului oscilant și a gamelor de unde	Conectând antena la bușă A (antena) se verifică la recepționarea posturilor cu un dispozitiv încercător cu detector și cascadă radio, conform schemei (fig. 312, a)
3. Funcționarea tubului ca amplificator	Se verifică la recepție cu un dispozitiv încercător cu detector și cascadă radio, conform schemei (fig. 312, a)

6. Alinierea radioreceptoarelor tip superheterodină

Problema alinierii corecte a circuitelor unui receptor superheterodină are două aspecte principale. Primul este obținerea la placă tubului schimbulor a unei frecvențe intermedie de valoare constantă, de-a lungul fiecarei game, pentru oricare dintre posturile cuprinse în ea, iar al doilea aspect este obținerea unei amplificări maxime pentru această frecvență intermediară, realizându-se totodată o curbă de rezonanță care să satisfacă cerințele contradictorii de selectivitate și fidelitate.

Pentru a obține în circuitul de placă al tubului de amestec o frecvență intermediară de valoare constantă la recepționarea oricărui post din cuprinsul gamelor receptorului, va trebui ca pe întregul parcurs al fiecarei game diferența dintre frecvența generată de oscilatorul local și frecvența de rezonanță a circuitelor de intrare să fie în fiecare moment egală cu frecvența intermediară.

De exemplu, în cazul unui receptor comercial cu o frecvență intermedie de 465 kHz, pentru acoperirea gamei de unde medii (500—1 500 kHz), va trebui ca frecvența generată de oscilatorul local să varieze între 965 și 1 965 kHz. Din cele de mai sus se vede că, pentru circuitul de intrare, coeficientul de acoperire a gamei este :

$$c_I = \frac{f_{max}}{f_{min}} = \frac{1\ 500}{500} = 3$$

pentru oscilatorul local :

$$c = \frac{1\ 965}{965} = 2,04.$$

Exemplul analizat arată că, în ceea ce privește coeficientul de acoperire a gamei, există o deosebire între circuitul de intrare și cel al oscillatorului local, lucru ce se reflectă bineînțeles și în coeficientul de acoperire al capacităților de la cele două circuite. Rezultă prin urmare necesitatea folosirii unui condensator special pentru acordarea oscillatorului local care, cuplat pe același ax cu condensatorul variabil al circuitului de intrare, să asigure coeficientul de acoperire dorit în fiecare gamă. Realizarea unui astfel de agregat de condensatoare nu este practică posibilă și de aceea în receptoarele superheterodină se folosesc pentru acord condensatoare variabile identice cuplate pe același ax, iar pentru micșorarea acoperirii în circuitul oscillatorului local se introduc, pentru fiecare gamă în parte, condensatoare speciale de egalizare, așa cum este arătat în figura 313. În schema amintită, condensatorul C_2 (pader) mărește capacitatea maximă a circuitului, iar C_3 (trimer) mărește capacitatea inițială a acestuia.

Metoda arătată permite realizarea unui acord perfect în trei puncte ale fiecărei game: unul în mijloc și două în apropierea capeteelor sale.

În celealte puncte imprecizia acordului este atât de mică, încât se poate considera că sensibilitatea și selectivitatea receptorului este practică uniformă în întreaga gamă.

Pentru realizarea practică a alinierii sunt necesare două instrumente: un generator de semnal etalonat (heterodină modulată) și un instrument pentru indicarea vizuală a acordului.

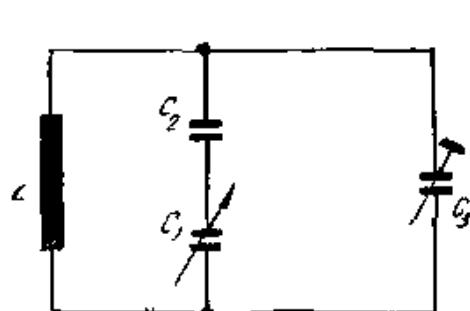


Fig. 313.

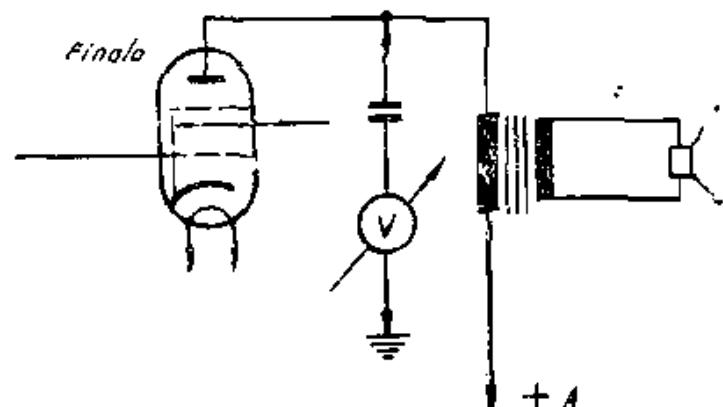


Fig. 314.

În cele ce urmează vom descrie fugitiv metodele de urmărire vizuală a acordului, în cazul cînd receptorul este lipsit de un tub indicator.

1. se conectează între placă finalei și masă un voltmetru cu redresor sau un voltmetru electronic V, în serie cu un condensator C de $1 \mu\text{F}$ (fig. 314);

2. se leagă un voltmetru electronic (poziția c.c.) în paralel cu rezistența de detecție, sau într-un punct al rețelei CAA;

3. se conectează un voltmetru obișnuit (scala 5 V) în paralel cu rezistența de catod a unui tub legat la CAA;

4. în cazul cînd catozii sunt legați la masă, se brătăsează un voltmetru (scala 150 V) între grila-écran a tubului de frecvență intermedieră sau punctul comun de alimentare al ecranelor și masă. O lectură comodă se face în acest caz numai dacă alimentarea ecranelor este realizată printr-o rezistență serie, nu prin divizori;

5. se plasează un miliampmetru (5—10 mA) în circuitul de placă sau catod al unui tub de frecvență intermedieră. Instrumentul va fi lăsat cu un condensator de $0,1 \mu F$.

A. **Acordul circuitelor de frecvență intermedieră.** Schema parțială a frecvență intermedieră a unui receptor obișnuit este reprezentată în figura 315. Pentru aliniere procedăm în felul următor:

a) se conectează receptorului unul dintre sistemele indicațoare de acord arătate în paragraful precedent. În cazul folosirii sistemului de punctul I, se suprimă acțiunea CAA prin deconectarea grilelor tubului și de la el și legarea lor la masă;

b) se suprimă acțiunea oscilatorului local conectîndu-i grila la masă;

c) ieșirea generatorului de semnal, acordat pe FI a receptorului, couplează printr-o capacitate de maximum 25 pF la grila tubului amplificator de frecvență intermedieră. În această poziție procedăm la acordarea lui T_2 . Pentru aceasta se manevrează pe rînd trimerii sau trimerii de la circuitele transformatorului T_2 , pînă la obținerea unui maxim la indicatorul de acord. Sunt cazuri cînd, pentru fiecare din circuite, se obțin două poziții de maxim separate printr-un minim; dacă

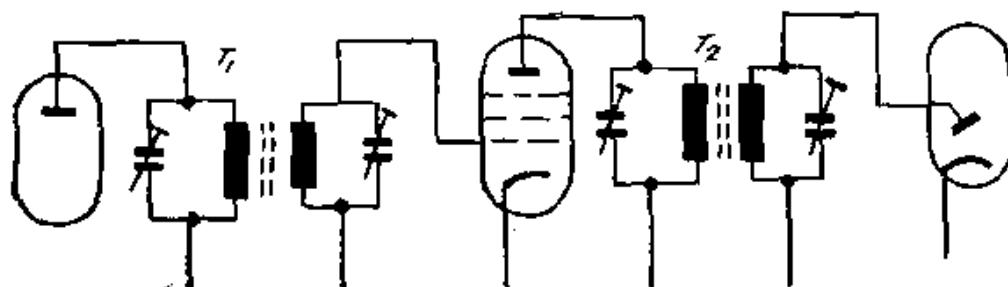


Fig. 315.

circuitele se prezintă astfel ne vom plasa cu acordul între ele. După terminarea acestei operații se variază frecvența generatorului cu cîte 4,5 Hz în fiecare parte a frecvenței de acord. În cazul cînd acestea din urmă indicații sunt sensibil egale între ele și mai mici decît prima, acordul este bine făcut, în caz contrar el se va reface;

d) fără a se mai atinge T_2 se trece generatorul de semnal pe grila tubului schimbător de frecvență și se efectuează acordul lui T_1 în același mod.

La acordarea receptoarelor cu filtru de cuarț, toate transformatoarele de frecvență intermediară trebuie acordate axact pe frecvența cuarțului.

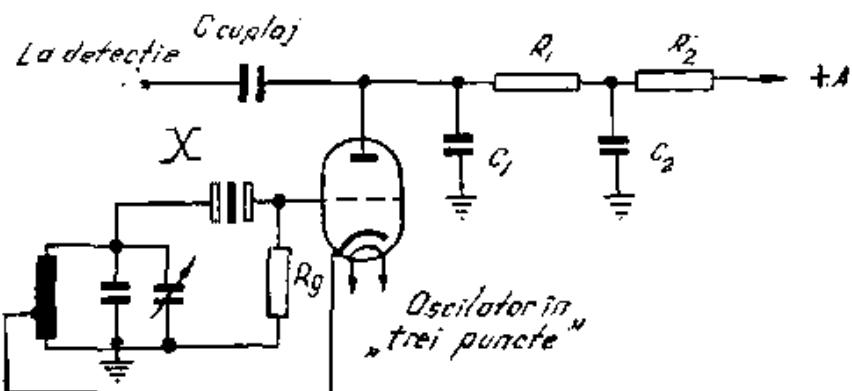


Fig. 316.

Pentru aceasta se poate construi cu cristalul un generator simplu de radiofrecvență, pe care să-l folosim la aliniere. Altă soluție este să utilizăm drept generator chiar oscilatorul local pentru recepționarea stațiilor telegrafice, conectând cuarțul în locul condensatorului de grilă al oscilatorului (fig. 316).

B. Alinierea oscilatorului. Generatorul de semnal se conectează la grila tubului schimbător ca și în cazul precedent. Drept indicator de acord se poate folosi oricare tip arătat, fără vreo modificare în receptor. Acordul va începe cu gama de unde medii, pentru care se recomandă următoarele puncte de acord :

a — 600 ; 1 000 ; 1 400 kHz ;

b — 650 ; 970 ; 1 450 kHz ;

c — 550 ; 1 000 ; 1 350 kHz (adoptată de constructorii francezi) ;

d — 575 ; 960 ; 1 300 kHz (adoptată de constructorii de bobine).

Procedeul alinierii este următorul :

1 — se regleză generatorul și receptorul pe 1 400 kHz. Se ajustează numai trimerul bobinajului oscilator pînă la obținerea unei indicații maxime a instrumentului ;

2 — generatorul și receptorul reglate pe 600 kHz. Se ajustează numai ferotrimterul pînă la indicația maximă ;

3 — generatorul și receptorul reglate pe 1 000 kHz. Se retușează, dacă e necesar, trimerul pînă la o aliniere perfectă ;

4 — revenim pe 600 kHz și retușăm eventual ferotrimterul.

Imposibilitatea de a obține un acord perfect indică faptul că transformatoarele de frecvență intermediară nu sunt acordate pe frecvența prevăzută de constructor, sau că bobinajul este defect.

Pentru alinierea gamei de unde lungi se procedează analog, luându-se următoarele puncte de acord: 160; 200; 270 kHz.

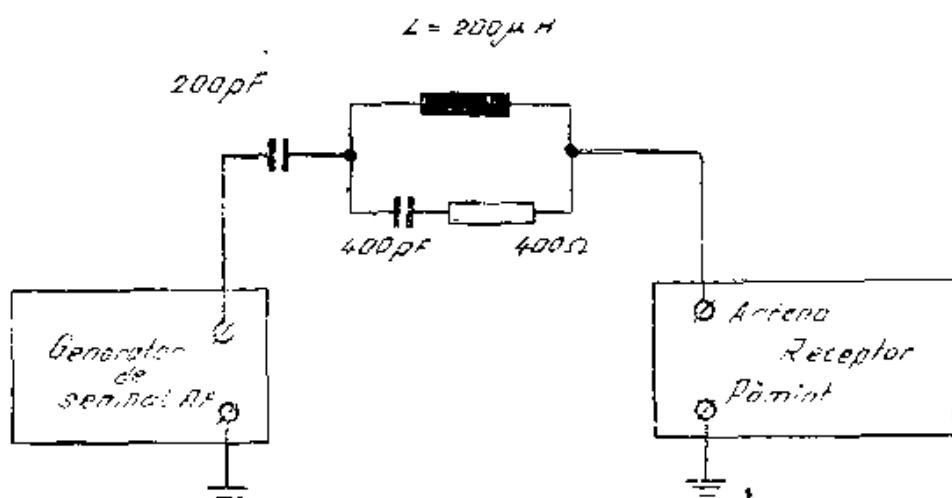


Fig. 317.

Gama de unde scurte este considerată satisfăcător acordată dacă se face o aliniere pentru frecvența de 10 MHz din trimerul oscilatorului.

C. Alinierea circuitelor de intrare. Având oscilatorul acordat se face alinierea circuitelor de intrare, cuplind generatorul de semnal printr-o linie fictivă (fig. 317) la borna de antenă a receptorului. Drept indicator de ieșire se va folosi oricare din sistemele arătate.

Acordarea se va face în fiecare gamă pentru aceleași puncte care au folosit în cazul oscilatorului și după aceeași tehnică, urmărind indicațiile maxime ale indicatorului de acord.

7. Etalonarea radioreceptoarelor

Etalonarea unui receptor este operația prin care se stabilește între un oarecare o corelație între indicațiile scalei aparatului și frecvența postul) recepționată.

Înainte de a trece la etalonarea unui radioreceptor, vor trebui să sigurați cîțiva factori de care depinde precizia și stabilitatea în timp (etalonării).

Înțelegând cum s-a mai arătat, unul din factorii cei mai importanți în ceea ce privește etalonarea este asigurarea unei cît mai mari stabilități a oscila-

torului local prin stabilizarea tensiunii anodice a acestuia și prin alimentarea cu tensiuni mici de ordinul 100—150 V. Pentru a se asigura o stabilitate și mai mare în receptoarele de trafic de clasă, filamentul tubului oscilant este alimentat de la o tensiune mai mare prin intermediul unui baretor.

De asemenea, se va da o mare atenție calității pieselor din montajul oscilatorului, precum și amplasării judicioase a acestora, pentru a nu fi influențate de căldura radiată de tub.

În afara acestor condiții minime impuse părții electrice, trebuie să dăm o atenție deosebită părților mecanice componente ale scalei precum și sistemului de citire.

O rezolvare simplă a acestor probleme se face prin montarea indicatorului direct pe axul condensatoarelor variabile, indicația fiind astfel independentă de eventualele jocuri sau alunecări ale părților mecanice.

În momentul începerii etalonării, va trebui ca receptorul să fie de cel puțin 30 minute sub tensiune, pentru ca toate piesele să ajungă la un regim termic stabil.

Etalonarea se va face cu ajutorul unui generator de radiofrecvență, cu o stabilitate a frecvenței cel puțin egală cu cea a receptorului, folosindu-se metoda bătăilor. Această metodă prezintă avantajul că asigură o precizie de cîțiva hertzii, în funcție de limita inferioară de audibilitate a urechii, la frecvența de lucru.

În acest sens se va verifica dacă indicația de maximum a S-metrului (sau, în lipsa acestuia, a unui instrument de curent alternativ montat pe secundarul transformatorului de ieșire) coincide cu poziția „zero bătăi” a receptorului. După aceasta se oprește modulația generatorului de înaltă frecvență și se trece la etalonarea „punct cu punct” a scalei, începînd cu frecvența cea mai mică. Numărul punctelor marcate pe scală va fi în funcție de precizia cerută și de dimensiunile scalei.

În cazul cînd gama acoperită nu coincide cu gama impusă, se va acționa din trimerul sau ferocartul oscilatorului, în funcție de capătul de scală la care ne găsim, fără a cere să se acopere mai mult decît este asigurat prin raportul de acoperire al condensatorului variabil.

Dacă necoincidența este mare, se va modifica inductanța bobinei. În toate cazurile se va reface acordul tuturor circuitelor de înaltă frecvență. În lipsa unui generator de precizie, ne vom construi un oscilator (calibrator) cu cuarț în montaj „Pierce”, care are „neajunsul” generări de armonici puternice, foarte folosită în cazul nostru (fig. 318), utilizînd un tub pentodă oarecare. Se va căuta ca frecvența cuarțului să aibă valori cît mai rotunde, ca de exemplu, 100, 250, 500 sau 1000 kHz. Numărul de puncte indicate pe scală va fi invers proporțional cu valoarea frecvenței de rezonanță a cuarțului.

Un neajuns al acestei metode constă însă în faptul că este necesar să se cunoaște cel puțin o frecvență de referință pe fiecare gamă, frecvență ce trebuie să fie cât mai apropiată de cea a uneia dintre armonice generate de oscilator. Pentru acest scop se pot folosi frecvențele posturilor

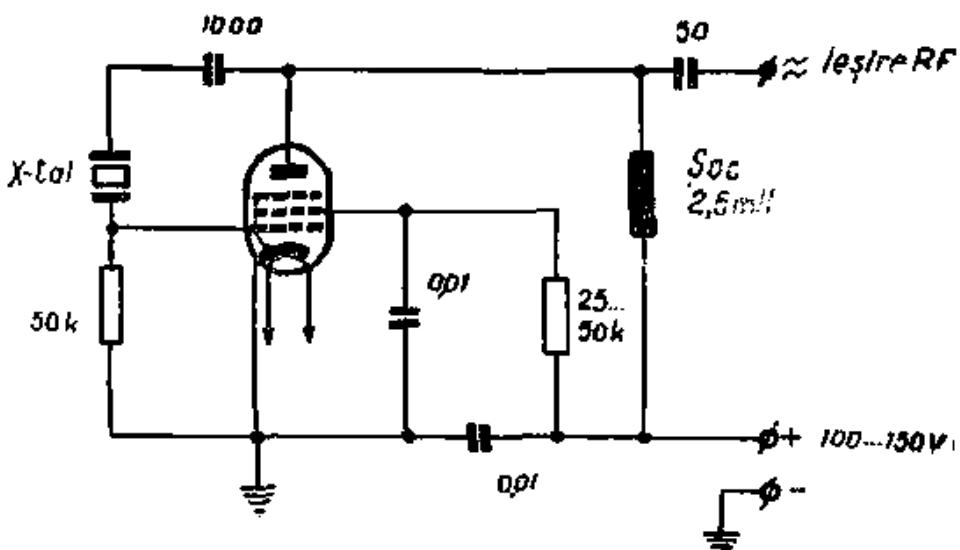


Fig. 318.

de radiodifuziune cunoscute, a radiofarurilor sau chiar benzile de radioamatori.

Astfel, dacă avem un cristal de 500 kHz în oscilator, etalonăm gama în care se găsește banda de amatori de 14 MHz, deconectând oscilatorul la fiecare armonică separată și introducând antena pînă cînd, prin mici variații în dreapta și stînga frecvenței reperate, vom auzi stații de radioamatori. În acest moment ne vom găsi pe armonica 28-a, la capătul benzii de amatori, pe frecvență de 14 000 kHz. De aici înainte fiecare frecvență separată se va găsi la cîte 500 kHz în plus sau în minus față de frecvență de referință.

Dacă după armonica 30-a (15 000 kHz), aflatindu-ne pe o frecvență încă mare, vom auzi stații de radiodifuziune, înseamnă că ne găsim în banda de radiodifuziune de 19 m (15 100—15 450 kHz).

Imediat după terminarea acestei benzi, la 15 500 kHz, va trebui să găsim armonica a 31-a.

Pentru a putea trasa și subdiviziuni în cadrul punctelor de 500 kHz originante de armonicele cuarțului, va trebui să trasăm curba de variație a frecvenței în funcție de variația capacității condensatorului variabil. Pentru aceasta trebuie să mai avem pe scală gradații liniare obținute prin montarea pe scală a unei rigle gradate din material plastic (stru uș didactic) pe care o vom tăia după dimensiunile scalei. În

cazul unei scale circulare, vom monta un raportor, iar pe abscisă vom avea, în loc de milimetri, grade (fig. 319). Prin marcarea punctelor de intersecție ale verticalei indicațiilor riglei sau raportorului cu orizontalele armonicilor cuarțului, se vor determina punctele curbei.

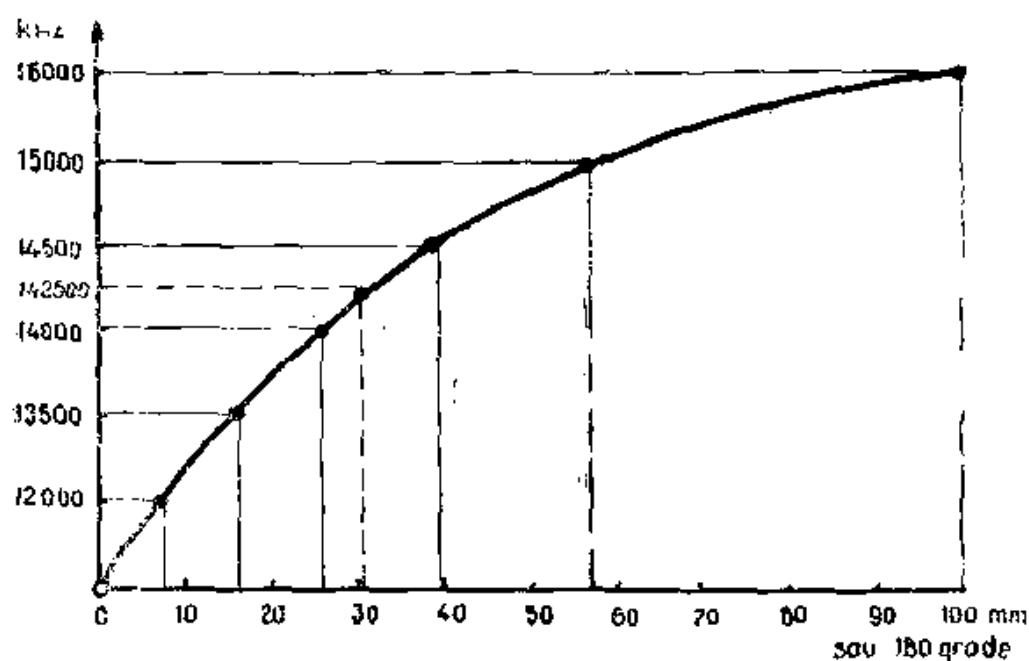


Fig. 319.

Pentru aflarea locului pe scală a oricărei alte frecvențe se duce orizontală frecvenței dorite pînă la întîlnirea curbei, apoi se coboară perpendiculara punctului și se află gradația exactă la care se va găsi frecvența căutată (exemplu : $14\ 250\ kHz = 31\ mm$, ca în fig. 319). Va trebui să dăm însă o mare atenție construcției grafice, de aceasta depinzînd precizia etalonării scalei.

Metoda de etalonare descrisă mai sus cere o bună cunoaștere a gamei de unde scurte. Ca un ajutor pentru determinarea frecvențelor, se dau în tabelul alăturat (IX) frecvențele benzilor de radiodifuziune alocate pentru Europa.

MONTAJE RADIO

1. Receptor 0-V-1 pentru unde scurte

Receptorul descris mai jos este destinat tinerilor radioamatori de unde scurte. Schema de principiu a aparatului (fig. 320) ne arată că este vorba de un clasic 0-V-1. Iată modul lui de funcționare.

Tabelul IX

Banda	Frecvență inferioară kHz	Frecvență limitată super. kHz
Unde medii	525	1 605
49 m	5 950	6 200
41 m	7 100	7 300
31 m	9 500	9 775
25 m	11 700	11 975
19 m	15 100	15 450
16 m	17 700	17 900
13 m	21 450	21 750
11 m	25 600	26 100

Semnul captat de antenă intră în receptor prin trei rezistențe și un condensator fix de 15 pF , fiind apoi aplicat pe catodul primului tub. Rezistențele și condensatorul fac independentă frecvența pe care o ascultăm de legătarea antenei datorită vîntului sau altor influențe exterioare. Reacția se reglează prin potențiometrul de $50 \text{ k}\Omega$, variindu-se tensiunea de ecran a tubului detector. Este sistemul cel mai stabil și comod. Rezistența de descărcare a primului tub are $2 \text{ M}\Omega$. O valoare prea mică va diminua sensibilitatea aparatului, iar una prea mare va lovi receptorul la semnale prea puternice.

Acordul aparatului se face cu două condensatoare variabile — unul pentru acord brut (de 100 pF) și altul pentru extensia benzii (de aproximativ 10 pF). Acestea din urmă poate fi prevăzut cu un sistem de multiplicare. Condensatorul pentru acord brut nu are nevoie de de-multiplicare. De calitatea bobinei și a acestor condensatoare vor depinde performanțele receptorului.

Semnalul detectat, cules de pe anodul primului tub, este obligat să trezească o rezistență de $10 \text{ k}\Omega$, decuplată de două condensatoare de 1 pF . Sistemul acesta de filtraj determină următoarele de radiofrecvență se scurge la masă, semnalul de audiofrecvență trecând prin condensatorul de $10\,000 \text{ pF}$ la tubul final. Rezistența de sarcină a primului tub are $0.2 \text{ M}\Omega$.

Etajul final este clasic, ascultarea semnalelor făcându-se în cască. Alimentarea receptorului se face dintr-un redresor capabil să furnizeze o tensiune de 200 V , filtrată printr-o bobină de soc și bună calitate și două condensatoare electrolitice de $16 \text{ }\mu\text{F}$.

Pentru primul etaj (detector) se recomandă utilizarea tuburilor $6K4$, $6F31$ sau corespondentele lor. Cel de-al doilea tub va fi tot pentru radiofrecvență, identică cu prima.

Culorile vor fi executate direct pe culoturi de tuburi vechi cu cinci

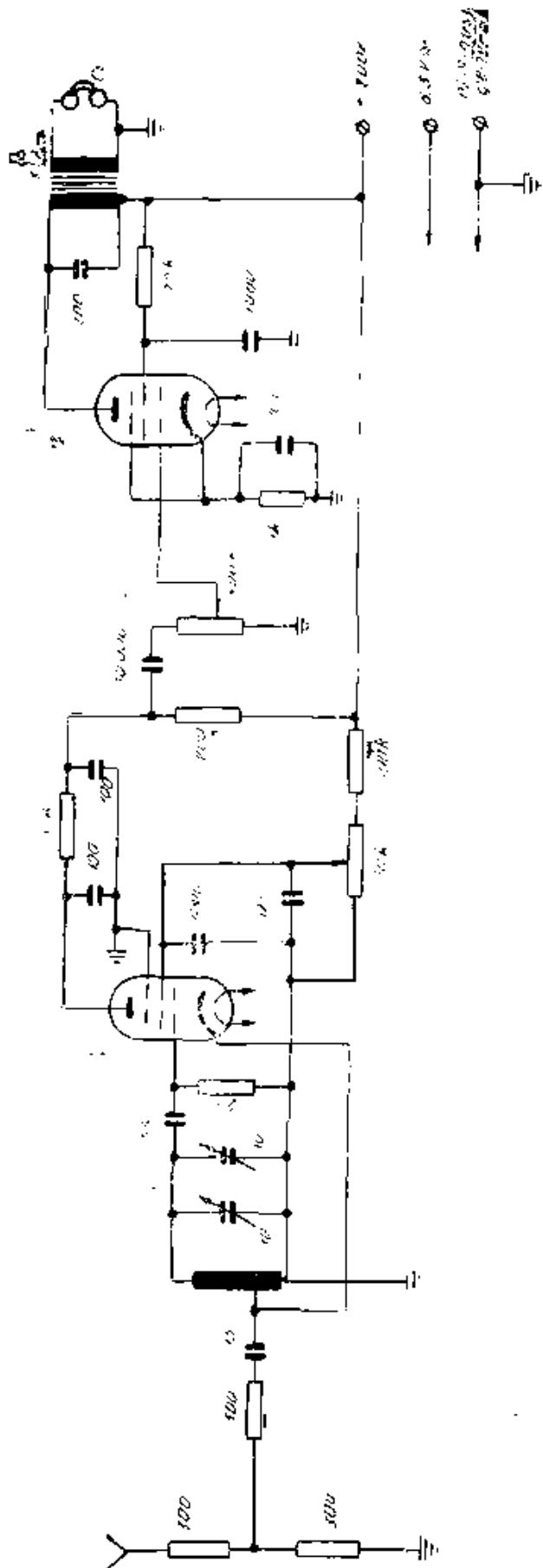


Fig. 320.

picioare. Socul pentru bobină, cu cinci picioare, va fi — preferabil — din calit sau trolitul.

Pentru benzile de amatori, bobina va avea datele indicate în tabelul X.

Spira pentru priză se numără de la capătul „rece“ al bobinei (de la masă). Diametrul carcaserelor va fi de 30 mm.

Toate piesele se vor monta pe un șasiu de aluminiu de 1,5—2 mm grosime. Pe panoul frontal se vor monta condensatoarele variabile și potențiometrele, iar în spatele șasiului buștele pentru cască și antenă, pămînt și soclu de alimentare. Legăturile prin care va trece radiofrecvența vor fi făcute, în mod obligatoriu, cu sîrmă de cupru de 1,5—2 mm diametru și cît mai scurte cu putință.

Cele mai bune rezultate se obțin cu acest receptor în telegrafie, sensibilitatea lui atingînd-o în apropierea punctului de acroșaj, pe aceea a unui receptor comercial de trafic cu 8—10 tuburi. Este adevărat că selectivitatea cam lasă de dorit, însă numai în privința posturilor locale sau foarte puternice.

Tabelul X

Banda	Spice	Prița la spiră	Spira	Lungimea helicei spirală
10—15 m	4	0,75	1 mm	6 mm
20 m	6	1	0,8 mm	10 mm
40 m	12	4	0,6 mm	spiră lungă spiră
80 m	26	8	0,6 mm	spiră lungă spiră

2. Superheterodină simplă, cu detecția pe grilă

Montajul de față (fig. 321) se adresează acelor radioamatori de unde scurte care au experimentat diferite tipuri de receptoare cu amplificare directă (0-V-I, 1-V-I etc.) și care s-au hotărât să treacă la construcția și experimentarea primului receptor cu schimbare de frecvență. Înainte de aceasta, s-a ales o schemă simplă și eficace, care va permite recepția a numeroase stații DX, lucrând în telegrafie sau telefonie, pe oricare din benzile de emisie cuprinse între 10 și 160 m.

Cele două tuburi multiple ECH4 (ECH21 sau ECH81) utilizate în acest aparat îndeplinesc patru funcții distincte, și anume: oscilatoare, modulațoare (mixer), detectoare cu reacție și amplificatoare de audiofrecvență.

După cum se observă în figura 321, cuplajul antenei cu grila 1 a primei heptode se efectuează inductiv. Oscilațiile de radiofrecvență, produse de oscilatorul local, care folosește trioda tubului ECH4, sunt aplicate la grila a 3-a a heptodei, printr-o legătură exterioară. În cazul cînd oscillatorul va dori să utilizeze tubul ECH3 (sau ECH11), legătura exterioară se va desființa, ea fiind cuprinsă în tub. Totodată, se va schimba valoarea rezistenței de negativare R_1 , de la 150 la 220 ohmi.

Reducerea tensiunilor pentru alimentarea grilei-écran și a placăi de heptode se obține cu rezistențele R_2 respectiv R_3 . Rezistența R_4 , de 100 ohmi, uniformizează amplitudinea oscilațiilor pentru diferitele frecvențe. Trioda oscilatoare neavînd nevoie de negativarea fixă, rezistența de grilă se leagă direct la catod și nu la masă.

Receptorul de față lucrează exclusiv în lîrîta benzilor de amatori în consecință, s-ar împușa folosirea unor condensatoare variabile viabile, de capacitate foarte mică. Astfel de condensatoare se procură cu greutate și de aceea am recurs la un artificiu, și anume acela de a acorda numai o parte a înfășurării 3—5, respectiv 8—10. Această lucidă permite utilizarea unei capacitați variabile mai mari, în cazul

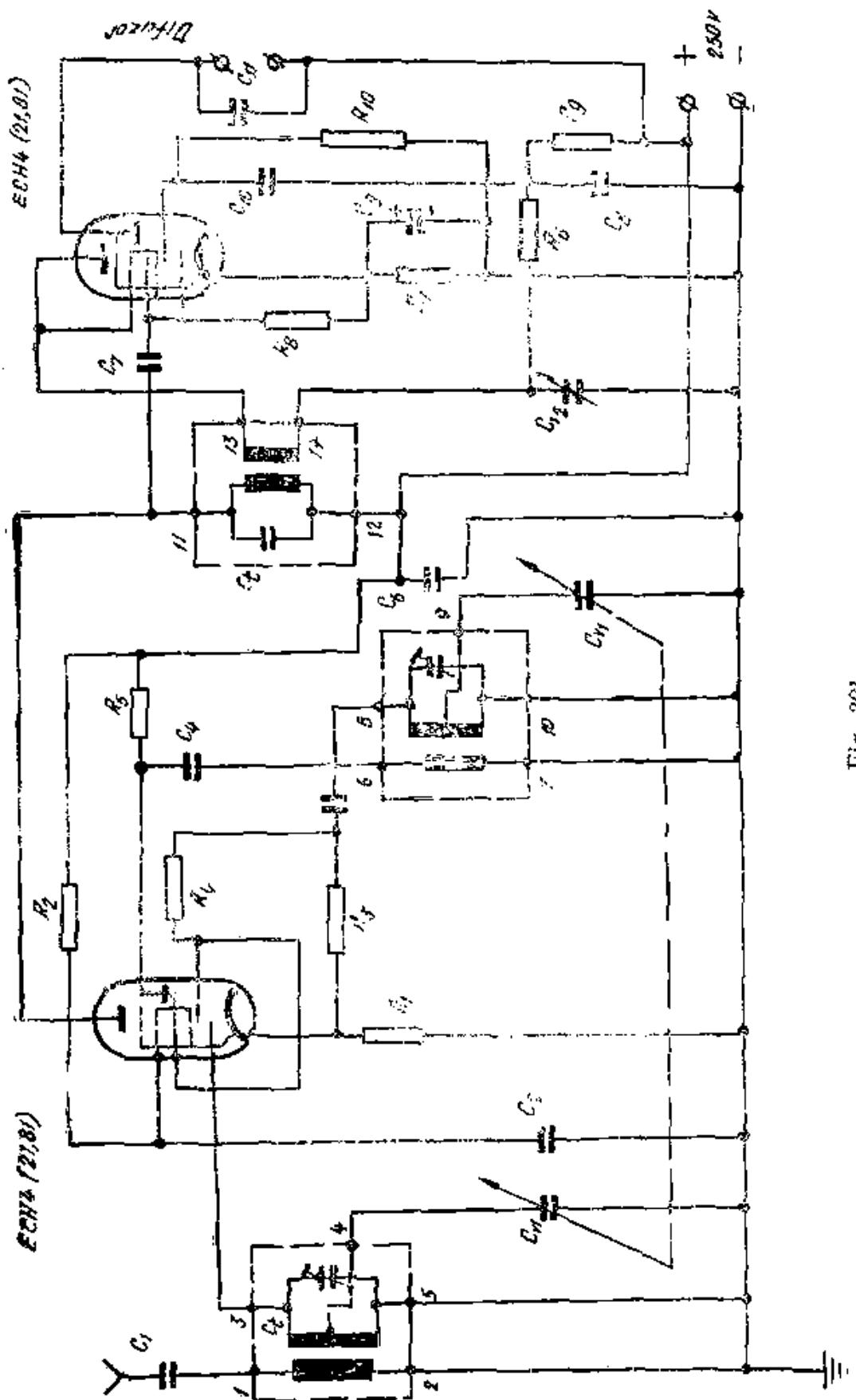


Fig. 321.

de față 100 pF (în loc de $15-25 \text{ pF}$) și în același timp, obținerea extensiei de bandă optime pentru fiecare bandă de amator în parte (vom reveni mai jos).

Așa cum se obișnuiește la receptoarele de acest tip, frecvența intermediară aleasă este de 1600 kHz . Această valoare este avantajoasă pentru obținerea unui raport semnal/imagin favorabil, în special în benzile de 20 , 15 și 10 metri.

Frecvența intermediară se obține în circuitul anodic al primului tub ECH4, înfășurarea $11-12$, în paralel cu trimerul C_t , fiind acordată pe această frecvență. Semnalul este apoi aplicat heptodei celui de-al doilea tub ECH4, grilele 1 cu 2 și 3 cu 4 fiind conectate împreună. Detecția are loc în modul cunoscut. O parte din energia de radiofrecvență este întoarsă în circuitul de grilă prin înfășurarea de reacție $13-14$, reacția fiind controlată de condensatorul CV_2 . Spre deosebite de receptorul cu amplificare directă, reacția este constantă, independent de poziția condensatorului variabil de acord, așa încât amatorul nu are de ce să se sperie. Rămîn însă avantajele reacției, și anume: amplificare și selectivitate sporite, și posibilitatea recepționării semnalelor telegrafice nemodulate. Tensiunea de audiofrecvență, obținută după detecție, este aplicată grilei de comandă a triodei tubului ECH4, R_s fiind rezistența de sarcină a detectoarei. Negativarea triodei este asigurată de rezistență R_7 , decuplată de condensatorul electrolitic C_s .

Bobinele circuitului de intrare și ale oscilatorului se vor realiza pe carcase obișnuite pentru benzile de 160 și 80 metri, și de calitățu trebil pentru benzile de 40 , 20 , 15 și 10 metri. Diametrul acestora va fi de 30 mm , toate celelalte date fiind incluse în tabelele XI a, b, c și d. În tabell XI b se pot găsi datele necesare confeționării circuitului oscilant de frecvență intermediară, care se va realiza pe o carcăsă de 35 mm diametru.

Distanța optimă între înfășurările $11-12$ și $13-14$ se va stabili în încercări. Fiecare bobină va fi prevăzută cu un trimer de 50 , respectiv 100 pF . Bobina de frecvență intermediară va fi prevăzută cu un condensator fix de 200 pF , în paralel cu un trimer de 100 pF . Valori indicate în tabele pentru diverse trimeri C_t sunt informative și nu reprezintă capacitatea maximă a trimerei respectiv, ci valoarea pentru care se obține acordul în banda de amatori.

Redresorul (fig. 322) este clasic. În locul rezistenței de filtraj R_1 se poate utiliza în mod avantajos un drossel de $10-15 \text{ H}/50 \text{ mA}$, sau înlocuirea de excitație a unui difuzor electrodynamic. În acest caz valoarea condensatoarelor de filtraj se poate reduce la $2 \times 16 \text{ } \mu\text{F}$. Transformatorul de alimentare Tr se va confeționa după următoarele date:

Secțiunea mizeului : $5,5 \text{ cm}^2$. Primar : $1.090 + 910$ spire din sîrmă de $0,4 + 0,3 \text{ mm}$. Secundar : filamente tuburi : 57 spire din sîrmă de $0,7 \text{ mm}$; filamente redresoare : 36 spire din sîrmă de $0,9 \text{ mm}$; înaltă tensiune : $2.725 + 2.725$ spire din sîrmă de $0,2 \text{ mm}$.

Toate bobinajele se vor executa din sîrmă emailată. Întrerupătorul I_1 oprește complet alimentarea receptorului, iar întrerupătorul I_2 oprește numai alimentarea anodică, lăsînd filamentele aprinse.

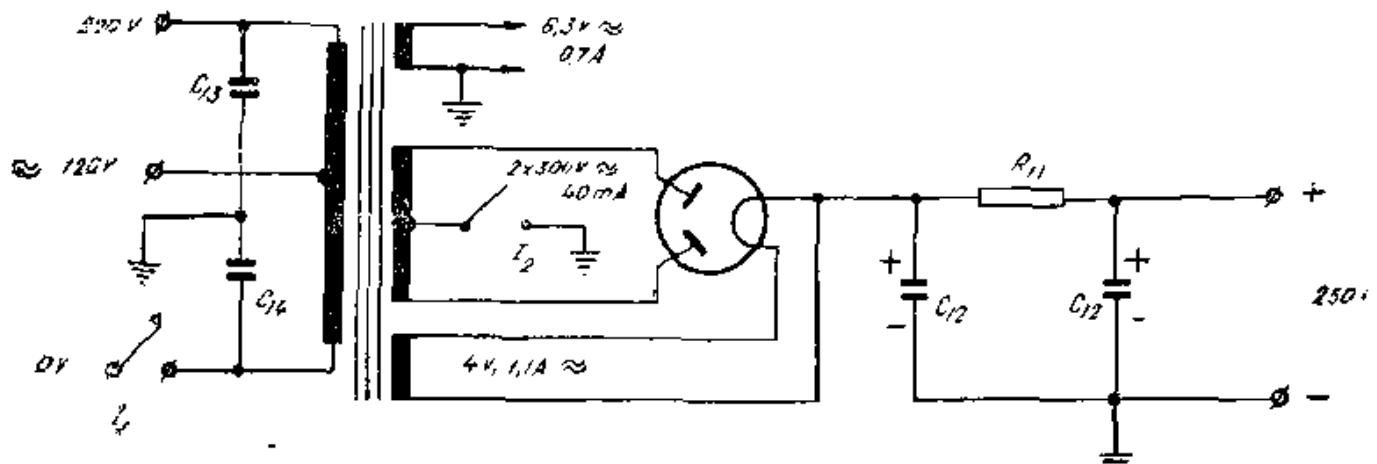


Fig. 322.

Reglajul receptorului. Pentru a obține rezultatele așteptate, bobinele schimbătoare ale acestui receptor vor trebui confectionate respectând în tocmai indicațiile din tabelele XI a, b, c și d. Punerea la punct definitiv se va efectua în felul următor :

A. Introducem în socluri bobinele corespunzătoare unei benzii oarecare și rotim CV_2 pînă la limita de acrosaj.

B. Ajustăm trimerul de frecvență intermediară la mijlocul cursei sale (250 pF) și rotim CV_1 pentru a prinde o emisie de amator (fonie). Dacă constatăm că nu suntem „în bandă”, ajustăm trimerul oscilatorului.

C. O dată ce am prins un post de amator, vom căuta să ajustăm trimerul oscilatorului în aşa fel, încît cu CV_1 complet deschis să ne aflăm la limita de frecvență superioară a benzii. Apoi închidem CV_1 și verificăm frecvența pe care ne aflăm. Banda respectivă de amatori trebuie să ocupe $80 - 90\%$ din cursa lui CV_1 . Dacă procentul este mai mic, vom muta priza 9 spre capătul 10 al infășurării, iar dacă banda nu „încape” vom muta priza în sens invers.

D. Ne așezăm la mijlocul benzii și ajustăm trimerul circuitului de intrare pentru maximum de tărzie. Dacă un astfel de „maxim” nu se

Tabelele XI a, b și c

Oscilatorul local	Banda receptio- nată	1-2			Distanța dintre înfășurări		C_t (aprox.)
		m	spire	spire	mm	pF	
	160	7	17	13	5	75	
	80	4	11	7	5	70	
	40	4	8	4	5	60	
	20	5	7	2 $\frac{1}{2}$	5	40	
	15	4	4	1	10	35	
	10	4	3	1	10	35	

Circuitul de frecvență intermediară	frecvență	11-12		13-14		C_t	
		KHz	spire	spire	mm	pF	
	1600	55	18	5-10	250		

Circuitul de intrare	Banda recepțio- nată	6-7			Distanța dintre înfășurări		C_b (aprox.)
		m	spire	spire	mm	pF	
	160	16	20	34	5	60	
	80	10	17	13	5	60	
	40	6	10	5	5	60	
	20	5	6	2	5	40	
	15	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	1	10	30	
	10	4	3	1	10	30	

Tableau XJ

produce, vom încerca diverse poziții ale prizei 4. Dacă nici în acest caz nu obținem rezultatul dorit, înseamnă că bobina de frecvență intermediară a fost incorrect executată și vom încerca remedierea acestei situații ajustând trimerul respectiv. Acest trimer, o dată ajustat într-o poziție convenabilă, nu va mai fi apoi atins, și toate regajelele de mai sus vor fi reluate pentru fiecare bandă în parte.

Lista de materiale

$C_{V_1} = 2 \times 100 \text{ pF}$, calit ; $C_{V_2} = 100 \text{ pF}$; $C_1 = 50 \text{ pF}$; $C_2 = 0,01 \mu\text{F}$; $C_3 = 0,01 \text{ F}$; $C_4 = 1000 \text{ pF}$; $C_5 = 50 \text{ pF}$; $C_6 = 0,01 \mu\text{F}$; $C_7 = 100 \text{ pF}$; $C_8 = 100 \text{ pF}$; $C_9 = 25 \mu\text{F}/12 \text{ V}$; $C_{10} = 0,01 \mu\text{F}$; $C_{11} = 2000 \text{ pF}$; $C_{12} = 2 \times 30 \mu\text{F}/450 \text{ V}$; $C_{13} = 0,01 \mu\text{F}$; $C_{14} = 0,01 \mu\text{F}$; $R_1 = 150 \text{ ohmi}$; $R_2 = 20 \text{ kohmi}$; $R_3 = 50 \text{ kohmi}$; $R_4 = 100 \text{ ohmi}$; $R_5 = 30 \text{ kohmi}$; $R_6 = 5 \text{ kohmi}$; $R_7 = 150 \text{ ohmi}$; $R_8 = 1 \text{ megohmi}$; $R_9 = 1,1 \text{ megohmi}$; $R_{10} = 0,5 \text{ megohmi}$; $R_{11} = 1000 \text{ ohmi}/5 \text{ W}$; $R_{12} = 50 \text{ kohmi}/2 \text{ W}$; I_1 și I_2 —întrer-monopolari ; Tr—vezi textul.

3. Superheterodină cu cinci tuburi și reacție pozitivă

Radioreceptorul descris mai jos, îngrijit construit, poate satisface majoritatea pretențiilor emise de un radioamator începător față de „p i e s a“ cea mai de preț din dotarea personală.

Foarte simplu și — ca atare — ușor de construit, el conferă, datorită unor artificii constructive, o mare selectivitate și sensibilitate și o suficientă stabilitate. Singurul dezavantaj îl constituie o oarecare dificultate în manevrare, datorită prezenței reacției pozitive în circuitul de intrare și în etajul de frecvență intermediară.

După cum se observă din schema de principiu (fig. 323) aparatul comportă cinci tuburi electronice, îndeplinind — în ordine — funcția de mixer (T_1), oscilator local (T_2), amplificator F.I. (T_3), oscilator de bătăi (beat-oscilator) (T_4) și detector pe diodă și amplificator AF (T_5).

Pentru tubul de amestec s-a utilizat o pentodă cu pantă fixă mare și rezistență de zgomot mică (EF 14, 6AC 7, 6Ж4 montat după schema „multiplicativă“, semnalul oscilatorului local fiind injectat pe grila supresoare, în scopul obținerii unei separații optime între circuitul de intrare (antenă), oscilator și etajul de F.I. Reducerea influenței circuitului de intrare asupra oscilatorului local este extrem de importantă, întrucât acordul celor două circuite efectuându-se separat, apare pericolul ca modificarea celui dintâi să-l influențeze pe cel de al doilea, mai ales la frecvențele superioare. Din acest motiv s-a ales montajul cu oscilator separat, multiplicativ, în care influența mixerului asupra circuitului anodic al oscilatorului este mult diminuată datorită prezenței grilelor-écran, care exercită o acțiune de frânare a fluxului de electroni.

În vederea obținerii unei sensibilități și selectivități maxime, s-a utilizat o primă treaptă de reacție pozitivă pe etajul de amestec, cu bobina aferentă (L_3) montată în circuitul grilei ecran (soluție mult mai indicată decât conectarea în circuitul anodic, care ar fi condus la dezechilibrarea primarului transformatorului F.I.—Tr. 1).

Reglajul reacției se obține cu ajutorul potențiometrului P_1 , care îndeplinește și rolul de dozare a amplificării R.F.

Pentru frecvența intermediară s-a ales o valoare de 450 kHz care, în punct de vedere al frecvențelor imagine, la un receptor fără etaj de amplificare R.F., nu este prea indicată, fiind impusă exclusiv de necesitatea de a se obține o bună amplificare și selectivitate cu un număr minim de tuburi. Această deficiență este însă compensată în cea mai mare parte prin folosirea reacției pozitive și a unui factor de calitate (Q) ridicat în circuitul de intrare.

Pentru a se obține o stabilitate maximă, s-a adoptat pentru primul oscilator o capacitate de grilă relativ mare și s-a recurs la o sursă de alimentare anodică stabilizată.

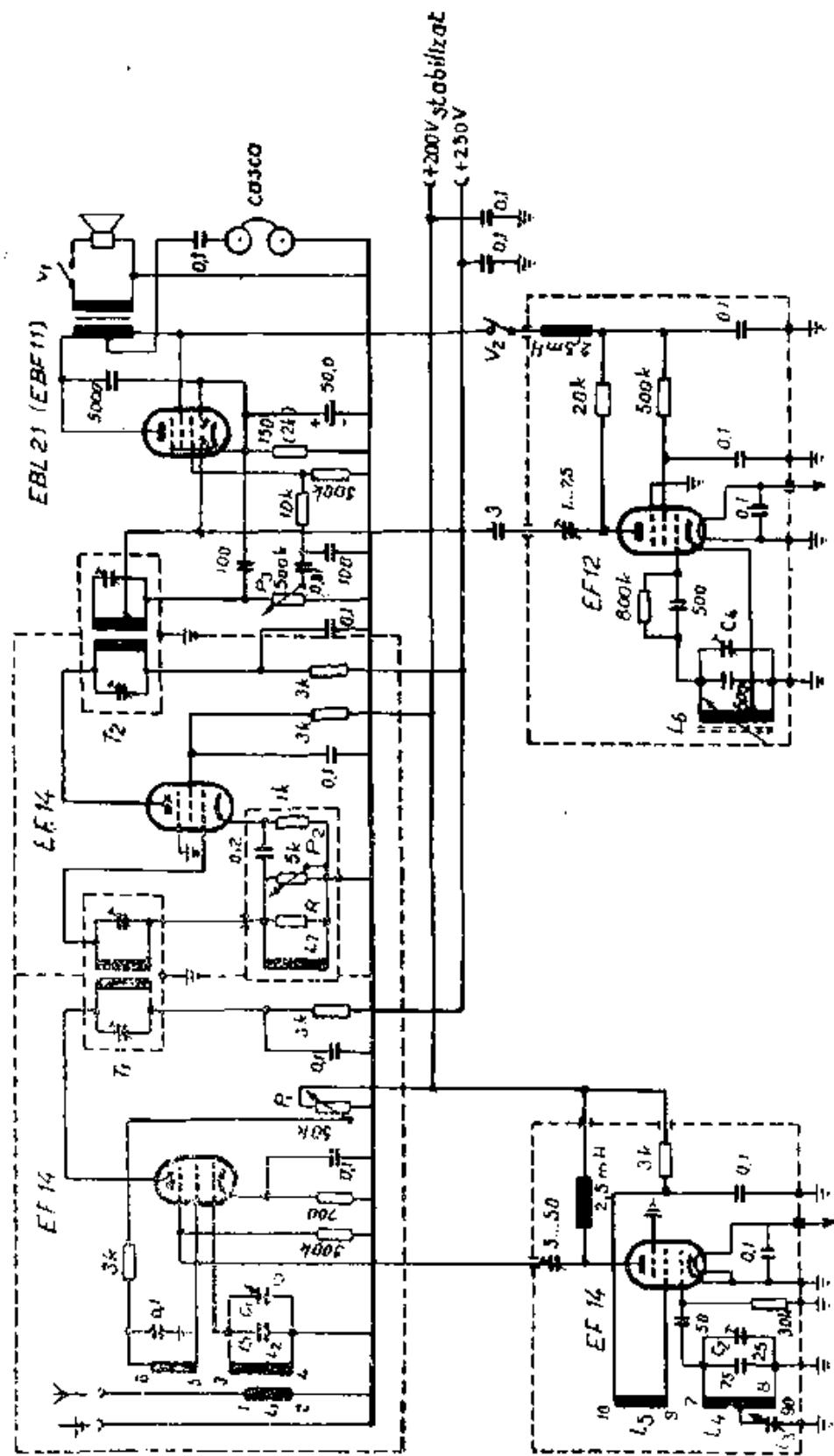


Fig. 323

Ca tub oscilator s-a ales tot o pentodă cu pantă mare (EF 14, 6AC7, 6JR4). Etajul primului oscilator se montează într-un compartiment separat bine ecranat.

În etajul F1, echipat de asemenea cu o pentodă de tip EF 14, 6AC7 sau 6JR4, s-a prevăzut un al doilea circuit de reacție pozitivă (L7, R, P2) care contribuie substanțial la creșterea selectivității radioceptorului, amplificarea etajului rămânind practic constantă datorită utilizării tubului cu pantă fixă, de valoare ridicată.

Pe secundarul celui de al doilea transformator F1 (Tr. 2), aproximativ la jumătatea înășurării, se conectează dioda detectoare, a cărei rezistență de sarcină o constituie potențiometrul P3, de la al căruia capăt se culege tensiunea de audio-frecvență, ce atacă grila pentodei din tubul EBL 21, prin intermediul unui condensator de cuplaj de 10.000 pF.

Deoarece amplificatorul AF nu posedă obișnuitul tub preamplificator pentoda finală a fost pusă într-un regim de funcționare care să asigure o redare corespunzătoare (ca volum AF și linearitate).

Oscilatorul de bătăi, echipat cu un tub 6K3, 6K4, 6SG7 sau EF 12, este realizat după o schemă clasică, cuplajul său cu circuitul de frecvență intermediară efectuându-se în aşa fel încât să influențeze cât mai puțin acordul ultimului transformator F1. Ca și oscilatorul local, și acesta se montează într-un compartiment separat, complet ecranat.

Considerind necesară o descriere mai arăunățită a acestui montaj, vom începe cu prezentarea circuitului de intrare, care, după cum se observă în schița de principiu (fig. 323), este cuplat inductiv cu antena prin bobina L1.

În componentă circuitului intră bobina L2 și condensatorul variabil de acord C1 de 15 pF. Capacitatea mică a condensatorului C1 permite obținerea unui raport L/C mare, și implicit, un factor de calitate (Q) maxim.

Capacitatea de acord a circuitului C se compune dintr-un condensator fix, tot de 15 pF și condensatorul C1 care, prin valoarea sa mică, asigură și un acord fin, foarte necesar în cazul în care încercăm să „scoatem“ semnalele extrem de slabe cu ajutorul reacției.

Atât bobinele de intrare cât și cele ale oscillatorului, pentru toate benzile de amatori sunt schimbătoare (fig. 324), în scopul evitării comutatorului (scump și greu de procurat) și a obținerii unui factor de calitate cât mai ridicat.

Este de preferat ca bobinele să se execute pe carcase nervurate (stellate) din calit sau polistiren, construite în mod special. La rigoare, acestea se pot improviza folosind flacoane cilindrice din polistiren (transparente) utilizate ca ambalaje pentru medicamente (de exemplu, pentru vitamina C), pe care se lipesc longitudinal, cu trolitul dizolvat în benzene sau cu produsul „Stirocol“ (existent în comerț), benzi paralelipi-

pedice din același material (excelent dielectric). În acest fel se obțin carcase stelate de foarte bună calitate.

Pentru benzile de 80 și 160 m bobinele pot fi executate direct pe carcasele cilindrice, deoarece la aceste frecvențe factorul de calitate are o importanță ceva mai mică. Esențial este însă ca diametrul bobi-

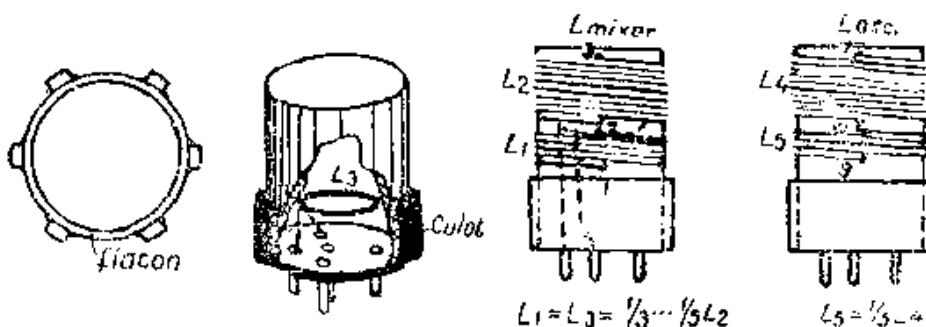


Fig. 324.

nelor realizate să fie cât mai mari, dimensiunile practice fiind cuprinse între 30 și 40 mm diametru.

Bobinele se fixează pe culoturi provenite de la tuburi vechi cu 5 picioare sau de la tuburi octale, legătura cu restul montajului realizându-se prin introducerea lor în socluri corespunzătoare, montate pe șasiul radioreceptorului în compartimentele ecranate ale mixerului și ale oscillatorului local.

Evident, execuția bobinelor trebuie să le asigure acestora o rigiditate cât mai mare cu puțință spre a nu impiedica asupra stabilității semnalului recepționat.

Acordul receptorului în banda de frecvență aleasă se face numai cu ajutorul condensatorului C2, de 90 pF, conectat la o priză a bobinei oscillatorului, a cărei poziție se alege prin tatonări succesive, în aşa fel încât să se asigure extinderea benzii de amatori aferente pe întreaga cursă a indexului scalei.

Condensatorul reglabil (trimer) de 25 pF se plasează în interiorul fiecărei bobine de oscillator și servește numai pentru fixarea capătului de bandă pentru bobina respectivă.

Cuplajul oscillatorului cu mixerul se face prin intermediul unui condensator (trimer) de 50 pF prin ajustarea căruia se obține tensiunea RF necesară pentru un mixaj optim.

Transformatoarele de frecvență intermediară vor fi de cea mai bună calitate, concretizată într-un factor de calitate ridicat și o construcție mecanică robustă (se indică transformatoarele FI—pereche—de la radio-receptorul „Rema” existente în comerț).

În ceea ce privește circuitul de reacție (L7, R, P2) se precizează că valoarea rezistenței de amortizare R se va alege între 300 și 800 Ω , iar L7 va avea circa 100 spire din sârmă \varnothing 0,2, CuE, bobinate într-unul din șanțurile carcasei secundarului transformatorului Tr. I. Valoarea rezistenței R se alege în așa fel încât pragul de reacție să apară la aproximativ 3/4 din cursa potențiometrului spre capătul rece (spre masă).

Și acum, câteva cuvinte despre realizarea practică a radiorecepto- rului, la care trebuie avute în vedere o serie de principii de bază. În acest sens vom arăta că pentru execuție este necesar să se procure piese de cea mai bună calitate (condensatoare variabile și fixe, rezistențe, socluri, transformatoare FI etc.), care se vor așeza pe un șasiu masiv din tablă de aluminiu de cel puțin 1,5 mm grosime.

Aranjamentul optim al principalelor piese se vede în fig. 325. Spa-țiul de deasupra și de dedesubtul șasiului este împărțit în trei compari- timente, corespunzătoare mixerului, oscilatorului local și oscilatorului de bătăi.

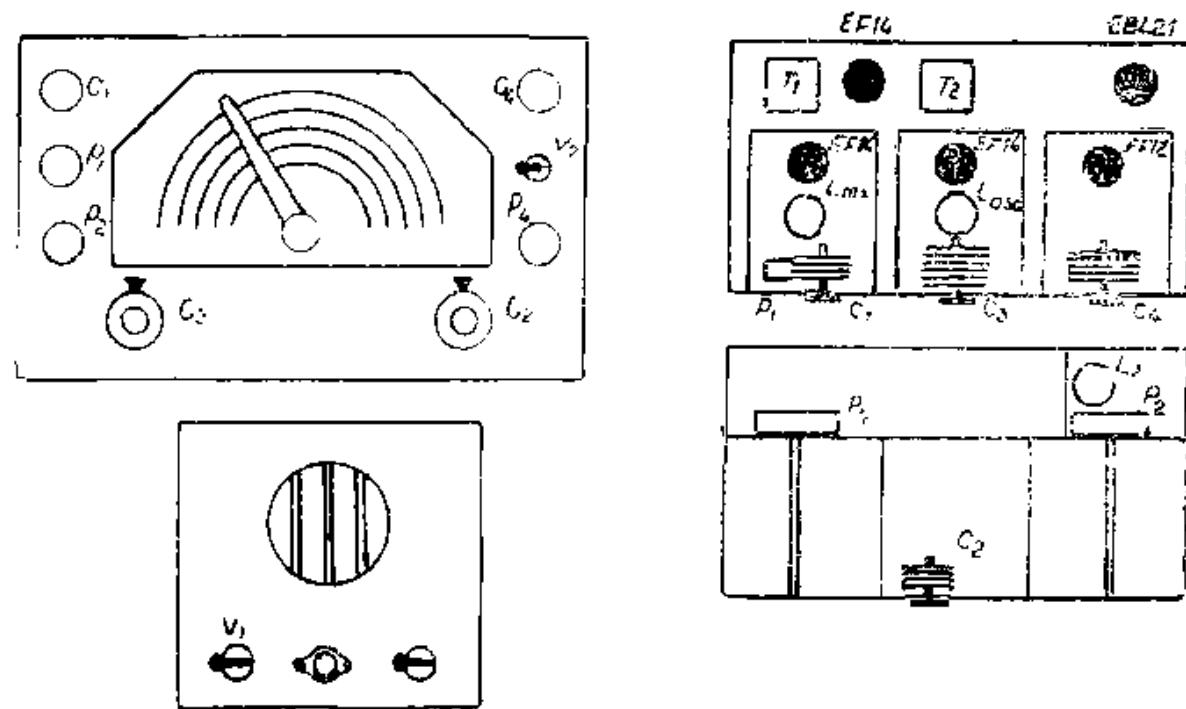


Fig. 325.

Întrucât aparatul trebuie ferit de surse de căldură și vibrații, difu- zorul și sursa de alimentare (redresorul) se vor monta în cutii separate, exterior.

În zona transformatoarelor FI s-a ținut seama de eventualitatea adăugării ulterioare a unui al treilea transformator FI, c.i. tubul electronic aferent, în scopul ridicării performanțelor receptorului.

Cablajul receptorului se execută cu conductori de cupru de 1...1,5 mm grosime, realizându-se legături cât mai scurte cu putință (în special în circuitele de RF și FI). În același scop, rezistențele de catodă și condensatoarele de decuplare a ecranelor se vor conecta la masă (pentru fiecare tub) într-un punct comun. Rezistențele de $3k\Omega$ se vor sonda direct în punctele de apariție a tensiunii RF (la bornele transformatoarelor FI și cosa grilei ecran de pe soclul tubului T3).

O dată cablat, receptorul intră în faza mai delicată a punerii la punct. În acest scop, după ce se face o reverificare a montajului spre a evita orice eroare de cablaj, se introduc tuburile în socluri (fără a se așeza bobinele în compartimentele lor) și se pune receptorul sub curent, oscillatorul de bătăi fiind deconectat, iar P_2 adus la rezistență minimă. Atingând cu degetul grila tubului T5 trebuie să se audă în casă (sau în difuzor) un zgomot puternic, care atestă că etajul de audiofreqvență funcționează. Dacă totul este în ordine, introducem bobina mixerului în soclul său și conectăm, provizoriu, între capetele bobinei L3, o rezistență de 100Ω , pe care aducem un semnal de 450 kHz de la o heterodină modulată (există în laboratoarele radiocluburilor). În acest timp oscillatorul local nu funcționează, bobina sa nefiind introdusă.

Potențiometrul PI este reglat astfel încât grila-ecran pe care o controlează (g_2 , la T_1) să primească tensiunea maximă. Paralel cu casca conectăm un voltmetru de c.a., iar P_3 se aduce în poziția de volum sonor maxim. În continuare se procedează la acordarea transformatoarelor FI conform indicațiilor date la pag. 353 și 354.

După terminarea acordării transformatoarelor FI aducem P_2 în punctul în care apar oscilațiile caracteristice reacției (manifestate printr-un fluierat în difuzor). Se inchide apoi întrerupătorul V_2 al oscillatorului de bătăi, se aşază condensatorul variabil C_4 la jumătate capacitate și se acționează asupra miezului magnetic al bobinei L_6 pînă ce se aude fluieratul bătăilor, poziția finală a miezului așezîndu-se la „zero-beat” (zero bătăi). Din acest moment, oscillatorul local se poate acorda, cu ajutorul lui C_4 , pe oricare parte a frecvenței intermediare ($450\text{ kHz} \pm 1\text{ kHz}$).

Mai departe, se deconectează heterodina modulată și rezistența de 100Ω și se introduc în soclurile lor bobinele mixerului și ale oscillatorului local. Datele acestor bobine, pentru fiecare bandă în parte, nu au fost date intenționat, deoarece, în marea majoritate a cazurilor, bobinele nu se realizează pe carcasele care se recomandă, ci pe cele care se pot procură... Rezultă deci că acestea vor trebui calculate cu formulele date. Cu privire la execuția lor trebuie să se rețină însă că bobinele de cuplaj și de reacție au, la frecvențe mici, cca 1/5 din numărul

total de spire al bobinelor de acord, iar la frecvențe mari, pînă la 1/3, distanța dintre bobine, la dimensiunile uzuale, fiind de ordinul a 5 mm.

Obținerea unui cuplaj optim se realizează pe cale experimentală, prin scoperirea sau îndepărțarea bobinelor, precum și prin schimbarea numărului de spire la bobina de cuplaj.

Bobinele de reacție L_3 se execută „pe aer” (fără carcasa) și se monteză în interiorul carcaselor bobinelor L_1 și L_2 , variația cuplajului dintre L_3 și L_2 putînd fi efectuată prin modificarea paralelismului axelor lor (ca la variometre).

Potențiometrul P_1 fiind adus în poziția de tensiune maximă a grilei teren, iar P_2 în vecinătatea pragului de acroșaj, se fixează P_3 la volumul maxim și se aduce oscilatorul de bătăi la cca ± 1 kHz față de FI. În această situație se răsucescă butonul condensatorului de acord al circuitului de intrare și, în mod normal, mixerul începe să acroșeze (autoosciză) datorită prezenței bobinei de reacție L_3 , în două puncte ale scalei, care se află la ± 450 kHz față de frecvența de lueru a oscilatorului local, în funcție de felul în care lucrează acesta (pe o frecvență superioară sau inferioară frecvenței semnalului util incident (de recepționat). Dacă reacția nu se produce, se inversează capetele bobinei L_3 și, dacă nici în acest caz nu se manifestă acroșajul tipic, se mărește numărul de spire al bobinei L_3 pînă la apariția acestuia. Acordăm apoi receptorul pe un semnal oarecare dintr-una din benzile de amatori și reglăm trimerul între oscilatorul local și mixer pînă la obținerea unui maximum de intensitate sonoră la ieșire.

După efectuarea operațiilor descrise mai sus pentru fiecare bandă de amatori în parte, se procedează la etalonarea scalei, din 10 în 10 kHz (de exemplu), utilizîndu-se o heterodină modulată sau un radioreceptor precis etalonat și un emițător prevăzut cu antenă fictivă.

Pentru alimentarea radioreceptorului de față se va folosi un alimentator capabil să furnizeze 6,3 V/3A c.a., 250 V/100 mA c.c. și 100 V/40 mA c.c. stabilizat.

Șasiul radioreceptorului se introduce într-o cutie metalică prevăzută la partea superioară cu un capac rabatabil, spre a permite schimbarea bobinelor și — implicit — a benzii de radioamatori de recepționat.

4. Superheterodină cu dublă schimbare de frecvență

Receptorul descris mai jos este un receptor de clasă mijlocie — îninind seama de progresele realizate în această direcție — destul de simplu și cu rezultate superioare. Schema de principiu (fig. 326) ne arată o superheterodină cu dublă schimbare de frecvență: prima frecvență în-

termmediară de 1 700 kHz ne asigură o bună eliminare a „imaginilor”, iar selectivitatea este dată de al doilea canal de frecvență intermediată de 110 kHz.

În detaliu, este un super cu 7 tuburi, toate de tip miniatură, lucrând astfel: semnalele captate de antenă trec prin bobinajele de intrare L_1 , L_2 la grila tubului convertor 6AK5. Tot în acest punct se primește tensiunea de radiofrecvență generată de oscilatorul local, montat gen Col-pitts, cu tubul 6AU6. Sistemul folosit lucrează foarte bine, asigurând o bună conversie. Pentru simplificare, condensatoarele de acord sunt separate, cel al oscilatorului fiind prevăzut cu demultiplicare pentru acordul fin. Întrucât în astfel de montaje acordând circuitul de intrare — la frecvențele mai mari — se produce „tragerea” frecvenței oscilatorului, pentru evitarea acestui neajuns se preia tensiunea de radiofrecvență din placa oscilatorului, care este bine separată de circuitul oscilant prin grila supresoare, pusă la masă. Sistemul se caracterizează printr-o bună stabilitate și un zgomot de fond minim.

Bobinele de acord L_1 , L_2 și L_3 sunt comutabile printr-un comutator clasic, cu doi galeți a 2×5 contacte fiecare. Eventual se poate face „schimbătoare”, deși acest lucru nu este aşa de comod, ca atunci cînd se folosește comutatorul.

Tubul convertor extrage diferența dintre semnalul de intrare și cel al oscilatorului local, diferență ce are o valoare de 1 700 kHz. Această frecvență intermediară este trecută la grila celui de-al doilea tub convertor 6BE6, prin transformatorul format din L_5 , L_6 și condensatoarele fixe respective.

Întrucât aici este totuși necesară o selectivitate cît mai bună, dat fiind faptul că urmează canalul de 110 kHz prin care ar putea trece și semnale-imagine (la o distanță de 220 kHz de semnalul dorit), se folosește un transformator special: cele două bobinaje sunt realizate separat și cuplate printr-un „link” fără posibilitate de cuplaj direct. Se folosesc carcase „oale” ferocart și se bobinează (în fiecare oală) 30 spire cu liță de radiofrecvență de $24 \times 0,07$ pentru circuitul acordat și 5 spire, tot din liță, pentru „link”. Între „oale” se montează un blindaj de aluminiu, iar legătura „link” se face printr-o bucată mică de cablu blindat. Astfel, se obține un transformator de frecvență intermediară cu o bună selectivitate.

Al doilea etaj convertor are oscilatorul său local montat în ECO și acordat pe 1 810 kHz. Bobina L_7 este constituită din 45 spire sîrmă cu diametrul 0,2 izolată cu bumbac, cu priza de catodă la 10 spire dinspre capătul masă, bobinate pe o carcăsă cu diametrul exterior de 15 mm și prevăzută cu miez de ferocart reglabil. Bobina L_7 și condensatorul său de acord (500 pF ceramic sau mica argintată) sunt cuprinse într-un mic blindaj cilindric de aluminiu.

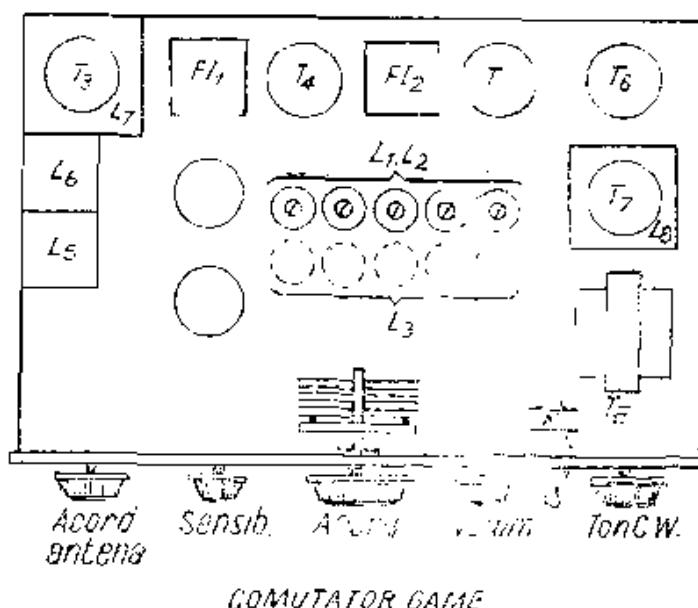
Semnalele din placa acestui tub convertor sunt acum la 110 kHz și ele sunt trecute prin transformatorul $F1_1$ la grila tubului amplificator 6BA6, a cărui amplificare este reglabilă manual prin reglarea tensiunii de polarizare a catodei și automat prin negativarea dată de sistemul CAA. Din placa acestui tub, semnalele trec prin transformatorul $F1_2$ la dioda detectoare din tubul 6AT6. Cealaltă diodă a acestui tub produce tensiunea de CAA, iar partea triodă servește ca preamplificatoare de audio-frecvență. Tubul final 6AQ5 constituie etajul de putere și acționează — prin transformatorul de ieșire TE — difuzorul sau casca.

Pentru recepția în telegrafie, comutatorul K_1 pune la masă linia CAA, sensibilitatea fiind reglată manual, și alimentează oscilatorul de heterodinare (BFO) echipat cu tubul 6C4 în montaj clasic ECO. Tensiunea de radiofrecvență dată de acesta este aplicată la dioda detectoare, iar reglajul fin al frecvenței este realizat printr-un mic condensator variabil în paralel cu circuitul bobinei L_8 . Această bobină este formată dintr-un bobinaj identic cu acel al transformatoarelor $F1_1$ și $F1_2$, cărora li s-au debobinat ca și $\frac{1}{4}$ din numărul total de spire, s-a scos priza de catodă și s-a rebobinat apoi sîrma la loc.

Pentru alimentarea receptorului se folosește un redresor separat debînd 220 V/0,1 amper, 6,3 V/3,5 amperi și 105 V stabilizat printr-un tub stabilizator tip VR-105 sau SG-3 (CF-3).

Bobinele se confectionează conform tabelului XII pe carcase de 8 mm diametru exterior, prevăzute cu miez de ferocart reglabil. Ele permit un reglaj optim și foarte comod. De notat că bobina L_3 are, în unele cazuri, un condensator suplimentar C_6 de valoare înscrișă în tabel respectiv. Valorile sunt să se fel date încît benzile de amatori să extinse astfel: 3 500—3 700 kHz; 7 000—7 180 kHz; 14 000—14 360 kHz; 21 000—21 450 kHz și 28 000—28 700 kHz (în acest ultim caz s-a considerat utilă numai această portiune a benzii de 28 MHz).

Receptorul a fost realizat pe un șasiu de aluminiu gros de 2 mm, cu dimensiunile $220 \times 160 \times 50$ mm și un panou frontal de 230×140 mm. Dispoziția pieselor principale se face ca în figura 327.



COMUTATOR GAME

Fig. 327.

Pentru obținerea unor rezultate optime, este absolut necesară o construcție cît mai îngrijită, precum și folosirea unor piese de bună calitate. Astfel, toate condensatoarele de valoare sub 1 000 pF vor trebui să fie ceramice, inclusiv soclurile primelor trei tuburi (cel puțin!), iar carcasa se bobinelor vor fi, de preferință, din trolitul (polistiren).

În plus, ansamblul 6BE6 (T_3) cu L_7 și piesele corespunzătoare va trebui blindat în întregime, pentru ca radiatiile nedorite, provocând diferite heterodinări parazitare, să fie absolut minime. Tot așa se va proceda și cu oscilatorul de telegrafie (BFO), care poate provoca și el reacții nedorite.

Tuburile indicate sunt cele folosite în aparat; ele pot fi însă înlocuite cu tipurile corespunzătoare de fabricație sovietică, cehoslovacă etc. De exemplu: 6AK5 se poate înlocui cu 6ЖИП, 6BA6 cu 6F31-Tesla etc.

Puterea la punct a receptorului comportă acordarea precisă a transformatoarelor $F1$; mai întâi $F1_2$, apoi $F1_1$, pe 110 kHz, apoi grupul L_5 și L_6 pe 1 700 kHz, urmând oscilatorul L_7 . În sine, grupul L_8 care se va regla cu comutatorul K_1 în poziția *telegrafie (CW)* așa fel încât cu condensatorul de reglaj sănătății al BFO-ului închis la jumătate să avem *bătăi nule*; deplasându-l la dreapta sau la stânga de această poziție centrală, se obține heterodinarea (fluierătura) la o tonalitate convenabilă.

Oscilatorul T_2 lucrează numai pe frecvențele benzilor de amatori și va fi reglat cu un undametru sau grid-dipp-metru. În cazul cînd etalonarea benzilor nu este satisfăcătoare, se va modifica capacitatea condensatorului de acord respectiv. Se recomandă astfel schema din figura 328, comutatorul de unde îndeplinind încă o funcțiune: aceea de a insera cîte un condensator suplimentar separat pentru fiecare bandă în parte, ceea ce va permite etalonarea dorită, cu un condensator variabil de acord de 30—100 pF (redus corespunzător de condensatoarele serie). În acest montaj, condensatorul C se omite cu desăvîrșire.

Bobinele L_1 , L_2 se fixează deasupra șasiului, în timp ce L_3 se fixează dedesubt. Legăturile la comutator se execută cît mai rigide și directe. De altfel, toate conexiunile de radiofrecvență se fac cu sîrmă argintată izolată, fără ocoluri inutile. Nu trebuie uitat că rigiditatea mecanică contribuie la stabilitatea funcționării receptorului! Miniaturizarea își are avantajele ei categorice...

Receptorul descris este destul de simplu, însă cere totuși oarecare experiență și deci este recomandat amatorilor mai avansați. Construit cu grijă și materiale de bună calitate, el se comportă excelent și prilejuiește multe ore de recepție plăcută. Pentru orientare, dăm performanțele lui în stadiul final:

Tabelul 3.7

Banda	L_1	L_2	L_s	C	Frecvență oscilatorului	Observații
3,5 MHz	30 spire diametru 0,1	70 spire diametru 0,15	36 spire diametru 0,2	50 pF	5 200 - 5 400 kHz	L_1, L_2 bobinate în față dist. 3 mm L_s la 2 mm de L_2
7 MHz	10 spire diametru 0,15	38 spire diametru 0,2	16 spire diametru 0,2	80 pF	8 700 - 8 880 kHz	idem
14 MHz	5 spire diametru 0,15	18 spire diametru 0,3	8 spire diametru 0,3	-	15 700 - 16 060 kHz	idem
21 MHz	4 spire diametru 0,15	12 spire diametru 0,3	6 spire diametru 0,3	-	22 700 - 23 150 kHz	idem
28 MHz	3 spire diametru 0,15	10 spire diametru 0,3	4 spire diametru 0,3	-	26 300 - 27 000 kHz	idem

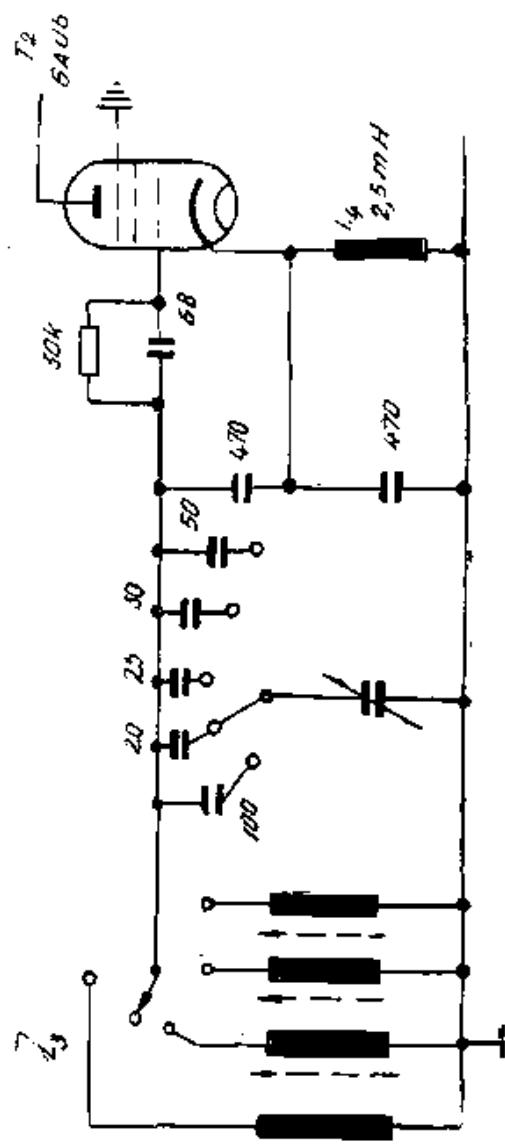


Fig. 328.

Sensibilitatea canalului de frecvență intermedie: $80 \mu\text{V}$; sensibilitatea generală pentru 50 mW ieșire: $> 10 \mu\text{V}$; selectivitatea maximă: 2 kHz ; alunecarea de frecvență după 30 minute: 2 kHz ; zgomot de fond la volum maxim: -40 dB ; atenuarea frecvențelor imagine: $> 40 \text{ dB}$.

5. Emițător de 15W

Emitătorul descris mai jos poate livra o putere în radiofrecvență de aproximativ 15 W , atât în telegrafie (A_1) cât și în telefonie (A_3).

La alcătuirea schemei de principiu (fig. 329) s-a ținut seama de următoarele considerente:

- A. acoperirea principalelor benzile de amatori și anume benzile de $3,5-7-14-21$ și 28 MHz ;
- B. obținerea unor semnale de calitate bună;
- C. manevrarea comodă în toate benzile;
- D. reducerea la strictul necesar a numărului de piese și folosirea — în măsura posibilităților — de materiale ușor procurabile.

Tinând seama de aglomerația existentă în prezent în benzile de amatori și de faptul că s-a statoricit obiceiul ca stațiunile participante la un QSO să lucreze pe aceeași frecvență (sau aproape), se impune folosirea unui oscilator cu frecvență variabilă, fără însă a elibera posibilitatea pilotării cu cristal. Aceste două modalități au fost prevăzute și la emițătorul de față, așa cum se vede în schemă.

Oscilatorul cu frecvență variabilă este de tipul ECO (oscilator cu cuplaj electronic), care asigură o stabilitate bună. Într-un asemenea tip de oscilator, același tub (tetrodă) îndeplinește atât funcția de oscilator, cât și de amplificator. Grila ecran are același rol ca și anodul unui oscilator cu triodă, în timp ce tensiunea de ieșire este culeasă de la un circuit acordat anodic separat, cuplajul făcindu-se prin curentul electronic comun.

Circuitul de grilă este acordat în banda de 80 m ($3500-3700 \text{ kHz}$) și se compune dintr-o bobină corespunzătoare, legată în paralel cu un condensator ajustabil (trimer) de 500 pF și unul variabil, cu aer, de 50 pF , cu care se obține extensia necesară. Pentru stabilizarea tensiunii de ecran, aceasta din urmă se obține dintr-un divizor de tensiune, format din R_2 și R_3 . Circuitul acordat anodic acoperă două benzi de amatori, fără a fi nevoie de schimbarea bobinei (același principiu a fost adoptat pentru toate etajele următoare).

Al doilea etaj al aparatului este un etaj multiplicator de frecvență, care poate fi excitat fie de către etajul precedent, fie de către un cristal de quarț, aflat în circuitul grilei de comandă. Acest cristal va fi pe $3,5 \text{ MHz}$.

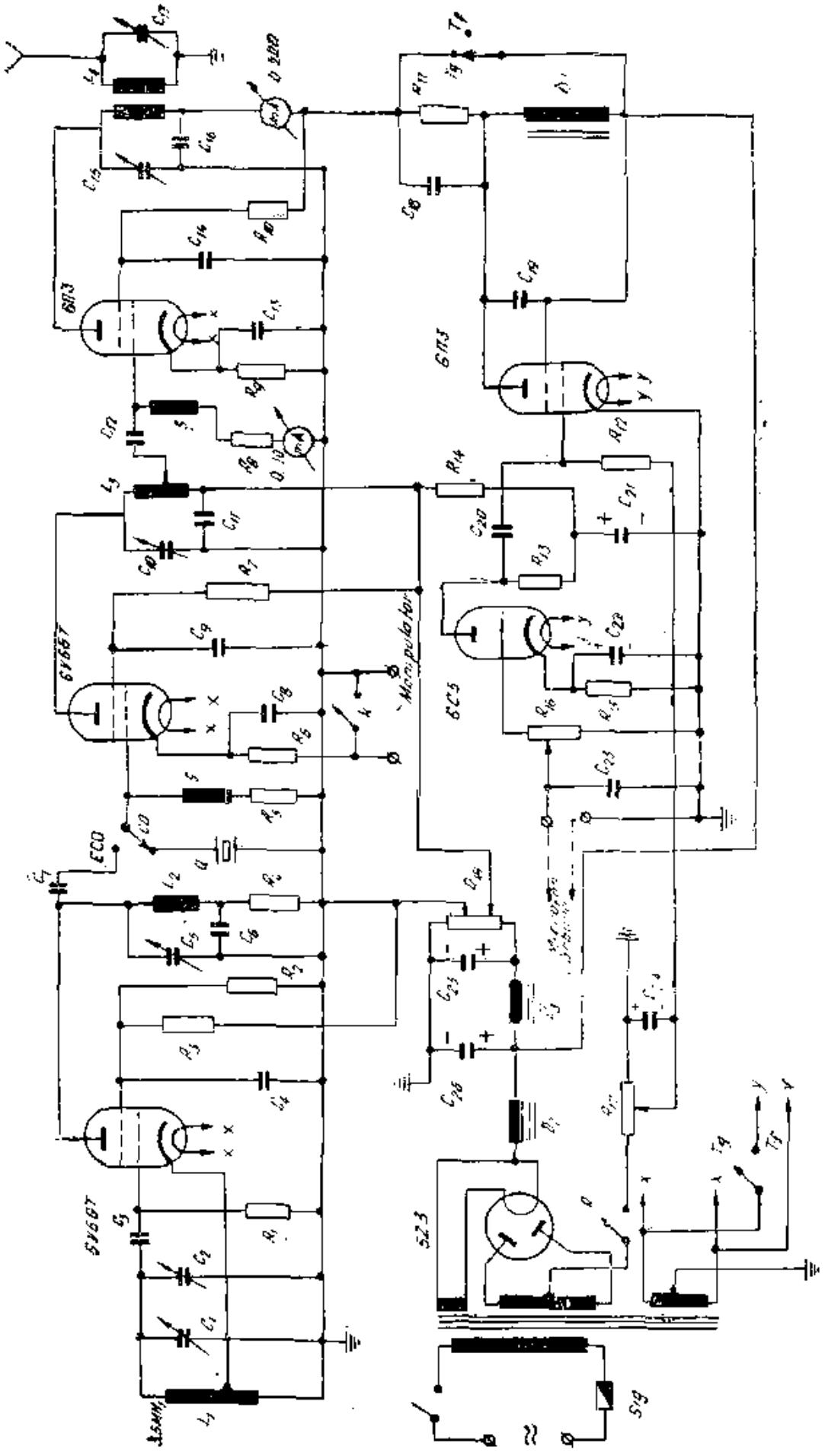


Fig. 329.

(pentru a emite în benzile de 3,5 sau 7 MHz) și pe 7 MHz pentru a emite pe 14, 21 sau 28 MHz. Eventual, un cristal pe 3,5 MHz va putea servi pentru toate benzile, dar emițătorul va lucra cu un randament mai redus în gamele de 10, 15 și 20 m. Trecerea de la ECO la CO (oscilator cu cristal) se face cu ajutorul unui comutator cu două poziții. Pentru toate benzile — cu excepția celei de 3,5 MHz — acest etaj va dubla sau tripla frecvență. Circuitul acordat anodic necesită două bobine, cîte una pentru două benzi. Se vor utiliza carcase de calit sau trolit cu piciorușe și un soclu din material identic. S-a renunțat la folosirea unui comutator, deoarece se procură greu și aduce cu sine pierderi inevitabile de curenti de radiofrecvență. Prin folosirea bobinelor schimbătoare (în acest etaj, cît și în etajul final) aceste inconveniente se evită.

Etajul amplificator final lucrează în clasă C și nu dublează frecvența decât pentru banda de 28 MHz, în care caz puterea de ieșire nu depășește 10 W. Înțînd însă seama că în această bandă se obțin legături la distanțe mari cu puteri foarte mici (2—3 W), aceasta nu prezintă nici un neajuns. Rezistența R_8 asigură o negativare fixă de cca 20 V în condiții normale de funcționare. Dacă, însă, datorită unei greșite manevrări (lipsa excitației sau dezacordul circuitului anodic), curentul de placă ar tinde să crească peste limita admisă, provocind astfel distrugerea tubului, negativarea crește și ea automat și limitează la o valoare acceptabilă acest curent. Același rol îl are de altfel și rezistența R_6 la etajul precedent. Manipulația se face în circuitul catodic al aceluiași etaj. În momentul cînd manipulatorul este deschis, există o diferență de potențial de cca 200 V la capetele lui, de unde reiese necesitatea absolută de a folosi un manipulator protejat și pus la pămînt, astfel ca orice posibilitate de electrocutare să fie eliminată de la început. Insistăm în mod deosebit asupra acestui punct. Cele două înfășurări ale bobinei L_4 sunt absolut identice și se vor bobina la o distanță de 10 mm una de alta. Condensatoarele C_{15} și C_{17} vor fi de preferință tipuri speciale de emisie, cu distanță mai mare între plăci, dar se vor putea folosi eventual și cele obișnuite.

Pentru lucrul în telefonie s-a adoptat sistemul de modulație prin soc (Heissing) și s-a prevăzut un modulator corespunzător. Pentru a putea modula 100% unda purtătoare, tubul 6П3 de audiofrecvență primește o negativare fixă de la redresor și livrează în aceste condiții o putere de cca 11 W la un procent de distorsiuni acceptabil. Etajul preamplificator de audiofrecvență este convențional și suficient pentru cazul cînd se utilizează un microfon cu cărbune. O calitate de modulație mult superioară se poate însă obține prin folosirea unui microfon piezoelectric sau dinamic (prevăzut cu transformatorul său propriu). Pentru amatorii care pot dispune de asemenea microfoane, în fig. 330 se arată

schema unui preamplificator coresponzător. Potențiometrul R_{14} reglează nivelul modulației și poziția corectă va fi însemnată o dată pentru totdeauna.

Transformatorul de alimentare va fi prevăzut cu următoarele însășirări secundare: 5 V/3 A pentru încălzirea lămpii redresoare; 2×275

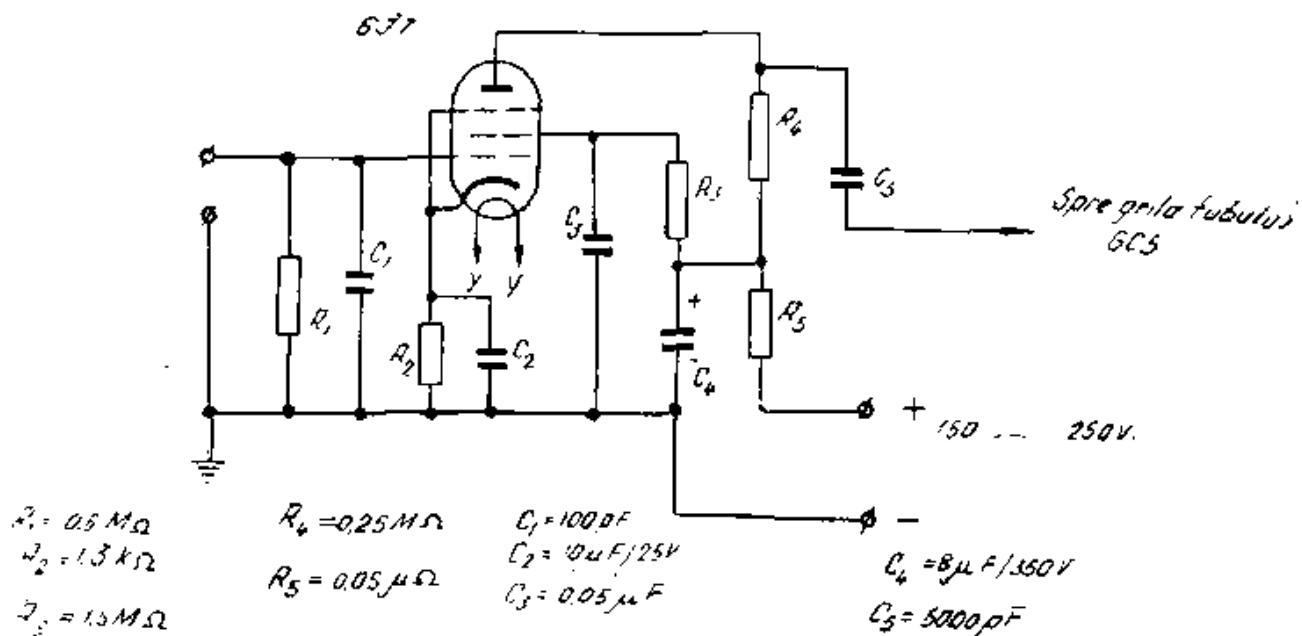


Fig. 330.

V/250 mA pentru alimentarea anodică a lămpilor; 6,3 V/4 A pentru încălzirea tuturor lămpilor.

Un comutator 3×2 poziții asigură trecerea de la telegrafie la telefonie.

Toate condensatoarele variabile din acest emițător vor fi cu aer și izolație cu calit sau cuart. În măsura posibilităților și soclurile tuburilor de radiofrecvență vor fi tot din calit. Tubul 6J7 poate fi înlocuit cu unul din tipurile 6L6, 6L6G, 6L6GX (ultimul fiind de preferat).

Socul de radiofrecvență S are 2.5 mH , dar poate fi confectionat de către amator bobinând într-o carcăsă strunjită din P.C.V. sau textolit (fig. 331 a) cîte 60 de spire din sîrmă de 0.2 mm diametru, izolată cu vînal, în fiecare din cele patru șanțuri.

Un bec de 6,3 V, tip radio, de culoare verde, se va aprinde în momentul funcționării în telegrafie. În timpul funcționării în telefonie se va aprinde și un bec identic, de culoare roșie. Becurile vor fi vopsite de către amator cu nitrolac.

Nu se vor da în cadrul acestor descrieri indicații precise de asamblare a pieselor, deoarece este posibil ca unii amatori să renunțe la telefonie

— modulatorul devenind inutil în acest caz — iar alții să fie deja în posesia unui redresor sau amplificator de audiofreqvență. Ca linie generală, se recomandă însă blindarea completă a etajului oscilator și a bobinelor L_1 și L_2 în parte. De asemenea, este necesară blindarea — pînă

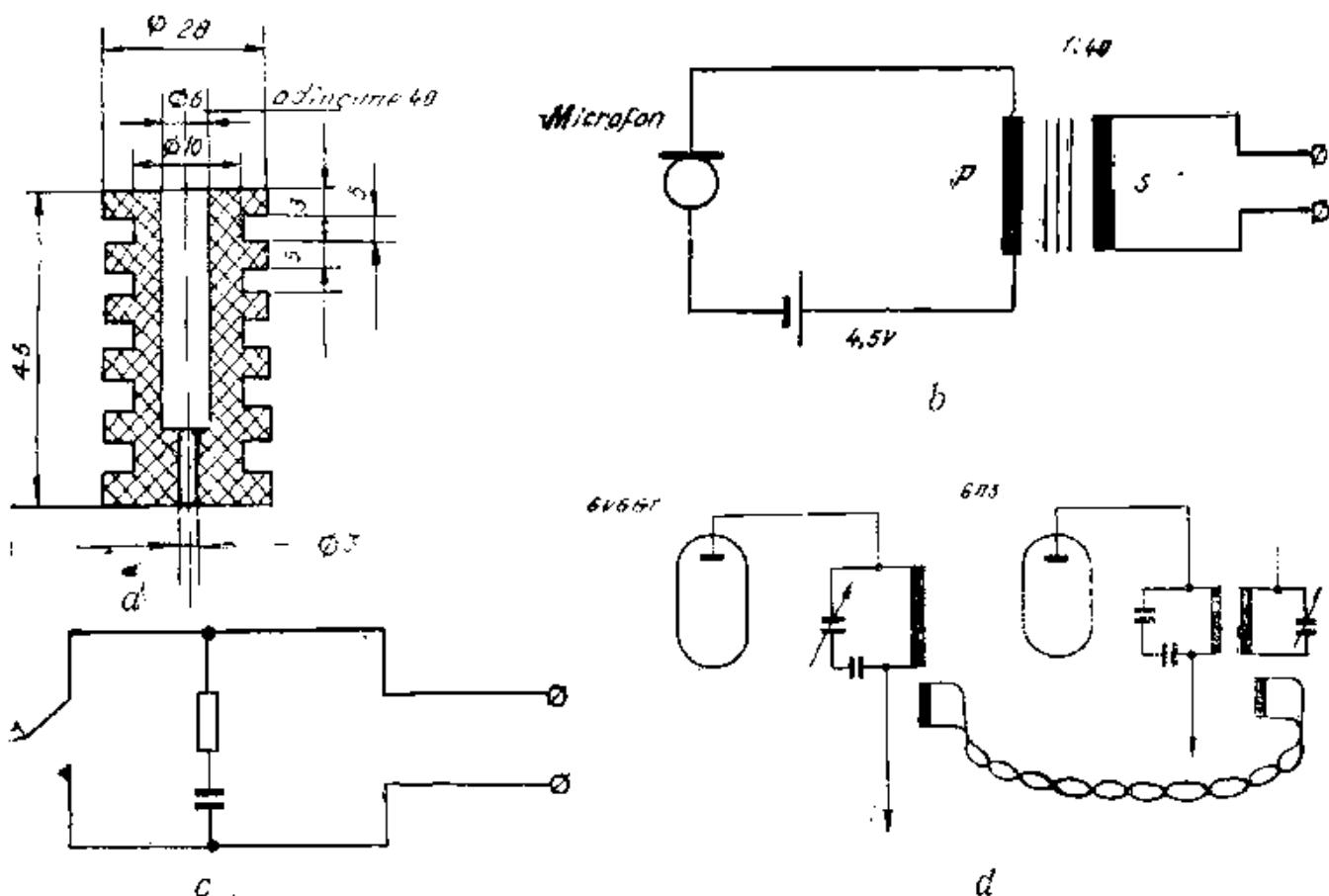


Fig. 331.

la înălțimea anodului — a tuburilor 6V6GT (multiplicator) și 6P13 (amplificator de putere). Se vor lua măsuri pentru a evita orice cuplaj posibil între bobine la L_2 , L_3 și L_4 , iar toate condensatoarele de decuplaj vor fi lipite direct la soclul tubului respectiv și la cel mai apropiat punct de pe șasiu. Se vor folosi numai condensatoare cu mică în acest scop.

Un șasiu avînd dimensiunile $50 \times 30 \times 8$ cm, din tablă de aluminiu sau fier, prevăzut cu panou frontal rigid, convine pentru acest aparat. Condensatoarele C_5 și C_{10} se vor monta sub șasiu, iar C_{15} și C_{17} deasupra șasiului. În mijlocul panoului frontal se va monta scala gradată în frecvențe pentru toate benzile de amatori, iar în părțile laterale se vor monta instrumentele de măsură, potențiometrul, comutatoarele și bęcurile de semnalizare. Bornele de microfon și manipulator se vor monta în spatele

șasiului. Și acum o ultimă recomandare: evitați amplasarea oricărora altor piese în apropierea imediată a rezistențelor de mare wattaj (în special R_{18}), căci acestea degajând o căldură destul de mare pot prejudicia ulterior funcționarea aparatului.

În figura 331 b se arată modul de conectare a microfonului cu cărbune, împreună cu bateria și transformatorul său, iar în figura 331 c modul de deparazitare al manipulatorului pentru a evita „clicsurile” atât de supărătoare pentru vecini și alți radioamatori din aceeași localitate. Rezistența R are cca 140 ohmi, iar condensatorul C 0,5 μ F. Ambele se vor lega direct la bornele manipulatorului.

În tabelul XIII se dau toate datele pentru confectionarea bobinelor, iar în tabelul XIV se arată cum trebuie acordate diferitele etaje ale emițătorului pentru a lucra cu maximum de randament.

Punerea la punct inițială a emițătorului se face stabilind o dată pentru totdeauna pozițiile condensatoarelor C_1 , C_2 și C_{10} corespunzătoare acordului pe diferitele benzi. Trimerul C_2 se va regla astfel încât C_1 să acopere întocmai portiunea de 3 500—3 700 kHz.

Un miliampmetru de 100 mA, intercalat pe rînd în circuitul anodic al tuburilor 6V6GT, va arăta un curent minim în momentul acordului pe frecvența fundamentală sau pe una din armonici. Punerea la punct a etajului final constă în fixarea unei prize de pe bobina L_3 , care să rezulte într-un curent de 9 mA în circuitul de grilă al tubului 6H3 (cu toate etajele, anterioare acordate). Această valoare este valabilă pentru tele-

LISTA DE MATERIALE

R_1 — 0,1 M Ω /0,5 W	C_1 — 500 pF/trimer	C_{18} — 1 000 pF
R_2 — 7 000 Ω /2 W	C_2 — 50 pF/variabil	C_{20} — 0,01 μ F
R_3 — 10 k Ω /5 W	C_3 — 100 pF	C_{21} — 8 μ F/500 V
R_4 — 2 000 Ω /3 W	C_4 — 0,01 μ F	C_{22} — 2 μ F/30 V
R_5 — 40 k Ω /2 W	C_5 — 250 pF	C_{23} — 100 pF
R_6 — 200 Ω /1 W	C_6 — 2 000 pF	C_{24} — 10 μ F/30 V
R_7 — 10 k Ω /1 W	C_7 — 100 pF	C_{25} — 8 μ F/500 V
R_8 — 10 k Ω /2 W	C_8 — 0,01 μ F	C_{26} — 8 μ F/500 V
R_9 — 300 Ω /5 W	C_9 — 0,01 μ F	L_1 — 10 H/150 mA
R_{10} — 10 k Ω /2 W	C_{10} — 100 pF	L_2 — 30 H/250 mA
R_{11} — 500 Ω /5 W	C_{11} — 2 000 pF	L_3 — 10 H/100 mA
R_{12} — 0,5 M Ω /0,5 W	C_{12} — 100 pF	Q — vezi textul
R_{13} — 0,1 M Ω /0,5 W	C_{13} — 0,01 μ F	S — vezi textul
R_{14} — 0,5 M Ω /0,5 W	C_{14} — 2 000 pF	T — vezi textul
R_{15} — 6 k Ω /0,5 W	C_{15} — 100 pF	mA — vezi textul
R_{16} — 1 M Ω /0,5 W	C_{16} — 2 000 pF	2 buc. comutatoare 1×2 poziții
R_{17} — 100 Ω /10 W	C_{17} — 100 pF	1 buc. comutator 3×2 poziții
R_{18} — 30 k Ω /20 W	C_{18} — 0,05 μ F	1 buc. intrerupătoare mono- polar

Tabelul XIII

	B ₁ 3,5 MHz	B ₂ 3,5—7 MHz	B ₃ 3,5—7 MHz	B ₄ 14—21 MHz	B ₅ 3,5—7 MHz	B ₆ 14—28 MHz
Numărul de spire	15 (11+4)	22	36	91/2	36	6
Diametrul sîrmei (mm)	1	1	1	1	1	2
Lungimea bobinajului (mm)	40	40	40	30	40	20
Izolamentul sîrmei	email + 2×mătase	email	email	email	email	email
Diametrul carcasei (mm)	30	30	30	30	30	30
Felul carcasei	carton bachelizat	calit sau trolit	calit sau trolit	calit sau trolit	calit	calit

Tabelul XIV

Banda	Oscilator grilă	Oscilator placă	Dublitor placă	Amplificator placă
3,5 MHz	3,5 MHz	3,5 MHz	3,5 MHz	3,5 MHz
7 MHz	3,5 MHz	3,5 MHz	7 MHz	7 MHz
14 MHz	3,5 MHz	7 MHz	14 MHz	14 MHz
21 MHz	3,5 MHz	7 MHz	21 MHz	21 MHz
28 MHz	3,5 MHz	7 MHz	14 MHz	28 MHz

fonie, iar pentru telegrafie curentul de grilă nu trebuie să depășească 5 mA, ceea ce se poate obține dezacordind ușor circuitul anodic precedent. În aceste condiții, curentul anodic al etajului final va fi de cca 60 mA în telefonie și 80 mA în telegrafie (cu antena cuplată și condensatoarele C_{15} și C_{17} acordate corect).

În cazul cînd, cu toate precauțiile luate, etajul final va avea tendință să autooscileze, el va trebui să fie neutrodinat. Cea mai simplă metodă este arătată în figura 331 d și constă în bobinarea a cîtorva spire suplimentare pe lîngă înfășurările L_3 și L_4 și legate între ele prin două fire torsadate (cuplaj link). Neutralizarea este corectă în momentul cînd — fără a aplica tensiunea anodică la lampa finală — curentul de grilă rămîne constant, indiferent de poziția în care se află C_{15} , etajele precedente funcționînd normal.

După ce toate tuburile au fost puse în funcție și etajele acordate, se vor potrivi prizele rezistenței R_{18} astfel încât oscillatorul să primească 10 V, iar multiplicatorul de frecvență 300 V. Valoarea rezistenței R_{17} se va ajusta pentru a obține negativare fixă de 18 V la grila tubului final de diofrecvență.

Un comutator monotor, montat pe priza mediană a transformatorului de alimentare, oprește — în cazul receptiei — numai tensiunea secundică, lăsând tuburile în calzite.

6. Emițător de 50 W

Cercetând schema de principiu (figura 332) se poate constata că este vorba de un emițător clasic, cu patru etaje, funcționând în telegrafie și telefonie, pe toate benzile radioamatori, cuprinse între 3,5 MHz și 28 MHz. Tancția de alimentare care se dispune, înaintul etajului de putere, poate varia între 15 și 100 wăți.

Prințul etaj — oscillatorul pilot (VFO) — este echipat cu tubul

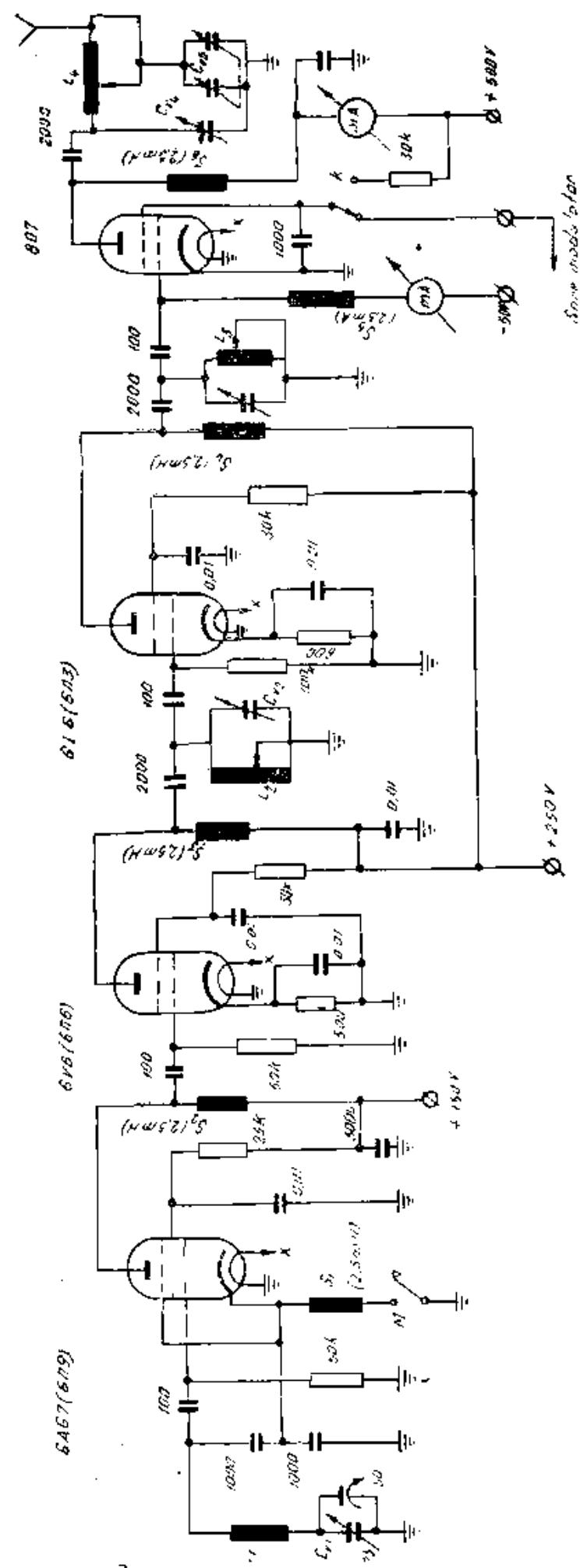


Fig. 332.

SAC7 (6Π9), montat după schema oscilatorului Clapp. Față de oscilatoarele de acest tip, utilizate pe scară largă în majoritatea stațiilor moderne, oscilatorul de față prezintă o mică particularitate în ceea ce privește frecvența de lucru, care este de numai 3,5 MHz (spre deosebire de cele obișnuite, care oscilează pe 1,75 MHz). Acest artificiu constructiv permite reducerea unui etaj în schemă, economisind astfel un tub și cîteva piese scumpe, fără a împiedica însă cu ceva asupra stabilității frecvenței. Pentru a evita apariția „chirpy-ului”, care deformează semnalele telegrafice, s-a prevăzut, și se recomandă imperios, alimentarea oscilatorului cu tensiuni integral stabilizate (75 V la ecran și 150 V la placă). În circuitul catodic s-a introdus un jack pentru branșarea manipulatorului (*M*).

Urmărind schema în continuare, constatăm că oscilatorul pilot este cuplat aperiodic cu etajul următor, prin intermediul bobinei de soc de radiofrecvență de 2,5 mH, din circuitul anodic, și condensatorului de 100 pF (cel puțin 500 V tensiune de lucru) din grila tubului 6V6. Etajul următor, prevăzut cu tubul acesta (6V6), lucrează ca preamplificator, în vînda de 3,5 MHz, și ca dublor, în celealte benzii. Schimbarea benzii de lucru (3,5 MHz sau 7 MHz) se face cu ajutorul unui crocodil, care scurtează bobina circuitului acordat L_2 . Se înțelege că o soluție mai elegantă a acestei operații ar constitui-o utilizarea unui comutator simplu (gen kippschalter) de bună calitate, însă noi am ales varianta cea mai ieftină.

După cum se observă din schemă, circuitul acordat al acestui etaj este conectat în paralel cu tubul, prin intermediul unui condensator de 2 000 pF, izolat cu mică, cu o tensiune de lucru de minimum 750 V. Ca și la etajul precedent, în circuitul anodic se află o bobină de soc de radiofrecvență de 2,5 mH, care are rolul de a împiedica trecerea radiofrecvenței spre circuitele de alimentare. Condensatorul CV_2 , de circa 200 pF, este unul obișnuit (pentru recepție) căruia i s-au scos cîteva plăci, pentru a-i se reduce capacitatea de la 500 pF la cea specificată anterior.

Etajul următor, echipat cu binecunoscutul tub 6L6 (6IL3) face oficial de preamplificator pentru etajul final, lucrând în benzile de 3, 5, 7, 14 și 21 MHz. Construcția sa nu diferă de aceea a etajului precedent, cu excepția bobinei, care are un număr mai mare de prize (patru), necesare pentru schimbarea benzilor. Condensatorul de acord CV_3 este identic cu CV_2 .

Etajul final este dotat cu un clasic 807, care își primește excitația prin condensatorul de atac de 100 pF. El lucrează ca amplificator în benzile de 80, 40, 20 și 15 m și ca dublor în banda de 10 m.

Circuitul de ieșire este montat în „Π” (filtru Collins), pentru a permite o comutare comodă a benzii de lucru și o adaptare perfectă la orice tip de antenă. În afară de aceasta, filtrul „Π” suprimă armo-

nicile superioare, care ar putea interfera emisiunile de televiziune. Cele două condensatoare CV_1 și CV_2 sunt bine izolate (pe calit sau stearit) și au, respectiv, 150 pF (izolat la 1000 V) și 1000 pF . Condensatorul CV_5 nu este altceva decât un condensator variabil de recepție, de bună calitate, de $2 \times 500 \text{ pF}$, cu secțiunile legate în paralel. Comutarea prizeelor de pe bobina filtrului „π” se face cu ajutorul unui crocodil sau prin intermediul unui comutator cu un galet, de calit, având 7 poziții și un circuit. Numărul acesta mare de prize este necesar pentru a facilita adaptarea la antenă.

Ecranul tubului este alimentat, în timpul emisiunilor în telegrafie, din sursa comună de tensiune anodică ($+500 \text{ V}$) și din sursa de alimentare anodică a modulatorului ($+250 \text{ V}$), în cazul lucrului în telefonie.

Trecerea dintr-un regim de lucru într-altul (grafie-fonie) se face cu ajutorul comutatorului K , al cărui izolament trebuie să suporte o suranță 600 V .

Pentru acordarea corectă a emițătorului s-au prevăzut două miliampmetre: unul de $0-10 \text{ mA}$, inserat în circuitul de grilă al tubului final, și altul de $0-100 \text{ mA}$, conectat în circuitul anodic al aceluiași tub. La rigoare, se poate renunță definitiv la cel din circuitul grilei sau să utilizează un instrument de $0-10 \text{ mA}$ pentru ambele măsurători. În acest caz se va apela la un sistem de comutare oarecare, și desigur, se va introduce un șunt, care ridică limita de măsurare a instrumentului la 100 mA .

În încheiere, trebuie să subliniem că toate condensatoarele de 2000 pF , care se află în circuitele anodice ale tuburilor, trebuie să fie de excepțională calitate, și, în special, cel din circuitul de ieșire al etajului final, a cărui tensiune de lucru nu poate fi mai mică de 1500 V .

Detalii constructive. Întregul emițător se execută pe un șasiu de aluminiu de $2-3 \text{ mm}$ grosime, de $450 \times 25 \times 75 \text{ mm}$.

Toate etajele se separă între ele prin ecrane de aluminiu verticale, fixate sub și deasupra șasiului.

O atenție deosebită trebuie acordată oscillatorului pilot care, pentru a evita alunecări de frecvență datorită încălzirii pieselor ce alcătuiesc circuitul oscilant, trebuie blindat în întregime și izolat termic. Soluția este mai potrivită o constituie montarea condensatoarelor sale (condensatorul variabil CV_1 , trimerul conectat în paralel cu el, cele două condensatoare de 1000 pF , care constituie divizorul de tensiune și condensatorul de 100 pF din grilă) și a bobinelor respective într-o cutie de aluminiu, fixată pe șasiu cât mai departe de tubul oscillator 6AG7.

În ceea ce privește restul etajelor, se recomandă ca bobinile de soc și radiofrecvență să fie așezate perpendicular pe axele bobinelor cir-

cuitelor acordate, în scopul de a evita orice cuplaj nedorit. De asemenea, toate condensatoarele de cuplaj ale ecranelor vor trebui conectate la masă exact în punctele unde sunt sudate condensatoarele care decouplează catodele.

Pentru executarea conexiunilor de masă vă sfătuim să utilizați un conductor de minus general, adică o sârmă groasă de 2,5—3 mm, prinsă la șasiu într-un singur punct, la care se vor lipi toate conductoarele ce trebuie să aibă potențial zero (masa).

Bobinele de soc de radiofrecvență se pot executa bobinând, în fagure, 3—4 galeti, cu un conductor de 0,2 mm izolat cu mătase, lung cît 0,3 λ (λ fiind cea mai mare lungime de undă utilizată în stație, recte: $0,3 \times 80 \text{ m} = 24 \text{ m}$). La nevoie, bobinele se pot executa și pe carcase de material dielectric acceptabil (bachelită, ebonită etc.), cu 3...4 șanțuri și 8...10 mm diametru la fundul șanțului.

Pentru alimentarea emițătorului se poate utiliza orice redresor capabil să livreze următoarele tensiuni: 500 V/100 mA, 250 V/100 mA (cu tensiune stabilizată cu tub de neon de 150 V/15 mA) și —100 V/5 mA.

Un redresor bun, capabil să asigure un imput de 50—60 W, este cel din figura 333.

Redresorul se montează pe un alt șasiu (de preferință de lemn), iar tensiunile se aduc la emițător prin intermediul unui cablu cu șase fir. Cuplajul se efectuează cu un soclu cu opt picioare, montat pe șasiul redresorului, și un culot de tub din aceeași serie.

Bobinele circuitelor acordate se execută cu conductor de cupru emaiat, conform tabelului XV.

Tabelul XV

Bobina	Benzile de lucru (MHz)	Numărul de spire	Diametrul conductorului (mm)	Diametrul lungime bobinaj (mm)	Prize de la masă în spiră
L ₁	3,5	38	1,00	40/47	—
L ₂	3,5—7	25	1,00	25/49	10
L ₃	3,5—7—14—21	25	1,00	25/49	10—15—19
L ₄	3,5—7—14—21—28	35	1,50	30/47	Priza la fiecare 5 spire

Punerea la punct a emițătorului. Este extrem de simplă. Fără să se introducă tuburile în socluri, se verifică tensiunile. Dacă nu există erori, se introduce tuburile și se rotește butonul condensatorului CV_1 al oscillatorului pilot. Prezența oscilațiilor se verifică inițial cu ajutorul unui bec de neon, care trebuie să se aprindă prin apropierea de conexiunea

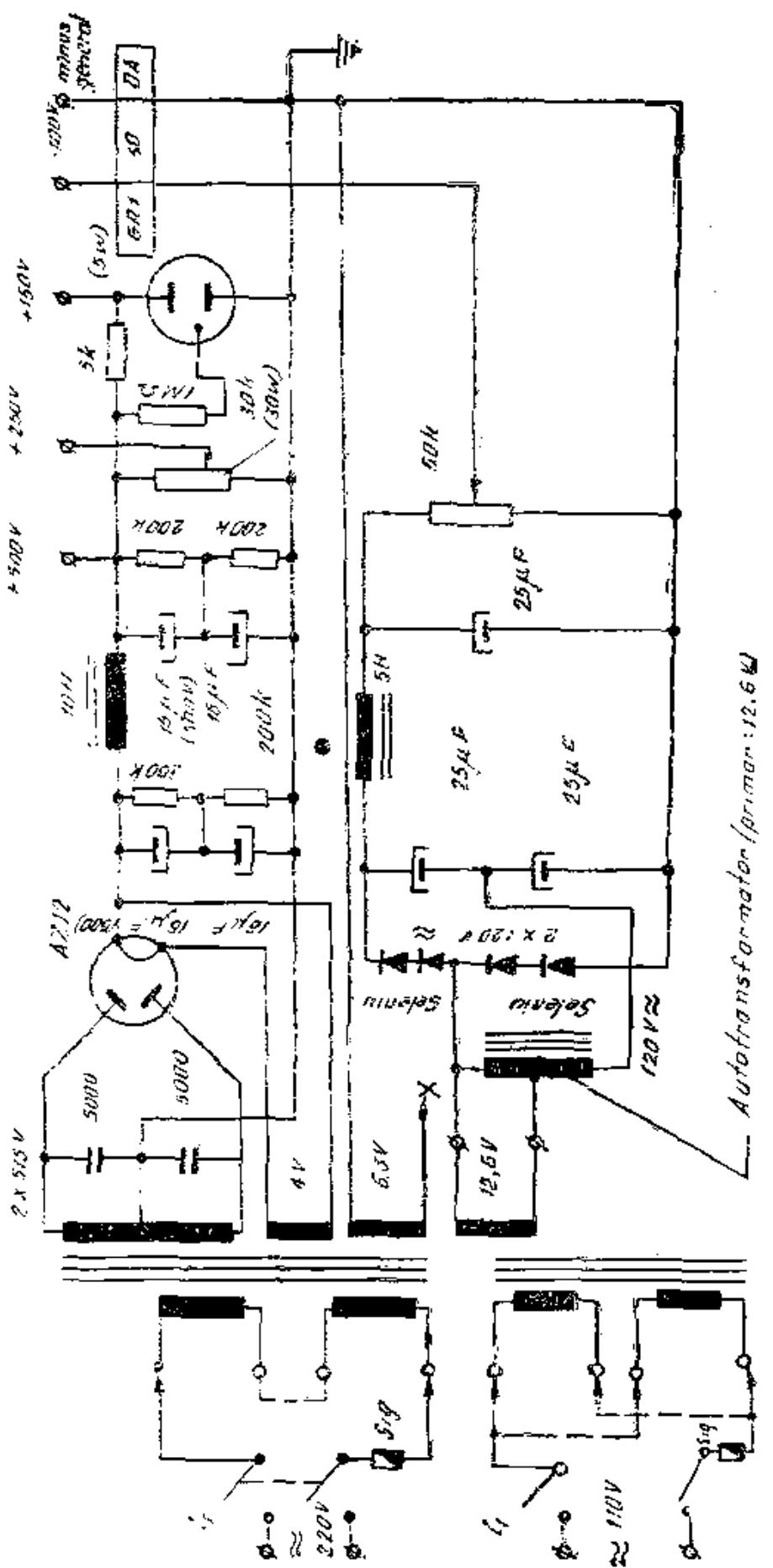


Fig. 333.

Autotransformer/transformer: 12.6V

de anod a tubului 6AG7. În continuare, se verifică cu ajutorul unui undametru frecvența de lucru a emițătorului. Dacă nu corespunde, se ajustează trimerul montat în paralel cu CV_1 , trăgindu-se oscilatorul la capătul inferior (3 500 kHz) al benzii de 80 m (CV_1 fiind închis complet). Mai departe se acordează etajele intermediare cu ajutorul undametrului. Acordul perfect este marcat prin maximum de deviație la miliampmetrul din grila sau anodul tubului final. Nu mai rămâne decit să se fixeze negativarea acestuia din urmă, care este corectă atunci cînd curentul anodic se anulează în lipsa excitării (circa 50 V la 500 tensiune anodică). Acordul optim este arătat printr-un minim de curent anodic (cel mai mare însă dintr-o succesiune de minime obținute rotind întîi CV_5 și apoi CV_4).

Modulatorul. Pentru lucru în telefonie s-a prevăzut posibilitatea de a modula ecranul tubului 807. Modulatorul utilizat comportă numai două tuburi: 6F5 și 6L6; cu alte cuvinte este redus la ultima expresie.

Schema de principiu este dată în figura 334, iar valorile pieselor sunt indicate pe ea. Punerea la punct a acestuia nu comportă nici o dificultate, fiind la îndemîna oricărui începător. Mai delicată este însă reglarea modulației. Cercetînd schema, se constată că ecranul tubului final 807 este alimentat prin intermediul modulatorului, la lucru în telefonie, și printr-o rezistență de $30\text{ k}\Omega$ (5 W), în cazul regimului de telegrafie. Modulația utilizată este de tipul „cu șoc” (Heissing), aplicată

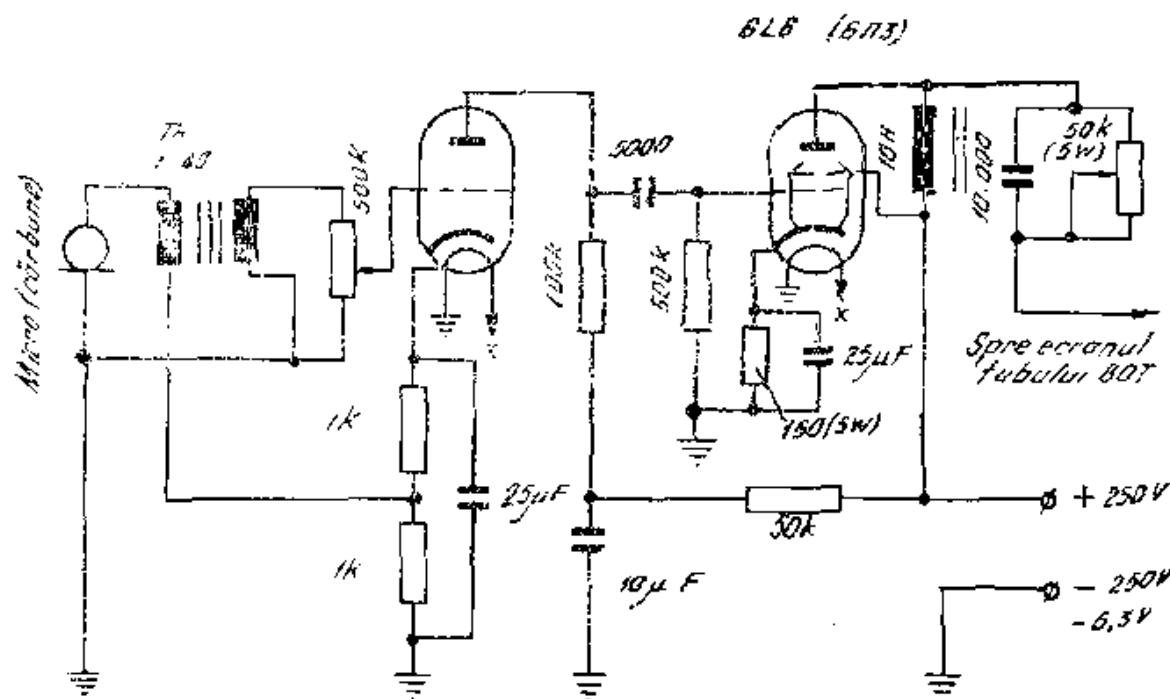


Fig. 334.

însă la ecran. Punerea ei la punct se rezumă la deplasarea cursorului rezistenței de ecran de $50 \text{ k}\Omega$, pînă ce curentul anodic al tubului final scade aproximativ la jumătate. Din acest moment emițătorul devine apt pentru a fi modulat cu un procentaj de modulație ce poate ajunge 100%!

În regimul de telegrafie, înalta tensiune a modulatorului este tăiată. Microfonul utilizat este de tipul „cu cărbune”.

7. Adaptor pentru 144—146 MHz

Adaptoarele sunt constituite, de regulă, dintr-un etaj suplimentar schimbător de frecvență (convertor) care, conectat la intrarea unei superheterodine acordată pe frecvență intermediară (de ieșire) a etajului respectiv, permite să se recepționeze gama de frecvențe pe care încearcă adaptorul (în cazul de față 144—146 MHz).

Privind schema de principiu a adaptorului (fig. 335) se poate observa că este vorba de un schimbător echipat cu tubul de 6ΦΠ care conține în același balon o pentodă și o triodă, precedat de un etaj amplificator de radiosfrecvență, de tip cascod, realizat cu tubul 6H14 (o tubă triodă specială fabricată pentru acest sistem de montaj). De fapt tuburile de mai sus se pot înlocui, folosind aceeași schemă, cu cele de tip ECC84 și ECF82 sau cu cele din seria P.

Pentoda tubului 6ΦΠ este întrebuințată ca modulatoare, lucrînd pe 145 MHz, iar trioda ca oscilatoare pe 142 MHz, obținînd astfel o frecvență intermediară de 3 MHz, cu care se intră în receptor. Circuitul oscillator este format din bobina L_5 , care are un număr de trei spire de sîrmă de cupru argintiată de 3 mm.

Paralel cu bobina L_5 se montează un trimer cu aer, avînd o capacitate de 3—30 pF și un condensator variabil cu aer de 4—8 pF, de tip trimere. Trimerii amintiți mai sus se găsesc la chiturile aparatelor de radio „Victoria”.

Bobina L_4 se acordează în mijlocul gamei de 145 MHz. Bobinele L_6 și L_7 formează transformatorul de frecvență intermediară acordat pe 3 MHz. Acest transformator se construiește pe carcasa unui transformator de la aparatelor „Romanța”, la care, după ce s-au îndepărtat cele două bobine, se bobinează 40 spire de sîrmă de 0,18 emailată, care formează bobina L_6 . Peste acestea se bobinează L_7 , care are trei spire din sîrmă de 1,5 mm diametru. Capetele bobinelor se cositoresc la contactele existente la carcasa și apoi se montează ecranajul.

Bobina L_8 are 4 spire din sîrmă de 1 mm cupru argintiat, bobinată pe un diametru de 6 mm. Paralel cu această bobină se montează un trimer, iar în serie un condensator fix ceramic de 33 pF.

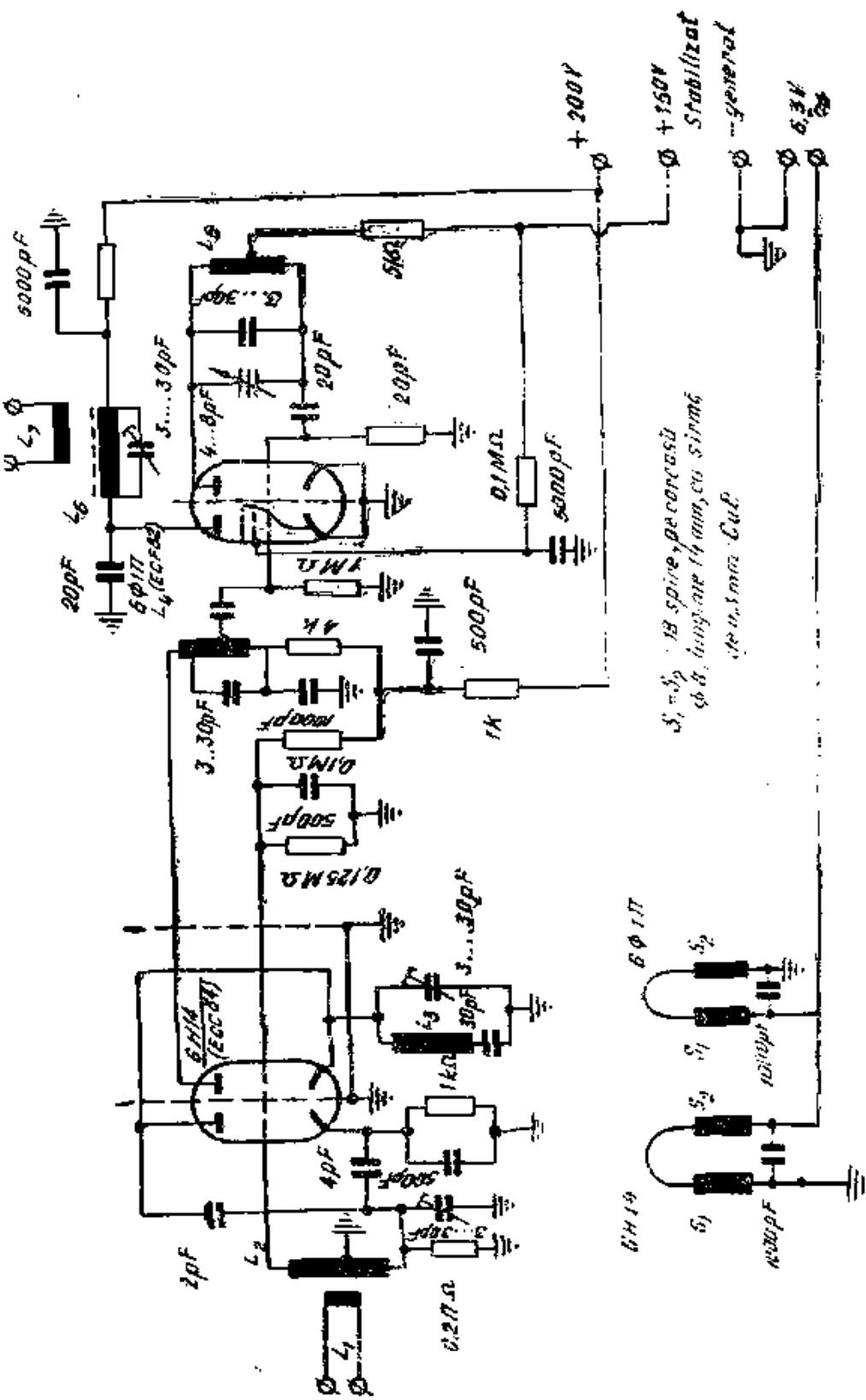


Fig. 335.

Circuitul de intrare este format din bobina L_2 , care are 7 spire pe un diametru de 10 mm din sîrmă de Cu+Ag, iar peste ea se bobinează cu 3 spire din sîrmă de 2 mm Cu+Ag. Distanța între L_1 și L_2 este de 1 mm, iar la spira 5, de la L_1 , se va face o priză care se va lega la masă. Circuitul se acordă pe 145 MHz. Pentru acordarea circuitelor se intrebunează un grid-dipp-metru (rezonantmetru) cuplat cît poate de slab cu circuitele, pentru a nu avea diferențe la acord.

Bobinele se realizează după datele din tabelul XVI.

Tabelul XVI

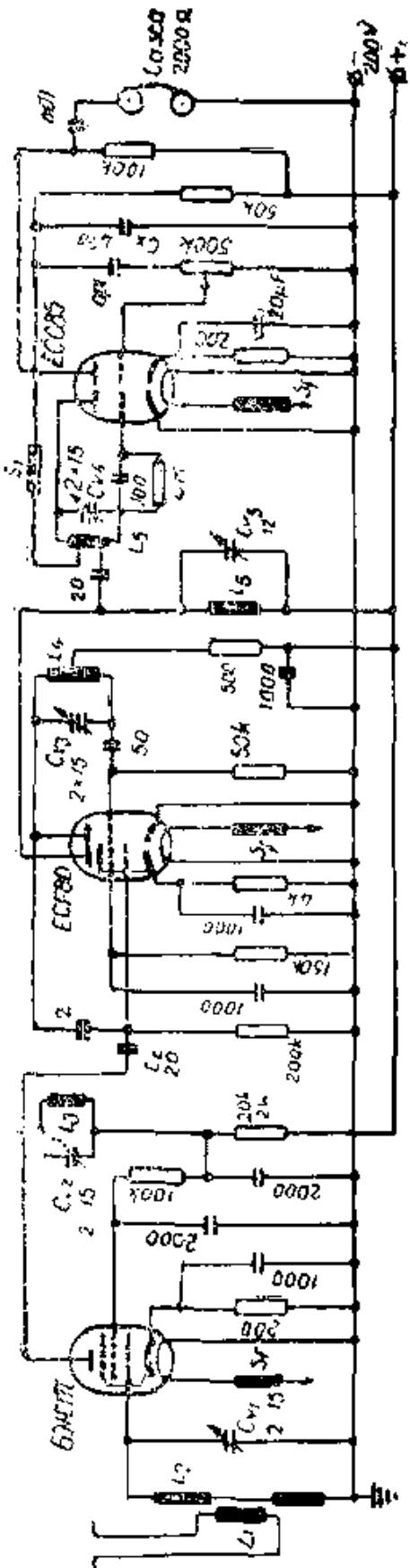
Bobina nr.	Spire nr.	Diametrul carcaserii mm	Lungimea bobinei mm	Diametrul sîrmă mm	Feuș sîrmăi
L_1	3	12	10	1	Cu Ag
L_2	7	10	25	1	Cu Ag
L_3	4	6	10	1	Cu Ag
L_4	5	6	15	1	Cu Ag
L_5	3	10	20	3	Cu Ag
L_6	40	10	conform textului	0,18	Cu lac
L_7	3	10	conform textului	1,5	Cu lac
S_1	16	8	14	0,3	Cu lac
S_2	16	8	14	0,3	Cu lac

După ce s-au acordat, mai întîi la rece, toate circuitele și după ce receptorul a fost cuplat la horna de intrare (A) a receptorului, se mărește tensiunile și apoi se pune în funcțiune adaptorul. Dintr-o hetero-modulată se dă un semnal de 3 MHz pe grila pentodei schimbătoare de frecvență 6ΦΠ și apoi se acordează trimerul și ferotrimberul informatorului de frecvență intermediară, pînă se obține maximum semnal.

După aceasta se pune în funcțiune grid-dipp-metru, care va da un semnal modulat pe 145 MHz. Se manevrează trimerul de la oscilator și ce apare în difuzor semnalul modulat emis de aparat. Apoi se manevrează grid-dipp-metru la o distanță mai mare de adaptor, la care montat un dipol de semiundă, și se recepționează semnalul, după ce se manevrează cu ajutorul unei baghete de acord trimerul aflat paralel cu L_4 , pînă cînd S-metru îndică maximum de semnal. Apoi se trece la L_3 și L_2 , procedind identic.

În ultim sfat: faceți legăturile cu șasiul (masa) într-un singur punct pentru fiecare tub — și legături cît mai scurte, iar bobinele fixați-le să poată de rigid, pentru a nu vibra.

Cuplajul cu receptorul se face prin intermediul unui cablu coaxial 75 ohmi.



Acordul se va putea face atât din receptor, cât și din adaptor. Sensibilitatea maximă a adaptorului este de 145 MHz, fiind ceva mai scăzută pe 144 și 146 MHz, lucru care nu se observă însă în timpul funcționării.

8. Receptor superheterodină pentru 144—146 MHz

Montajul descris mai jos (fig. 336), realizat de prof. B. Coman (Y04VD), este un receptor de tip superheterodină cu superreacție, cu trei etaje.

Primul etaj este echipat cu tubul 6ЖIII, care lucrează ca amplificator de RF, iar cel de-al doilea etaj cu tubul ECF80, care funcționează ca schimbător de frecvență. Ultimul etaj, cu tubul ECC85, lucrează ca detector cu superreacție și ca amplificator de joasă frecvență. Auditia se face fie în cască, fie în difuzor (în acest din urmă caz fiind necesară adăugarea unui etaj de putere).

Receptorul funcționează în felul următor: semnalul captat de antenă se aplică bobinei L_1 , din care este induș în circuitul oscilant L_2CV_1 al etajului RF acordat pe 145 MHz. În circuitul anodic al tubului 6F1П se găsește un circuit oscilant L_3CV_2 , acordat tot pe frecvența de 145 MHz.

Semnalul de RF, cules de la bornele acestui circuit prin intermediul condensatorului C_c , de 20 pF, se aplică grilei de comandă a pentodei tubului ECF80, care are rolul de mixer. Trioda aceluiși tub lucrează ca oscilator, tensiunea de RF generată aplicându-i-se grilei de comandă a pentodei prin intermediul condensatorului de 2 pF.

Fig. 336.

Circuitul oscilatorului L_1CV_3 este acordat pe frecvență de 69 MHz. În urma mixajului, rezultă în circuitul L_6CV_4 un semnal de medie frecvență de 76 MHz, care se aplică, prin intermediul condensatorului ceramic de 20 pF, la intrarea detectorului. Semnalul demodulat este elos, de la capătul cald al șocului S , prin condensatorul de 10 000 fF și adus pe grila de comandă a tubului ECC85, unde este amplificat pentru a putea fi redat în căști.

Condensatorul C_x de 470 pF are rolul de a scurtcircuita tensiunea de frecvență intermediară care ar apărea la bornele rezistenței de 50 kΩ a șocului S_1 .

Se recomandă ca oscilatorul și demodulatorul să fie ecranate, iar șârurile să fie cât mai scurte.

Datele bobinelor și ale șocurilor sunt arătate în tabelul alăturat (XVII).

Tabelul XVII

Bobină	Nr. spire	Diametrul carcusei	Diametrul stramei	Lungimea înfășurării
L_1	2	10 mm	0,8 mm	4 mm
L_2	2×2	12 mm	1 mm	6 mm
L_3	4	12 mm	1 mm	6 mm
L_4	10	12 mm	0,8 mm	15 mm
L_5	9	10 mm	1 mm	14 mm
L_6	45	10 mm	0,8 mm	6 mm
S_1	35	6 mm	0,2 mm	
S fil.	45	5 mm	0,3 mm	

Acordarea circuitelor se face în felul următor: cu ajutorul unui dipp-metru se acordă circuitele oscilante L_2CV_1 și L_2CV_2 pe frecvență de 145 MHz, circuitul L_6CV_4 pe frecvență de 76 MHz, iar circuitul demodulatorului pe frecvență de 75—77 MHz.

În momentul punerii în funcțiune trebuie să auzim fișajul caracteristic superreacției.

Înreg montajui se alimentează de la un redresor capabil să debite o tensiune anodică de 200 V/90 mA și 2×6,3 V/2A. Cu o antenă lungă cu 9 elemente s-a putut recepționa, în bune condiții, în zona satelor, stații din UBS și LZ.

Emitător U.U.S. pentru 145 MHz

Emitătorul de mai jos a fost realizat, ca și receptorul pentru U.U.S. din anterior, de către radioamatorul Y04VD.

Din schema de principiu (fig. 387) se observă că e vorba de un montaj cu două etaje. Primul conține două tuburi EL 84, în montaj simetric, lucrând ca oscilator cu frecvență variabilă.

Al doilea etaj funcționează ca final, cu tubul de putere FY29 având circuitul anodic acordat pe frecvența de 145 MHz. Energia generată de

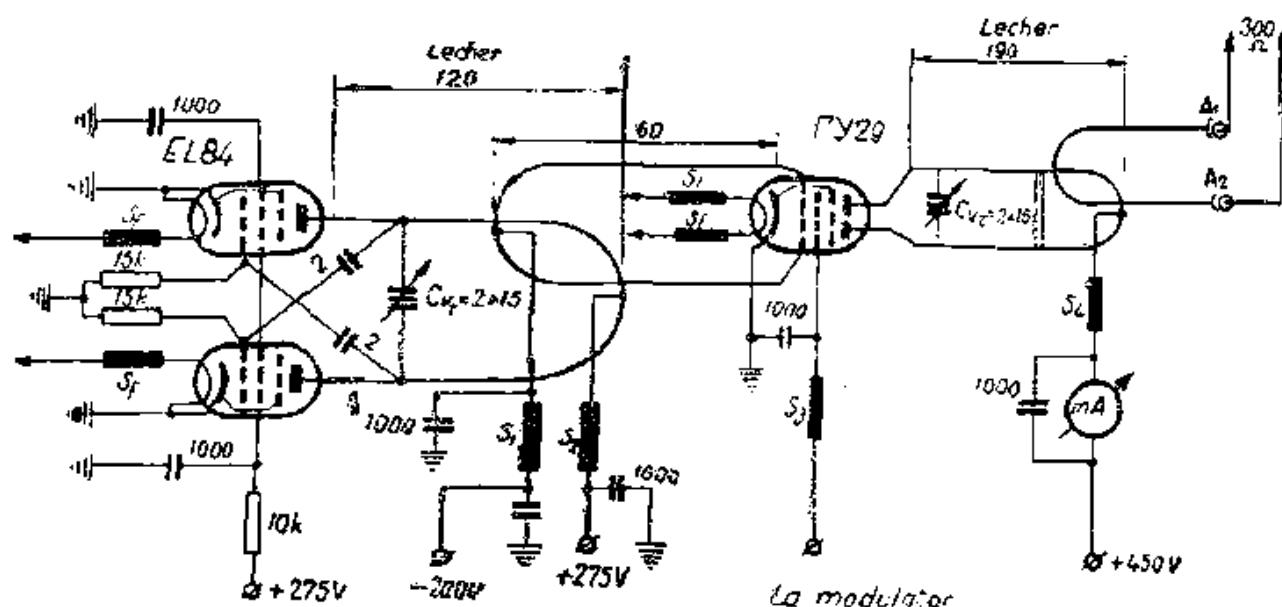


Fig. 387.

etajul oscilator este suficientă pentru a excita tubul final. Modulația se efectuează prin grila ecran a tubului FY 29 în sistemul Heissing, folosind un modulator cu două tuburi. Se poate folosi modulatorul din fig. 334 sau orice modulator cu o putere de cîțiva wați.

Descrierea : Oscilatorul lucrează în montaj contratințp, având în circuitul anodic o linie Lecher. Pentru acordarea liniei pe 145 MHz s-a folosit un condensator variabil tip fluture, cu o capacitate de $2 \times 15 \text{ pF}$, montat între anozii tuburilor EL 84.

Grilele de comandă ale celor două tuburi sunt legate la masă prin rezistențe de 15 kilohmi, de 1W, decuplate cu două condensatoare ceramice de 10 pF la 300 volți, legate în cruce la anozii tuburilor EL 84.

Grilele ecran ale tuburilor sunt legate între ele și se decouplează cu cîte un condensator ceramic de 500 pF la 500 volți.

Pentru a nu lăsa să pătrundă radiofrecvență se folosesc șocuri, care se confectionează înfășurînd sîrmă de cupru cu diametrul de 0,2 mm pe carcase de 6 mm diametru.

Alimentarea anodică a tuburilor EL 84 se face prin intermediul șocului de radiofrecvență decuplat la masă cu un condensator de 1 000 pF, la 500 volți. Linia Lecher, în formă de L, se confectionează din sîrmă de clu-

pru argintat, cu diametrul de 3—5 mm, lungimea brațelor fiind de 120 mm, iar distanța între ele de 20 mm (fig. 338 a). Linia se fixează pe plăcuțe de plexiglas, la o distanță de 30 mm de șasiu, conform fig. 338 b și c. Pe plăcuță dinspre capătul rece al liniei, paralel cu aceasta, se fixează

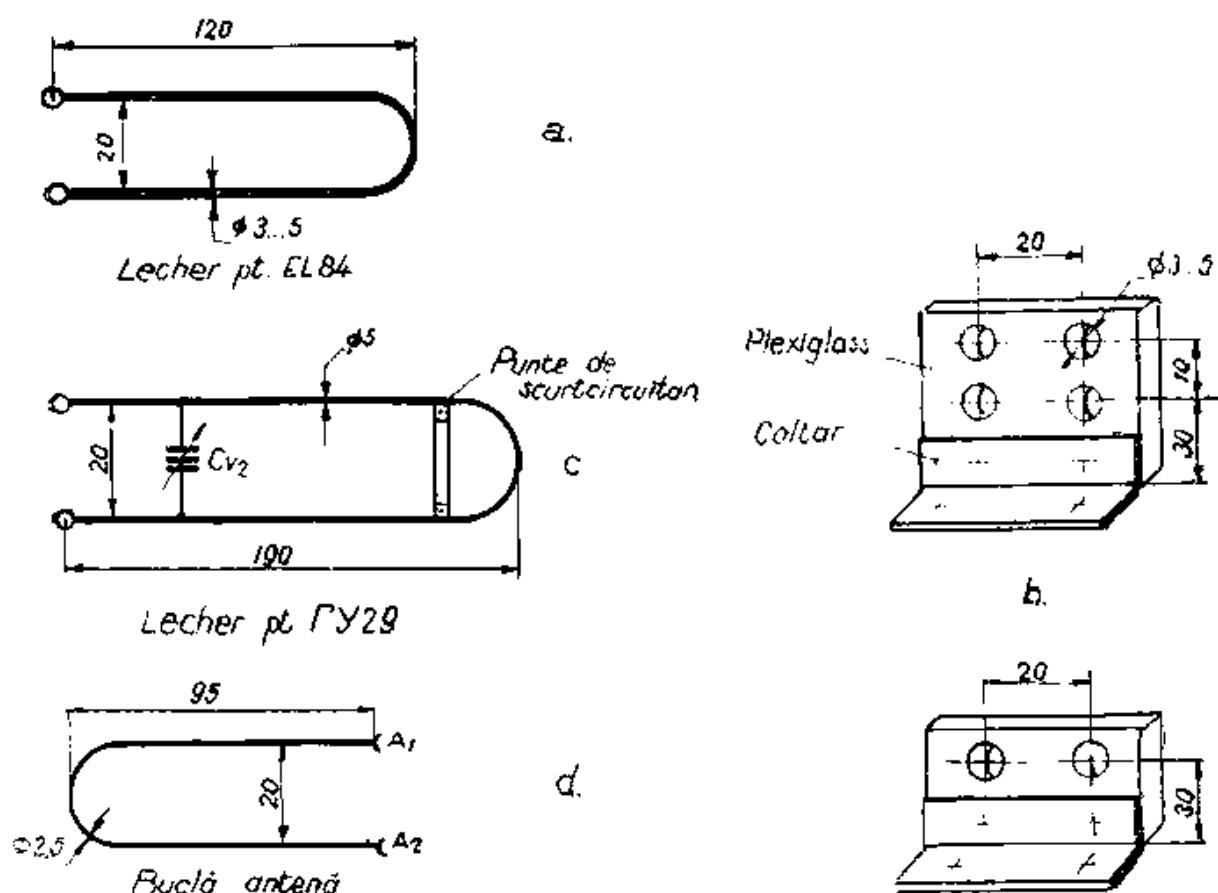


Fig. 338.

bucla în formă de U, care se leagă la grila de comandă a tubului ГY 29. Diametrul sîrmei este de 2 mm și lungimea brațelor de 60 mm. Distanța între buclă și linie se reglează pentru maximum de transfer de energie înd grijă ca acest cuplaj să nu fie totuși prea strîns, întrucît etajul final poate autooseala. Linia de oscilator se va acorda cu ajutorul condensatorului pe 145 MHz, folosindu-se un undametru. Cursa condensatorului trebuie să acopere banda de 144-146 MHz. Pentru a vedea dacă oscillatorul funcționează, vom lega la buclă un bec de 0,3 amperi la 6,3 V și vom regla cuplajul pînă ce becul va avea o luminozitate maximă.

Etajul final : acest etaj este echipat cu tubul ГY 29, care lucrează în clasa C, avînd curentul anodic zero în poziția de repaus al oscillatorului. Aceasta se poate obține reglînd tensiunea de negativare prin potențometrul P bobinat, de 10—15 kilohimi, la 5 W. Alimentarea se face

prin bobina de soc legată la capătul de mijloc al liniei, fiind decuplată prin condensatorul de 1 000 pF, la 500 V. Tensiunea de negativare este de 100 V.

Filamentele și catodul se vor lega prin șocuri conform schemei. În circuitul anodic al tubului vom folosi o linie Lecher confectionată conform datelor din fig. 338.

Paralel cu linia, se fixează și bucla de antenă lipită la două bucșe în care se introduce siderul. Acordarea etajului final se face legându-se la buclă un bec de 25 W și reglându-se tensiunea de negativare pînă ce becul se aprinde. Ca să obținem maximum de radiofrecvență, vom regla și linia cu ajutorul spirii de scurtcircuitare, căutînd totodată cuplajul optim cu antena.

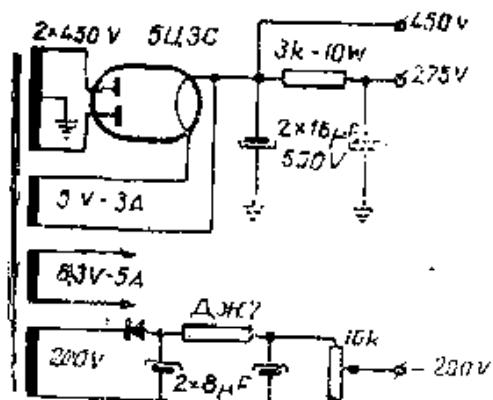


Fig. 339.

După ce obținem maximum de luminositate, acordăm emițătorul pe frecvență de 145 MHz cu ajutorul undametrului. Avînd în vedere că atât oscilatorul cât și finalul lucrează pe 145 MHz, este posibil ca acesta din urmă să autooscileze. Pentru a înlătura acest fenomen și vom regla negativarea pînă ce autooscilația încetează. Menționăm că acordul oscilatorului trebuie să se facă după întreruperea tensiunii anodice a tubului final, lăsînd însă aplicată tensiunea de filament. În felul acesta evităm alunecarea de frecvență a oscilatorului. Tensiunea de alimentare va fi de 400 V, iar redresorul se va construi conform schemei din figura 339.

Ca antenă se poate folosi un Yagi cu 9 elemente, cu un cablu de coborîre cu o impedanță de 300 ohmi. Puterea de radiofrecvență a emițătorului este de 20—25 W.

10. Generatoare de ton

Pentru a învăța modul de transmitere și recepție a semnalelor Morse, trebuie să folosim un dispozitiv numit *generator de ton*.

În practică se folosesc două tipuri de generatoare: cu buzer și cu tuburi electronice sau tranzistoare. Primele sunt foarte simple și ușor de realizat; celealte sunt ceva mai complicate, dar dau un sunet de calitate superioară și au o tonalitate plăcută.

Ne punem întrebarea: nu s-ar putea să obținem un sunet tot așa de frumos cu un dispozitiv mai puțin pretențios și fără tuburi electronice? Răspunsul este afirmativ. De aceea, în cele ce urmează vom da con-

strucția unui generator de ton foarte simplu și economic. Funcționarea lui se bazează pe un fenomen — în general ușorit — dar de data aceasta foarte util : reacția acustică.

Schema de principiu a aparatului este dată în figura 340 a. În afară de căști și de manipulator, ea nu cuprinde decât 1...3 baterii de buzunar

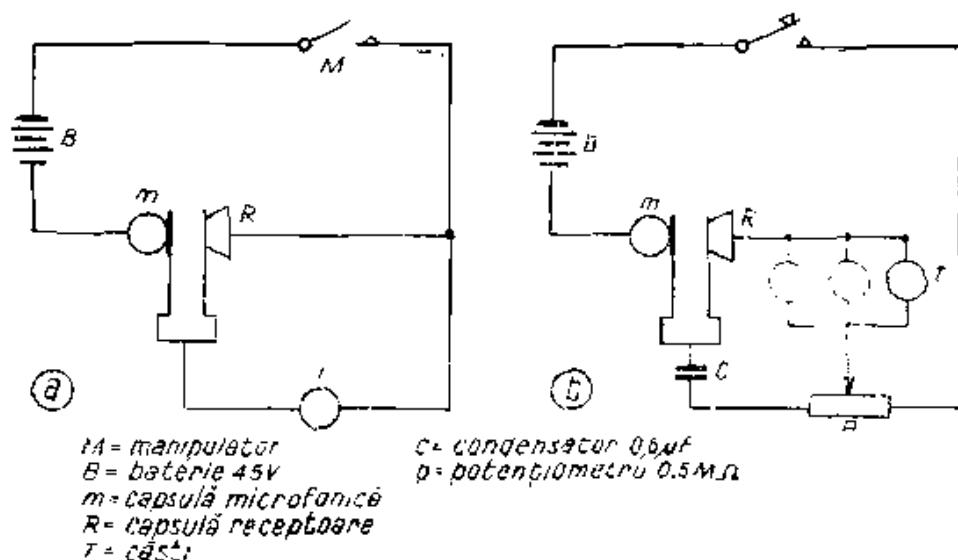


Fig. 340.

de 4,5 volți, o capsulă receptoare telefonică și una microfonică (cu cărăiune) provenite de la un aparat telefonic.

Cum funcționează generatorul ? La închiderea circuitului electric, canulele de cărbune ale microfonului se vor comporta ca o rezistență variabilă. Ca urmare, curentul stabilit va fi și el variabil. Capsula receptoare telefonică și cea microfonică sunt așezate față în față, la o oarecare distanță, determinată practic. Cum membranele lor sunt așezate și ele sunt față în față, după punerea în mișcare a membranei capsulei receptoare, brația acesteia va fi transmisă de aer membranei microfonului care să da naștere unei noi variații a curentului, cu o frecvență și mai mare. Această influențare reciprocă receptor-microfon produce în cele din urmă un ton muzical cu o frecvență cuprinsă între 800 și 1 400 Hz.

În cazul că dorim să conectăm mai multe căști în derivație — generatorul poate lucra cu 10...12 perechi — schema se modifică așa cum arată figura 340 b. Ea diferă de prima prin existența unui condensator de $0,5 \mu F$, introdus în circuitul căștilor, și a unui potențiometru de $0,5 M\Omega$. Scopul condensatorului este de a mări durata de utilizare a bateriei, iar a potențiometrului de a permite reglarea, după dorință, a tăriei semnalelor din căști.

Distanța dintre membranele microfonului și capsulei teleionice determină calitatea și tonul sunetului. Cu cît ea este mai mare, cu atât sunetul va fi mai puternic și cu o frecvență mai ridicată.

La realizarea montajului nu trebuie neglijat ca masa celor două capsule să fie comună.

Spre deosebire de dispozitivul prezentat anterior, cel pe care îl vom descrie acum face parte din categoria celor cu tuburi electronice și anume cu un singur tub. Caracteristica lui constă în aceea că poate fi construit cu ușurință (având piese foarte puține) și că poate fi adaptat la un radio-receptor obișnuit, așa cum se va arăta mai jos.

Schema de principiu (fig. 341) ne arată că este vorba de un clasic oscilator cu transformator. Sursa de alimentare a generatorului este înșuși aparatul de radio, care se utilizează și ca amplificator.

Montajul se realizează pe un șasiu de aluminiu, zinc sau fier, cu dimensiunile de $80 \times 65 \times 35$ mm. Pe el se fixează cu șuruburi un soclu corespunzător tubului utilizat. Autorul (Y04 WV) a folosit trioda 6C5, cu soclu octal. Se pot folosi însă orice alte tipuri de tuburi montate ca triode.

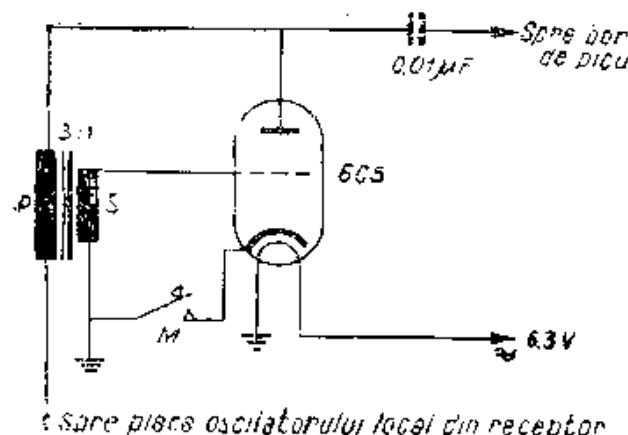


Fig. 341.

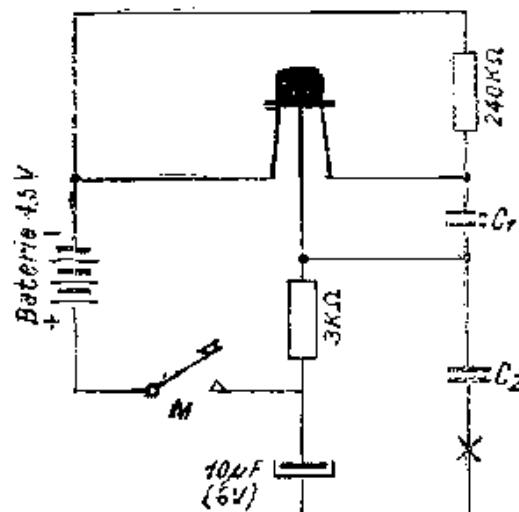


Fig. 342.

Transformatorul, de raport 3/1 (cotoritor), se poate realiza pe miezul unui transformator de ieșire vechi, luat de la un difuzor de 0,25 W, căruia i s-a îndepărtat bobinajul și i s-au înfășurat la primar 1 500 spire, iar la secundar 500 spire, ambele cu sîrmă de cupru emailat, de 0,12 mm

Diametru. Transformatorul va fi montat pe șasiu chiar lîngă tub. În cazul că dorim să ascultăm semnalul în cască, se vor monta și două borne (bucșe) în care se vor introduce bananele ei. Bornele vor fi izolate pe șasiu. La fel și una din cele două borne la care se cuplează manipulatorul.

Prin partea din față a șasiului, sau prin alt loc, se scoate cablul prin care se alimentează cu semnalul audio borna de picup a radiorecepto- rului, iar prin spatele șasiului, firele de alimentare cu tensiune.

În găurile prin care se trec firele de alimentare și de atac ale grilei axăm câte un dop de cauciuc, luat de la flacoane da penicilină, cărora îi facem prin mijloc o gaură (aceasta, pentru a evita frecarea firelor de șasiu și, implicit, un eventual scurtcircuit). La fișă care merge spre picup va monta o banană, iar firele de alimentare le lipim la piciorușele unui hot luat de la un tub vechi, de tipul tubului oscilator pe care-l avem în aparatul de radio (înțînd seama că firele pentru filament să fie lipite la piciorușele de filament ale tubului, iar firul pentru tensiunea anodică la piciorușul corespunzător grilei utilizată ca anod pentru oscilatorul real). De asemenea, vom avea grija ca lipiturile să fie bine făcute.

Iată cum se utilizează acest generator.

Pentru a-l pune în funcțiune se scoate din receptor tubul oscilator în locul lui se introduce culotul la care am fixat firele de alimentare generatorului. Astfel se obțin tensiunea anodică, precum și tensiunea filament pentru tubul generatorului.

Manipulatorul se introduce în bornele sale, iar fișa cu banană la borna picup a aparatului. Bornele de cască (atunci cînd folosim aparatul ca amplificator) se vor scurtcircuita cu un călăreț. Tăria semnalelor se rezize la nivelul dorit cu ajutorul potențiometrului de volum al receptorului.

Acum generatorul poate fi utilizat. Trebuie subliniat însă că el nu poate fi adaptat la receptoarele cu alimentare universală și nici la receptoarele prevăzute cu tuburi din seria „E 21” sau miniatură, deoarece borușele acestor tuburi nu permit cositorirea.

În cazul cînd nu apar oscilații, se vor inversa capetele înfășurării secundarului transformatorului de raport 3/1.

Un generator de ton la fel de simplu — sau poate chiar mai simplu — poate construi după schema prezentată în figura 342. După cum se servă, în acest montaj tubul electronic a fost înlocuit cu un tranzistor, ce poate fi, de exemplu, oricare din următoarele tipuri de audiofreq- uență: П6, П13, OC810, OC811, EFT 121 etc.

Pentru realizarea generatorului se poate folosi o placuță de hartsă o cutie din material plastic, în care se va putea introduce și sursa de alimentare: o baterie pentru lanternă, de 4,5 V.

Referitor la condensatoarele C_1 și C_2 , trebuie arătat că valoarea lor alege funcție de impedanța căștilor folosite. Astfel, $C_1=C_2=0,05 \mu F$.

dacă se întrebunează căști de 2×2000 ohmi, sau $C_1 = C_2 = 0,5 \mu\text{F}$, pentru căști de $2 \times 0,65$ ohmi.

Dacă impedanța căștilor va difera de valorile menționate mai sus, condensatoarele C_1 și C_2 se vor alege prin tatonări successive.

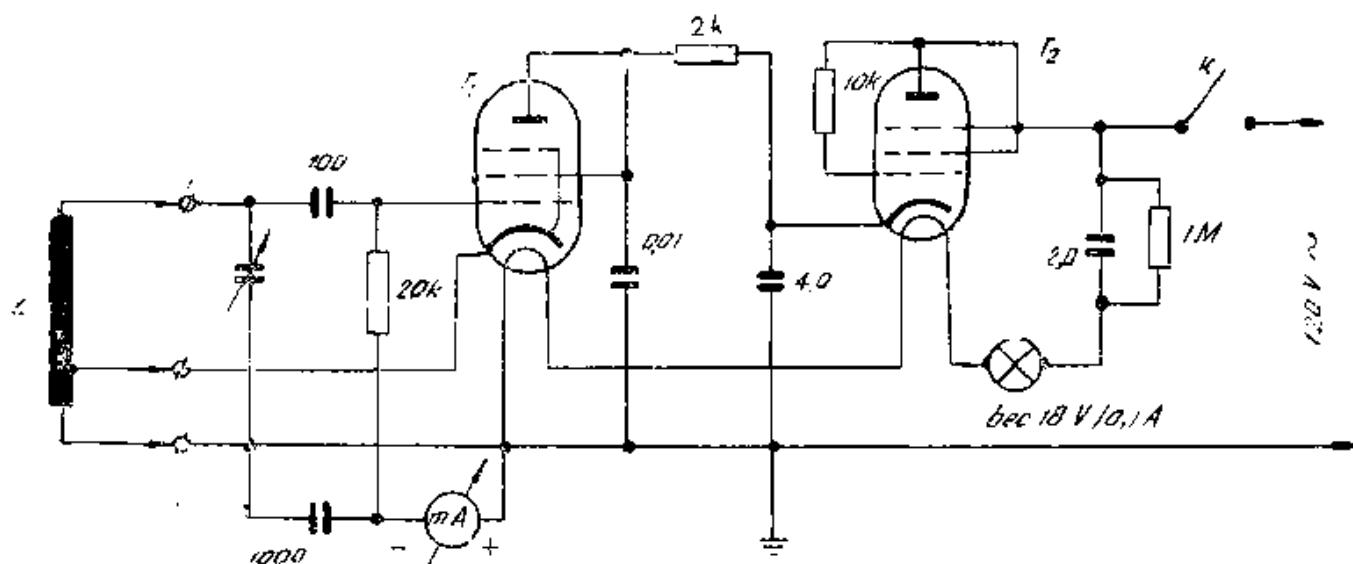


Fig. 343.

Manipulatorul se va monta în circuitul de alimentare sau în circuitul căștilor (locul însemnat, în schemă cu „X”). În acest ultim caz va fi nevoie și de un întrerupător pentru circuitul de alimentare.

Pentru învățarea telegrafiei în doi, cea de a doua pereche de căști se va conecta în serie cu prima, iar manipulatorul al doilea în paralel cu cel existent.

11. Un aparat util : rezonanțmetrul

Practica de fiecare zi a dovedit că formulele matematice pot fi adeseori înlocuite de montaje simple, capabile să rezolve unele probleme cu o precizie suficientă. În această categorie se încadrează și aparatul descris mai jos. Este vorba de așa-numitul *rezonanț-metru* sau *grid-dipper*.

Acest aparat a fost construit special pentru a determina „la rece” și rapid frecvența de rezonanță a circuitelor oscilante, mai ales în spectrul undelor scurte și ultrascurte (1,5 MHz la 100 MHz sau mai mult).

Principal, orice rezonanțmetru constă dintr-un tub electronic montat ca oscilator și prevăzut cu un indicator al curentului de grilă (cu ac sau „ochi magic”). În momentul cînd se couplează un circuit oscilant exterior la bobina de acord a rezonanțmetrului, la punctul de rezonanță circuitul exterior „absoarbe” energie din bobina de acord și provoacă o scădere apreciabilă a oscilațiilor, fapt indicat de căderea bruscă a cu-

rentului de grilă al tubului oscilator și marcat de indicatorul cu ac sau optic. Este, așadar, evident că, dacă gamele de lucru ale rezonanțmetrului sunt etalonate direct în kilohertz sau megahertz, se poate citi pe scara aparatului frecvența de rezonanță a circuitului oscilant necunoscut cuplat la bobina de acord. Pentru o cit mai bună precizie, se recomandă un cuplaj cît mai slab între bobina aparatului și circuitului probat. În prealabil, se va folosi un cuplaj mai strâns — care dă o cădere foarte mare a curentului de grilă, apoi se va slăbi mereu pînă la o indicație abia perceptibilă, care dă erorile cele mai reduse.

Schema de principiu (fig. 343) arată că aparatul constă dintr-un tub oscilator cu cuplaj electronic (ECO) tip RV12P2000, prevăzut cu un instrument cu cadru mobil de 0,5 — 1 mA în circuitul său de grilă. Bobina de acord este schimbătoare — pentru diferite game de frecvențe — și este montată în afara cutiei aparatului, pentru a putea fi cuplată la circuitele ce trebuie măsurate.

Alimentarea anodică este asigurată de un tub similar, legat în diodă. Pentru ca aparatul să fie cît mai mic, s-a eliminat transformatorul de rețea : filamentele tuburilor sunt legate în serie cu un bec de scală de

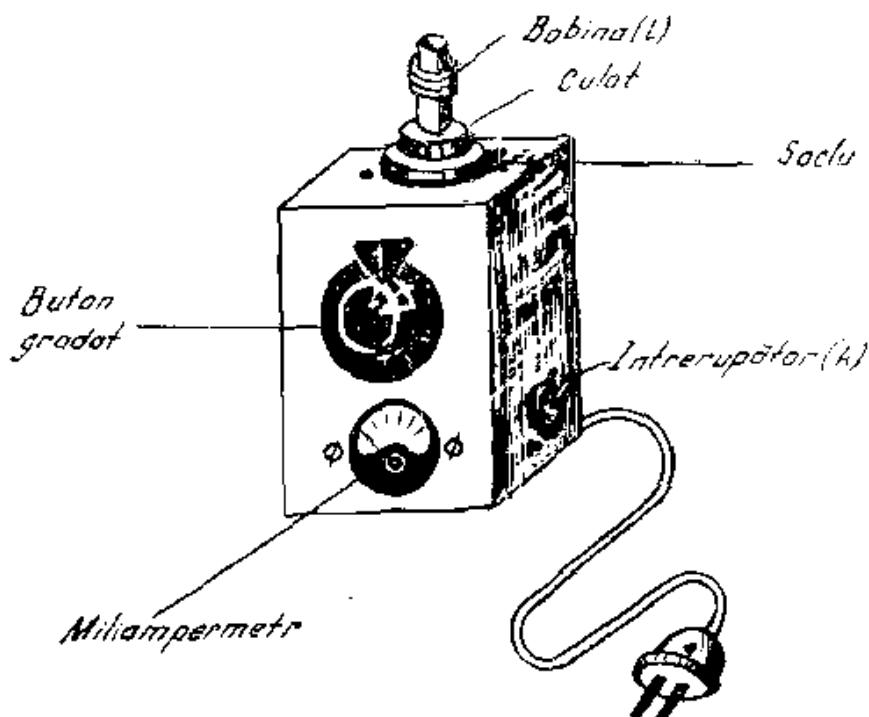


Fig. 344.

- V 0,1 amperi și direct de la rețeaua de 120 volți curent alternativ
- și un condensator fix de $2\mu F$. Acesta înlocuiește, cu succes, rezistența adițională necesară prin reactanță proprie, care asigură curentul de 0,5 mA necesar încălzirii tuburilor. Este recomandabil să se folosească condensator de foarte bună calitate, pentru a se evita străpungerea

lui și, implicit, arderea filamentelor. Filtrarea tensiunii se face printr-un condensator de $4\mu F/150$ V.

În cazul cînd se dispune de un mic redresor capabil să debiteze 100—120 V/5—10 mA și 12 V/0,3 A, el poate înlocui pe cel indicat în schemă, iar filamentele vor fi legate în paralel (tubul T_1 și becul de scală).

Aparatul se montează într-o cutie metalică (fig. 344) de dimensiuni

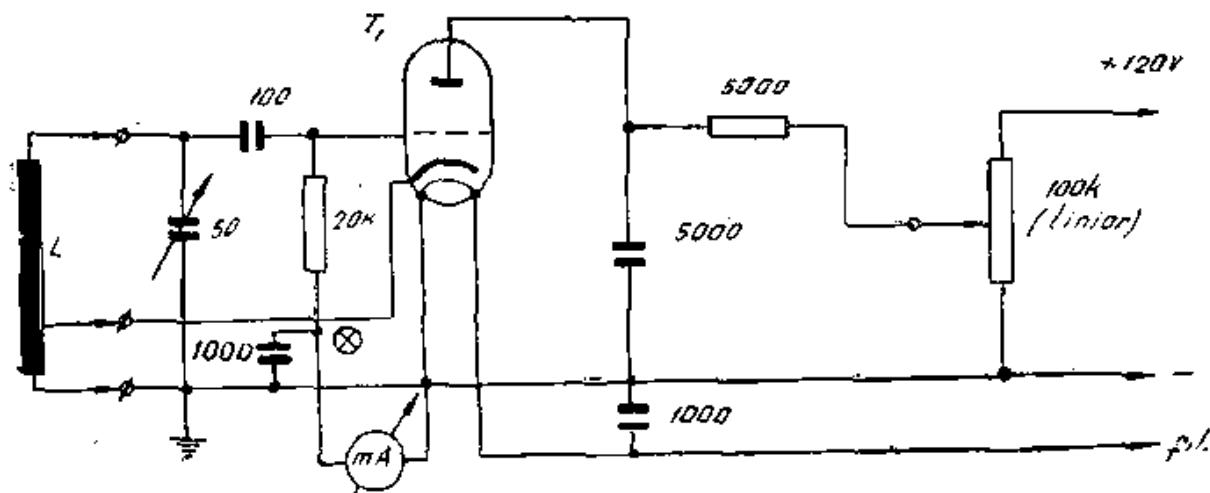


Fig. 345.

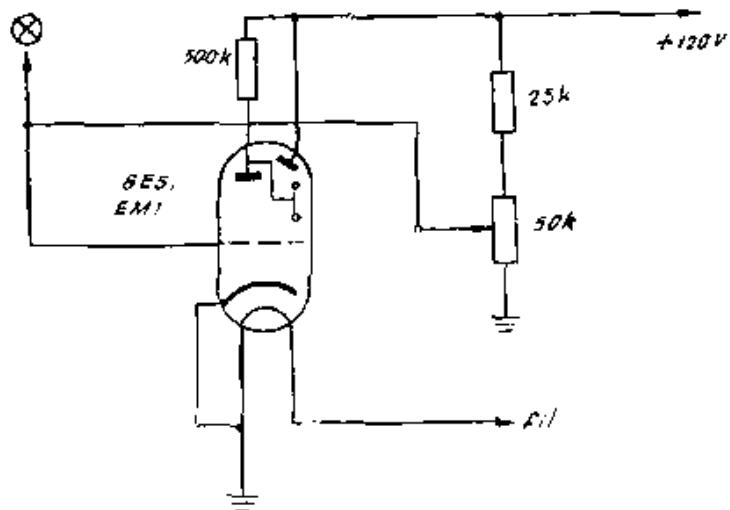


Fig. 346.

nile $160 \times 110 \times 50$ mm și se realizează cu piese de calitate cît mai bună : socluri ceramice, condensatorul de acord cu aer izolat pe calit etc.

Dacă nu dispuneți de tuburile indicate (RV12P200), montajul se poate realiza și cu tuburi metalice sau miniatuă, respectiv tipurile 6C5, 6J5, 6C4 sau 6S1P, în care caz se recomandă schema din figura 339, identică cu prima, cu excepția faptului că posedă un potențiometru pentru reglarea tensiunii anodice (și, implicit a curentului de grilă) în limita scălei indicatorului cu ac.

Dacă nu se poate cumpăra un miliampmetru de $0,5\ldots 1$ mA, se poate folosi cu succes un indicator optic „ochi magic” de tipul 6E5, EMI etc., care va indica scăderea curentului de grilă la rezonanță. În acest caz (fig. 346) sensibilitatea aparatului se reglează prin potențiometrul de $50\text{ k}\Omega$, iar cel de $100\text{ k}\Omega$ din figura 345 se elimină, anoda tubului T_1 fiind alimentată cu toată tensiunea anodică de 120 V .

Pentru acoperirea gamei de $1,55\ldots 40\text{ MHz}$ se folosesc patru bobine schimbătoare, montate pe socluri vechi de lămpi europene cu patru piciorușe. Numărul de spire este socotit de la masă în spate capătul de grilă. Este recomandabil ca priza de catodă să fie în așa fel, încât curentul de grilă să aibă valoarea de $0,2\ldots 0,3$ mA în cazul folosirii unui miliampmetru de $0,5$ mA, sau $0,4\ldots 0,6$ mA în cazul folosirii unui miliampmetru de 1 mA. Cu cât oscilația va fi mai slabă (curent de grilă mai mic), cu atât aparatul este mai sensibil, decorașajul fiind mai lemn de obținut.

La montajul din figura 345, potențiometrul de $100\text{ k}\Omega$ (liniar) permite reglarea regimului de oscilație dorit, fără a mai fi nevoie de modificarea prizei de catodă.

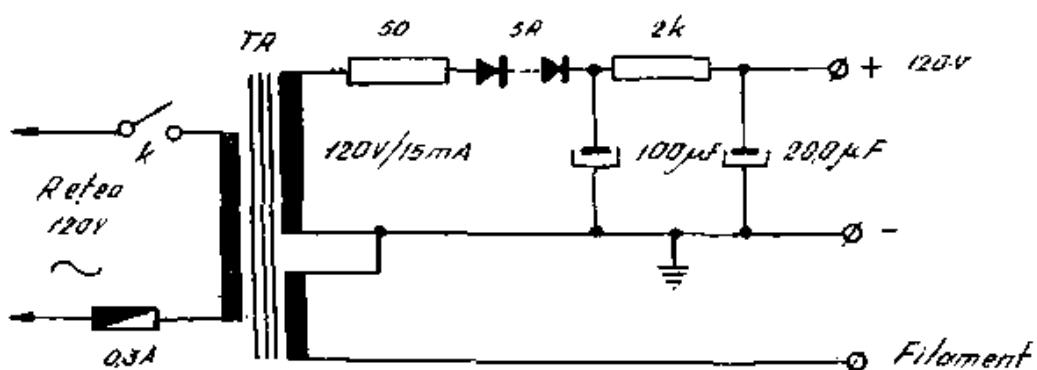


Fig. 347.

Un mic redresor, foarte indicat pentru acest aparat, este arătat în figura 347. Transformatorul de rețea este mic, secțiunea miezului fiind de $5\ldots 6\text{ cm}^2$. Primarul are 1 200 spire sîrmă de 0,2, iar la secundar se bobinează 1 300 spire cu sîrmă de 0,08 pentru tensiunea anodică și 68 spire cu sîrmă de 0,65 pentru filamente de $6,3\text{ V}$ sau 136 spire cu sîrmă de 0,4 pentru $12,6\text{ V}$. Redresorul este cu seleniu (9...12 discuri cu diametrul de 25 mm), iar celula de filtraj folosește o rezistență de $2\text{ k}\Omega$ (2 wați) și două condensatoare electrolitice de $8\ldots 20\text{ }\mu\text{F}$ la 150 volți. Un astfel de redresor livrează 120 volți la $10\ldots 15$ mA și poate alimenta și alte „jucările” electronice.

Se va insista asupra cablajului aparatului, mai cu seamă la oscilator : legături scurte, directe, foarte rigide (cu stîrmă neizolată, preferabil arăgintată, de 1...2 mm diametru). De soliditatea mecanică a montajului depinde, în bună măsură, stabilitatea aparatului.

Scala va fi fără demultiplicație : un buton gradat, de cel puțin 40 mm diametru sau — mai bine — buton cu ac și scală etalonată direct în frecvențe.

După terminarea montajului și verificarea cablajului, aparatul poate fi pus în funcțiune. Deviația acului miliampermetrului sau „închiderea” ochiului magic indică prezența curentului de grilă al tubului oscilator. De asemenea, oscilația poate fi recepționată pe gama respectivă de unde scurte a unui aparat de radiorecepție.

Total fiind în ordine, se va trece la etalonare. Aceasta poate fi făcută, cu multă atenție, folosind frecvențe cunoscute ale diferitelor stații radio-telegrafice pe unde scurte (se va avea grija să se evite indicații false date de armonici sau imagini). Un undametru profesional ușurează mult etalonarea, însă este mai puțin accesibil. Etalonarea se poate face pe hîrtie milimetrică, trăsîndu-se curba respectivă.

Folosirea aparatului este foarte simplă : se apropie bobina rezonanțmetrului concentric sau paralel cu bobina circuitului oscilant de măsurat, apoi se rotește condensatorul de acord al aparatului pînă cînd se observă scădere oscilației. Acum se slăbește cuplajul între cele două bobine și se refac „acordul”, indicat de o scădere usoară. Se citește apoi frecvența pe scală sau pe curbele de etalonare. În acest mod se pot aranja „pe masă” orice circuite acordate, fixe sau variabile, pentru gama de frecvențe dorită, înainte de a le monta într-un aparat.

Pentru bobinele deja montate în aparație, ele pot fi reglate „la rece”, adică cu aparatul respectiv nealimentat, însă cu tuburile în soclurile lor.

Întrucît rezonanțmetrul indică numai „fundamentală”, se pot regla cîrcuitele pe frecvențele dorite, eliminîndu-se orice posibilități de reglare pe armonici sau imagini.

În materie de circuite acordate se pot rezolva trei cazuri și anume :

a — frecvența de rezonanță (arătată mai sus) ;

b — capacitatea, în pF — în acest caz se folosește o bobină etalon cu valoare cunoscută : se stabilește rezonanță apoi se folosește formula :

$$C(pF) = \frac{25\ 390}{L(\mu H)\ F^2 (MHz)}$$

c — inductanță, în μH — în acest caz se folosește un condensator etalon de valoare cunoscută : se stabilește rezonanță, apoi se folosește formula :

$$L(\mu H) = \frac{25\ 390}{C(pF)\ F^2 (MHz)}$$

În materie de antene, rezonanțmetrul determină rapid frecvența de rezonanță a acestora : bobina se couplează cu antena într-un punct de curent sau tensiune.

În materie de emițătoare, toate circuitele se pot prereglă, fără ca emițătorul să fie pus în funcțiune.

În materie de receptoare, același lucru ca mai sus ; însă rezonanțmetrul poate servi și ca generator de semnale pentru etalonarea scalei etc.

În materie de radiotelefonie aparatul poate servi foarte bine pentru controlul modulației. Este necesar ca să se întrerupă plusul tensiunii modice și să se intercaleze o cască între masă și borna plus a miliampmetrului. În acest caz tubul lucrează ca o detectoare cu diodă, acordată pe frecvența de lucru a emițătorului.

Este evident, deci, că acest mic aparat are o mare utilitate în laborator și că folosirea lui economisește timp prețios în cursul experimentărilor și reglajelor.

12. Undametre cu absorbție

Undametrul cu absorbție are importanță nu numai pentru începători, dar și pentru radioamatorii experimentați, fiind un instrument de măsură indispensabil.

Funcționarea undametrului cu absorbție se bazează pe proprietatea circuitului oscilant de a absorbi curent la rezonanță, în cazul cînd este cuplat inductiv cu o sursă de oscilații R.F. Frecvența de rezonanță poate fi calculată cu ajutorul formulei lui Thomson :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

în care f este frecvența, în Hertz, L este inductanță, în Henry, și C este capacitatea, în Farazi.

Pentru radioamatori formula de mai sus poate fi exprimată astfel :

$$f = \sqrt{\frac{25\ 350}{L \cdot C}}$$

în care f este dat în MHz, L în μ H și C în pF.

Din această formulă putem deduce valorile lui L și C :

$$L = \frac{25\ 350}{f^2 \cdot C} \text{ și } C = \frac{25\ 350}{f^2 \cdot L}$$

Pentru a putea folosi undametrul pe o bandă întreagă de frecvențe, unul din factorii L sau C trebuie să fie variabil. Cel mai potrivit este să

intrebuițăm un condensator variabil și bobine schimbătoare, în acest mod putind executa măsurători în toate benzile de emisie.

Cel mai simplu undametru cu absorbție este un simplu circuit oscilant, al cărui condensator variabil este etalonat direct în frecvențe (fig. 348).

Dacă apropiem de un oscilator acest circuit, el va absorbi, la rezonanță, curent, astfel încât oscilațiile încezează, lucru care se poate

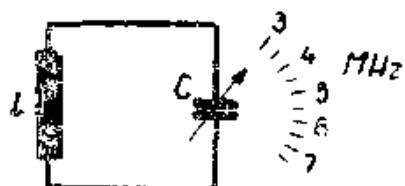


Fig. 348.

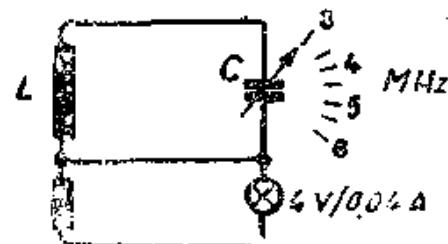


Fig. 349.

remarca în cască prin poenituri. Citind gradația condensatorului, știm la ce frecvență se produce rezonanță, deci frecvența oscilatorului.

Pentru măsurători la un receptor cu reacție este suficient un astfel de undametru simplu. Dacă voim însă să măsurăm frecvența pe care lucrează un emițător, trebuie să cuplăm circuitul de absorbție cu circuitul unui bec de baterie (fig. 349). Apropiind undametrul de un emițător și învîrtind butonul condensatorului, becul va lumina la punctul de rezonanță.

În loculbeculuiputemfolosiunaparatdemăsurăcu redresor (fig. 350). În paralel cu instrumentul se montează un condensator de 5000 pF , pentru ca înalță frecvență să nu treacă prin aparat. Ca instrument de măsură este cel mai indicat a se folosi un aparat cu cadru mobil de $100\mu\text{A}$, iar ca redresor un sirutor sau o diodă oarecare. Pentru a nu fi nevoiți să aducem undametrul la receptor sau emițător, se prevede în acest scop o bobină de cuplaj K.

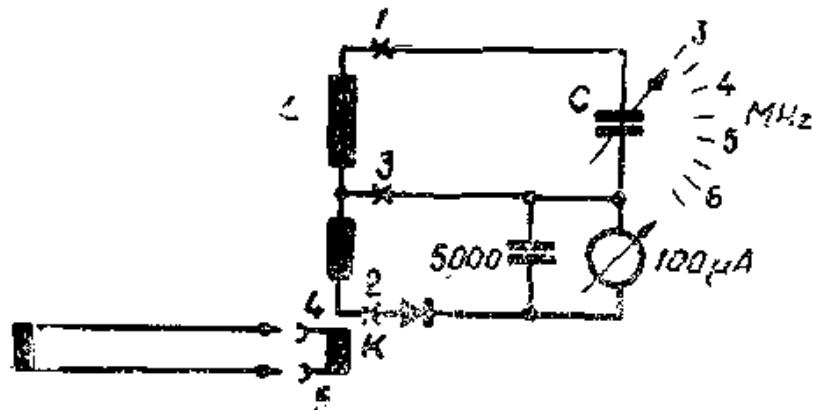


Fig. 350.

Înainte de a începe construcția aparatului, trebuie să stabilim pe ce benzi de frecvență îl vom folosi. Nu are sens să încercăm ca scara să acopere toate benzile de amatori. Cel mai potrivit este să împărțim frecvențele de la 3 la 30 MHz (10 la 100 m) în aproximativ 4 game, adică să folosim 4 bobine schimbătoare. Trebuie să calculăm deci care este limita superioară a frecvenței, dacă cea mai mică frecvență va fi 3 MHz. Presupunând că folosim un condensator cu o variație de capacitate de la 7,5 la 50 pF, vom calcula mai întâi valoarea inductanței necesare.

$$L = \frac{25\ 350}{f^2 \cdot C} = \frac{25\ 350}{9 \cdot 50} = 56,3 \text{ } \mu\text{H}.$$

Limita superioară a frecvenței va fi :

$$f^2 = \frac{25\ 350}{L \cdot C} = \frac{25\ 350}{56,3 \cdot 7,5} = 60$$

Deci :

$$f = \sqrt{60} = 7,75 \text{ MHz}$$

Al doilea domeniu începe la cca 7,5 MHz, pentru a acoperi bine toate benzile, iar calculul continuă ca mai sus.

Avgind acum stabilit domeniul și valoarea inductanței (56,3 μ H) urmăraz să calculăm numărul de spire al bobinei, folosind formula de calcul pentru bobine cilindrice cu un strat :

$$L = \frac{k \cdot n^2 \cdot D}{1\ 000}$$

dе unde :

$$n = \sqrt{\frac{1\ 000 \cdot L}{k \cdot D}}$$

în care f este inductanță, în μ H, n este numărul de spire, D este diametrul bobinei, în cm, iar k este un factor care depinde de raportul dintre lungimea bobinei (l) și diametrul ei. Dacă grosimea sîrmei folosite este și mare de 0,8 mm, prin valoarea lui, D se înțelege diametrul bobinei + diametrul sîrmei (fig. 351). Valoarea constantei k se ia din tabelul XVIII.

Continuând exemplu nostru de mai sus, în care $L = 56,3 \mu\text{H}$, dacă avem $D = 3,5 \text{ cm}$ și $l = 3,5 \text{ cm}$ avem : $l/D = 3,5/3,5 = 1$, deci $k = 6,8$.

Înlocuind aceste date în formula arătată, obținem numărul de spire necesar :

$$n = \sqrt{\frac{1\ 000 \cdot L}{k \cdot D}} = \sqrt{\frac{1\ 000 \cdot 56,3}{6,8 \cdot 3,5}} = \sqrt{2366} = 48,8 \approx 49 \text{ spire}$$

Celelalte două bobine pentru circuitul becului (instrumentului) și pentru cuplaj — au un număr de spire de aproximativ 5 ori mai mic, deci fiecare are cca 10 spire. Restul bobinelor se calculează după aceeași metodă.

Undametrul descris mai sus poate fi folosit în primul rînd pentru a determina frecvența pe care oscilează un circuit. Apropiind bobina de

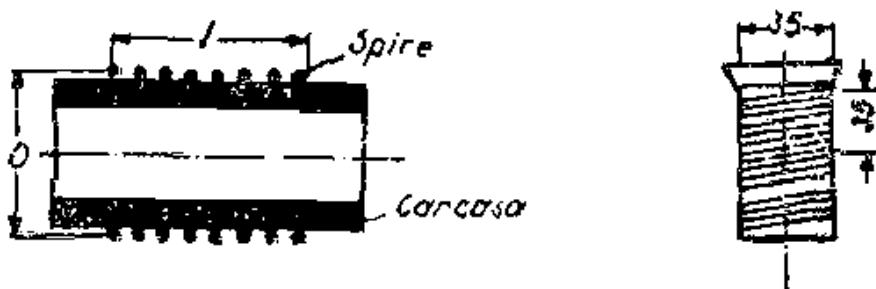


Fig. 351.

cuplaj a undametrului de bobina circuitului oscilant și rotind butonul condensatorului, oscilațiile vor înceta într-un anumit punct, care reprezintă frecvența oscilațiilor. Această metodă poate fi folosită la construirea receptoarelor de unde scurte, pentru a stabili dacă suntem în banda de amatori. La superheterodine metoda nu se poate aplica. În acest caz conectăm undametrul în circuitul antenei, efectul său fiind acela al unui circuit (filtru) dop.

Dacă apropiem undametrul de un emiștor și rotim butonul condensatorului la rezonanță, lampa va lumina sau acul aparatului de măsură se va mișca.

Precizia unui astfel de undametru cu absorbție poate atinge 0,1% în cazul cînd este construit îngrijit (în special scara trebuie să fie mare și fără jocuri).

Tabelul XVIII

I.D	k	I.D	k	I.D	
0,3	13	1,2	6	22	3,6
0,4	11,5	1,4	5,3	24	3,4
0,6	9	1,	4,9	26	3,2
0,8	8	1,8	4,4	28	2,9
1	6,8	2	4	3	2,8

13 Puntea Lecher

Puntea Lecher (fig. 352) servește pentru măsurarea frecvențelor, în special în benzile de unde ultrascurte. Ea este constituită din două conductoare din cupru blanc, de 1,5—2,5 mm diametru, montate paralel pe un suport izolant, la o distanță egală cu 2 ... 5% din λ și pe o lungime de 1,5...3 λ . La unul din capete condensatoarele sunt conectate la extremitățile unei bobine cu o singură spiră în formă de „U”, cu distanța dintre brațe egală cu cea dintre conductoare și cu lungimea cît de 2—3 ori distanța dintre brațe.

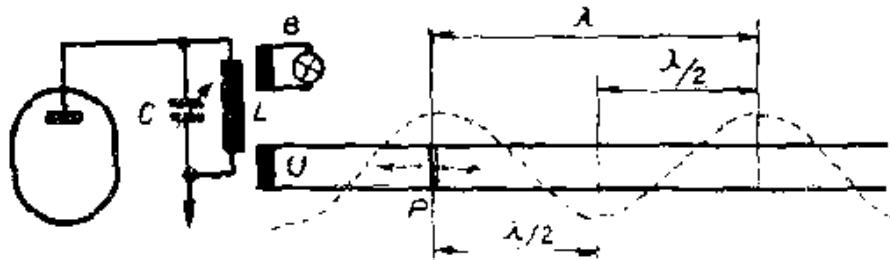


Fig. 352.

Cele două conductoare pot fi scurtcircuite cu ajutorul unei punți metalice (cursor) ce se deplasează de-a lungul lor.

Puntea se folosește astfel: se apropiie bobina în „U” a punții de circuitul oscilant al emițătorului de măsurat (însă nu prea aproape), așezându-i axul în prelungirea celui al bobinei emițătorului. Se deplasează puntea P de-a lungul conductoarelor, începînd dinspre bobina „U” către capete. Într-un anumit punct se va observa la instrumentul de măsurat din circuitul anodic al etajului emițătorului o deviație maximă. Se notează pe suportul conductoarelor poziția punții P corespunzînd maximului respectiv.

În loc de instrument se poate folosi și un undametru cu absorbție, cuplat împreună cu puntea Lecher la același circuit oscilant. În acest caz, cînd instrumentul din circuitul anodic va arăta un maxim, cel al undametrului va arăta un minim.

Se deplasează mai departe puntea P, pînă ce instrumentele vor indica deviații similare celor din prima încercare. Se notează din nou poziția lui P și se măsoară precis distanța dintre aceasta și poziția inițială. Această distanță va reprezenta jumătate din lungimea de undă λ a emițătorului.

Dacă cele două conductoare sunt destul de lungi, se vor obține mai departe și alte puncte de reper pentru cursorul P. Rezultatul măsurării va fi mai exact dacă se va lua media aritmetică a distanțelor obținute în urma a două — trei operații successive.

Pentru frecvențe peste 56 MHz lungimea recomandată pentru suportul punții este de 3 m, distanța între conductoare fiindu-se 8 cm.

Cu ajutorul punții Lecher pot fi măsurate lungimile de undă ale unui emițător și, indirect, ea poate servi la etalonarea undametelor de orice tip: dacă puntea indică o anumită lungime de undă la un emițător și apoi se apropie de circuitul oscilant și un undametru, cînd acesta va indica rezonanță maximă, lungimea de undă pe care se va găsi undametrul va fi egală cu cea indicată (măsurată) pe puntea Lecher.

Capitolul X

PERTURBAREA RECEPTIEI EMISIUNILOR DE RADIO ȘI TELEVIZIUNE

La realizarea oricărui emițător, indiferent de frecvența pe care urmează să lucreze, trebuie luate o serie de măsuri tehnice și constructive destinate evitării perturbării—prin interferare — a receptiei programelor de radio și televiziune.

Interferențele provocate de emițătoarele radioamatorilor se datorează unei deficiențe constructive și se împart în categorii mai mult sau mai puțin bine definite. De aceea considerăm ca fiind mai nimerită, în locul unei clasificări nepotrivite, o simplă enumerare a surselor acestora.

O deficiență care apare aproape în toate emițătoarele de amatori constituie radiațiile în afara benzilor de lucru. Niște un emițător nu poate fi considerat satisfăcător dacă nu s-au înălțurat orice urme de oscilații parazitare de frecvență radio sau audio. De asemenea, foarte des oscilațiile parazitare, care apar numai ca fenomene tranzitorii, sunt rezultate scînteilor de manipulație (clics-uri) și benzilor laterale întinse, care se produc la vîrfuri de modulație în emițătoarele modulate în amplitudine.

În afara posibilității diverselor etaje de a produce oscilații, pe sau apropierea frecvenței de lucru, acestea pot genera oscilații cu frecvențe foarte îndepărtate de aceea pe care sunt acordate. Pe lîngă faptul că oscilațiile parazitare provoacă interferențe în benzile de radiodifuziune sau televiziune, existența acestora micșorează în mod serios răntimentul emițătorului și scurtează viața tuburilor. Oscilațiile parazitare să nu existe în mod permanent, atunci cînd condițiile de negăire și de sarcină ale tuburilor sunt normale, dar pot să fie de natură tranzitorie, apărînd intermitent în timpul manipulației sau modulației, producînd scînteie și benzi laterale întinse.

Oscilațiile parazitare de foarte înaltă frecvență apar aproape în mod inevitabil (de obicei în regiunea 100—200 MHz) în orice amplificator

în care nu se iau măsuri pentru remediere. Aproape întotdeauna acest gen de oscilații ia naștere ca rezultat al existenței montajului „grilă acordată-placă acordată” (T.P.T.G.), montaj inevitabil în amplificatoarele de radiofrecvență.

Oscilațiile parazitare de frecvență foarte înaltă pot fi suprimate prin introducerea în serie pe circuitele de grilă și de ecran a unor rezistențe de 50—100 Ω neinductive, sau a unor bobine de soc de foarte înaltă frecvență (10—20 spire sârmă de 0,6—0,8 mm, pe 6 mm diametru, eventual pe corpul unei rezistențe chimice). De asemenea, punerea la masă a grilei și plăcii tubului se va face prin condensatoare de foarte mică capacitate (15 pF) și inductanță mică. Condensatoarele ceramice sunt satisfăcătoare la etaje de mică putere. La etaje de putere mai mare se vor utiliza condensatoare tubulare cu aer sau în vid, cu o tensiune de lucru de două ori mai mare decât tensiunea de placă în regim telegrafic, sau de patru ori mai mare decât tensiunea de placă în regim telefonic. În cazuri extreme, de obicei cazul tetrodelor, poate fi necesară introducerea în circuitul de placă al tubului respectiv, între contactul de placă și circuitul oscilant normal, a unui circuit oscilant acordat pe frecvența oscilației parazitare (un circuit dop).

Oscilațiile de frecvență joasă, de cele mai multe ori în banda de la 100—2 000 kHz, se datoresc întotdeauna bobinelor de soc de radiofrecvență aflate în circuitele de grilă și de placă. Este bine să se utilizeze întotdeauna montaje în care șocurile să nu fie necesare și în circuitul de grilă și în circuitul de placă (fig. 353).

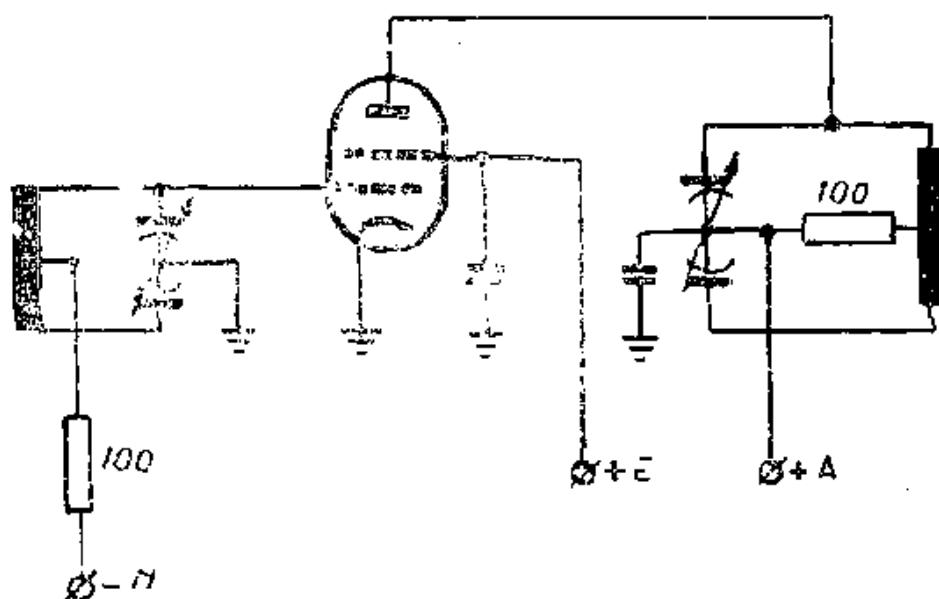


Fig. 353.

Neutrodinarea etajului respectiv, făcută după tehnica obișnuită, dar cu toată atenția, înălțură o mare parte din dificultățile arătate.

În ceea ce privește scînteile de manipulație, trebuie făcută o distincție între cele provocate de emițătorul însuși și cele provocate de închiderea și deschiderea contactului manipulatorului. În emițătoarele care nu au filtru de manipulație, scînteile produse acoperă aproape tot spectrul de radiocomunicații.

Utilizarea filtrului de manipulație este indicată chiar în cazul cînd se manipulează un curent redus, fiindcă aceasta îndulcește caracteristica de manipulație, astfel că armonicile produse sunt mult mai puțin numeroase.

Supramodulația în emițătoarele modulate în amplitudine provoacă fenomene tranzitorii și paraziți asemănători scînteilor de manipulație. Se pot utiliza sisteme de limitare a modulației la 100% pentru a împiedica această formă de paraziți. Cu toate acestea, paraziții asemănători supramodulației pot apărea și prin supraîncărcarea unuia sau mai multor etaje sau prin modulația nelineară. O formă de interferență foarte supărătoare se dătoarește radiației directe a energiei emițătorului prin conexiile de la redresor, atunci cînd acesta este separat, sau prin conductorii alimentare de la rețea.

În acest caz trebuie făcută filtrarea pentru radiofrecvență a conductorilor de alimentare prin bobine de soc și condensatoare, cuplarea inductivă a antenei, cu fideri neradianți, plasarea antenei și fiderilor cînd de departe de instalația electrică a casei și de firele de telefon etc. Problemele de interferență cu televiziunea prezintă dificultăți mult mai mari decît cele cu radiodifuziunea. În cazul radiodifuziunii, emițătoarele corect puse la punct și selectivitatea satisfăcătoare a receptoarelor radiodifuziune lichidează, în majoritatea cazurilor, această problemă. În cazul receptoarelor de televiziune, problema trebuie tratată în același fel, însă situația este mult mai serioasă, întrucât armonicile benzilor 14 și 28 MHz — nemaiorbînd despre benzile de 7 și 3.5 MHz! — cad oricare canal de televiziune. Nu este deci prea greu să se producă perturbări serioase televizoarelor. Cele mai greu de eliminat sunt armonicile de ordin mic (2—6). Gradul de suprimare al armonicilor cerut este foarte mare, în special cînd emițătorul este în vecinătatea receptorului de televiziune și cîmpul stației de televiziune este slab. Suprimarea efectivă a armonicilor are trei faze separate:

- 1) Reducerea amplitudinii armonicilor generate de emițători (prință de proiectare și reglaj).
- 2) Prevenirea radiației necontrolate de la emițător și cablurile asociate. Aceasta necesită blindarea emițătorului și introducerea de rețele de filtrare corespunzătoare, în serie cu toate legăturile care pot răda.
- 3) Împiedicarea radiației armonicilor de către antenă.

Reducerea armonicilor generate

Funcționarea eficace a unui amplificator de radiofrecvență este însoțită, prin definiție, de producerea de armonici, iar în cazul multipli-catoarelor de frecvență, tocmai aceste armonici sunt amplificate. Din punct de vedere al micșorării interferenței în benzile de radiodifuziune și televiziune, o judecată sănătoasă impune:

1) Reducerea la minimum a puterii etajelor intermediare în lanțul de radiofrecvență.

2) Reducerea la minimum a numărului etajelor intermediare multiplicatoare de frecvență.

Este deci indicată utilizarea de tuburi de recepție în etajele intermediare, alimentate la tensiuni nu mai mari de 200—250 V și utilizarea în etajele finale a unor tipuri de tuburi cu amplificare mare de putere, adică necesitând cea mai mică excitație, pentru a obține puterea dorită în antenă. Cu cît numărul total al etajelor unui emițător este mai redus, cu atât posibilitatea de generare a armonicilor este mai redusă.

Alegerea circuitelor și așezarea pieselor

Armonicele au valori considerabile atât în circuitele de grilă, cât și în circuitele de placă ale amplificatoarelor de radiofrecvență. Ele dă puțină bătaie de cap dacă sunt efectiv puse la masă; acest lucru însă este relativ dificil. Fig. 354 a arată drumul urmat de armonici într-un amplificator. Din cauza reactanței mari a bobinei din circuitul acordat

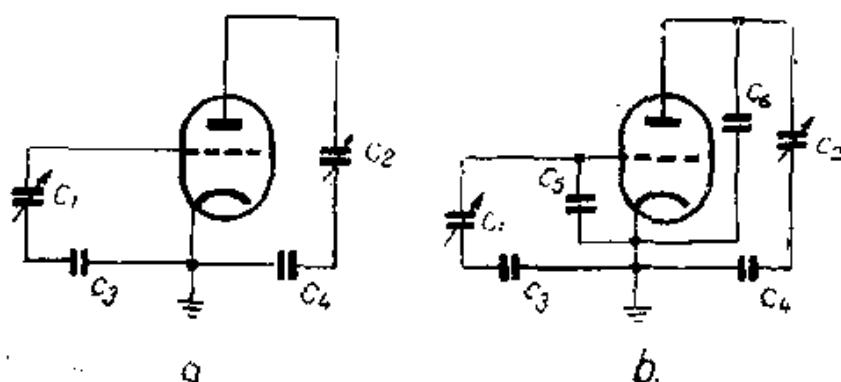


Fig. 354.

ele circulă prin condensatorul respectiv și prin condensatorul de decuplaj, închizînd circuitul în capacitățile interne ale tubului. Lungimea conexiunilor care formează acest drum este de mare importanță, întrucât aceasta reprezintă inductanța unui circuit ce rezonează pe o frec-

vență foarte înaltă, capacitatea internă a tubului fiind capacitatea circuitului oscilant respectiv. Dacă această frecvență de rezonanță cade în vecinătatea sau pe o armonică a emițătorului, acest lucru face ca armonica respectivă să fie amplificată în mod simțitor. Aceste rezonanțe sunt inevitabile, dar prin reducerea drumului la cea mai scurtă lungime fizică posibilă, se poate ridica această frecvență de rezonanță peste 200 MHz în amplificatoarele de putere mijlocie (100—500 W).

Cu excepția tuburilor miniaturi, utilizate în emițătoarele de foarte mică putere, frecvența de rezonanță parazitară nu poate să trecă însă mai sus de 200 MHz. Atunci cînd conexiunile scurte nu sunt realizabile din cauza dimensiunilor fizice ale pieselor utilizate, se pot obține imnătățiri remarcabile prin folosirea montajului din fig. 354 b.

Condensatoarele C_5 și C_6 au valori între 15—50 pF și sunt tubulare și în vid. Ele trebuie să fie montate cît mai aproape de legăturile de grilă, cátod și placă ale tubului respectiv. În acest mod rezonanța poate mutați sub 54 MHz și deci în afara benzilor de televiziune. Această metodă este deosebit de utilă pentru benzile de 3,5 și 7 MHz. Pe banda

28 MHz procedeul mărește apreciabil capacitatea circuitelor de grilă placă, iar capacitațile C_5 și C_6 afectează apreciabil valoarea sellului trebuințat. Utilizarea cuplajului inductiv (link) este utilă pentru reducerea armonicilor. Reducerea inductanței conexiunilor poate fi făcută prin utilizarea la conexiuni a benzii plate de cupru, iar ca drum întoarcere al condensatoarelor de decuplaj — șasiul (în cazul în care conexiunea la cátod ar fi lungă) deoarece acesta reprezintă o inductanță redusă. Punctele de rezonanță ale amplificatoarelor de radiofrecvență în spectrul de frecvențe foarte înalte pot să observate cu ajutorul unui grid-dipper. De asemenea, prin această metodă se poate măsura frecvența proprie de rezonanță a bobinelor respective (în special pe 14, și 28 MHz). În cele mai multe amplificatoare de radiofrecvență, contactul de placă este deasupra șasiului, iar contactul de grilă și cátod este dedesubt. În acest caz condensatorul de decuplaj din placa tubului este montat sub șasiu.

Condiții de regim. O valoare ridicată a negativării și curentului de grilă mărește apreciabil procentul de armonici; de aceea se va reduce distanța dintre etaje la minimum necesar pentru a se obține o elimitare satisfăcătoare, iar în cazul emițătoarelor modulate, o linearitate satisfăcătoare. În general, nu este necesar să dăm o negativare cu multă mare decât punctul de anulare, iar curentul de grilă trebuie micșorat pînă la limita inferioară, care asigură, totuși, o funcționare satisfăcătoare. În privința radiației armonicilor, nu există nici o diferență între amplificatoarele cu un singur tub și cele în contratimp (push-pull); diferența deosebire este aceea că amplificatoarele simple avantajează radiația pară, iar cele în contratimp, pe cele impare. În cazul cînd ar-

monicile jenează un singur canal de televiziune, se poate reduce apreciabil nivelul lor pe acest canal prin introducerea unui circuit dop (fig. 355) acordat pe canalul respectiv, între borna de placă și circuitul oscillator normal. Întrucât selectivitatea acestui circuit este foarte mare, utilizarea lui nu este prea eficace.

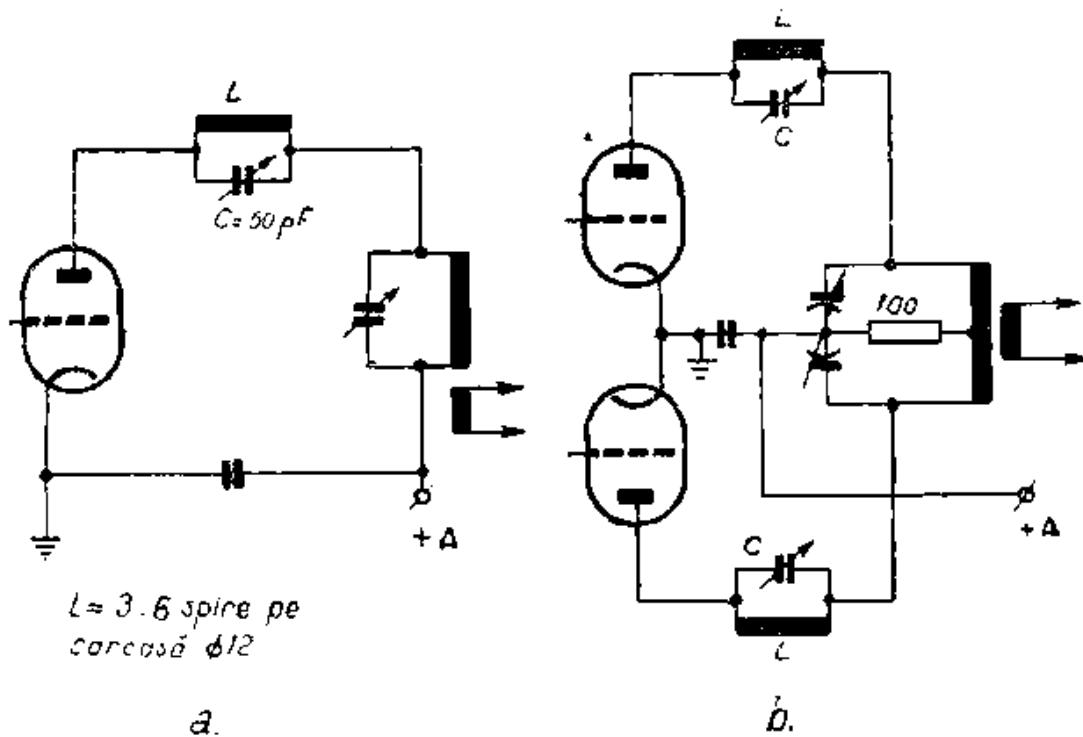


Fig. 355.

Prevenirea radiației emițătorului

Radiația emițătorului poate fi împiedicată prin blindarea săsiului. O casetă metalică nu este însă un blindaj (ecran electrostatic) decât în cazul cînd diferențele panouri ce o alcătuiesc fac contact electric pe întreaga lor lungime. Găurile de aerisire și găurile pentru instrumente permit ieșirea din blindaj a unei mari cantități de energie. Găurile mici, în schimb, nu strică blindajul electric și, dacă sunt destul de dese, asigură o bună aerisire. În spatele găurilor mai mari se vor cositori bucăți de plasă metalică, iar instrumentele de măsură vor fi închise în blindaje metalice care să aibă contact electric bun în vecinătatea găurii pentru instrument. Fig. 356 arată cum trebuie făcute filtrele prin care pătrund firele de alimentare în cutia emițătorului. Filtrele trebuie să fie introduse într-o cutie metalică, fixată pe emițător. Pentru cercetarea radiațiilor emițătorului, vom face ca acesta să debiteze energia pe o rezis-

ță de sarcină (antenă) artificială sau „fictivă” (toată instalația de antenă artificială și legătura între aceasta și emițător va fi blindată). Voi observa apoi, prin explorarea vecinătății emițătorului cu ajutorul unui măsurător de cîmp, existența armonicilor și vom continua lucrul pînă cînd nu se vor mai observa nici un fel de armonici.

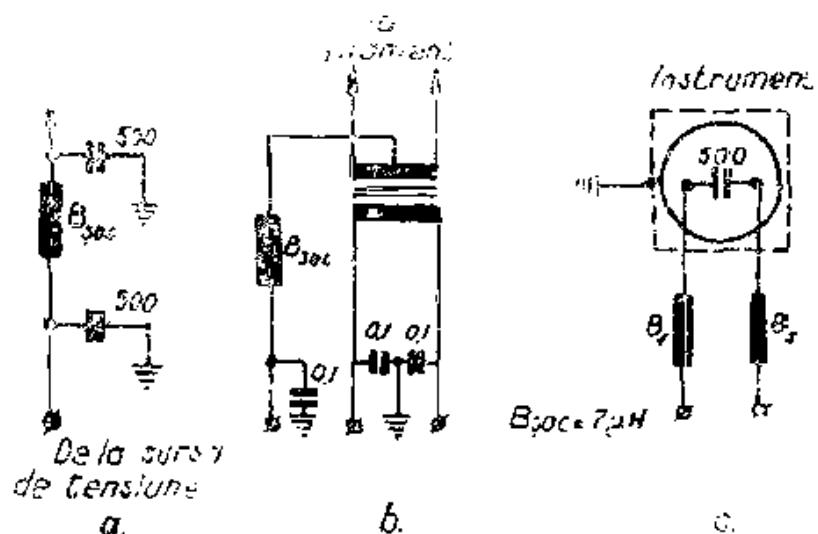


Fig. 356.

Prevenirea radiațiilor armonicilor de către antenă

Un sistem bun, care reduce cu 20—30 dB armonica a doua și pe celelalte, este indicat în fig. 357. Un clupaj de antenă inductiv este, din acest punct de vedere, o necesitate la orice emițător. De asemenea, se recomandă un blindaj electrostatic între bobina etajului final și bobina de

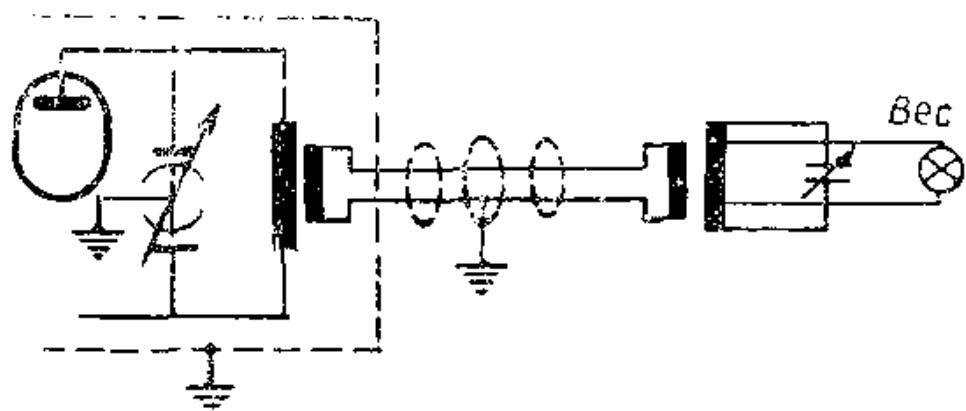


Fig. 357.

cuplaj cu antena. În cazul cînd rezultatele obținute pînă acum nu sînt satisfăcătoare, se poate introduce în link-ul dintre emițător și cuplajul antenei un filtru special.

Filtre

Noțiunea de „filtru” am mai întîlnit-o, fără a o explicita însă în detaliu, cu prilejul prezentării celulelor de filtrare din redresoare, în cuprinsul capit. IV.

Prin definiție, un filtru este o combinație de condensatoare și bobine, dimensionate în aşa fel încît să poată oferi drum liber unor anumite frecvențe dintr-un circuit și de a stăvili sau cerne — adică de a filtra— alte frecvențe indezirabile.

După funcția îndeplinită, filtrele se împart în patru mari familii :

1) *Filtre „trece jos” sau „cu trecere inferioară”* („low-pass”—engl. și „pass-bas”—fr.), care lasă să treacă numai frecvențele de sub o anumită limită impusă („frecvență de tăiere”—ft), oprindu-le pe celelalte. Cel mai simplu filtru de acest tip, denumit și filtru în „L”, este reprezentat în fig. 358 a.

El se compune dintr-o inductanță L conectată în serie cu sarcina R_s și dintr-o capacitate C, legată în paralel cu aceasta.

Pe scurt, principiul de funcționare al filtrului în „L” este următorul : curenții de frecvențe mai joase decît frecvența de tăiere ft (determinată de valorile lui L și C) trec cu ușurință prin inductanță L datorită reactanței reduse $X_L = \omega L$ opusă de aceasta. În punctul O curenții se ramifică, o parte trecînd prin C, iar cealaltă, prin R_s . Datorită faptului că la frec-

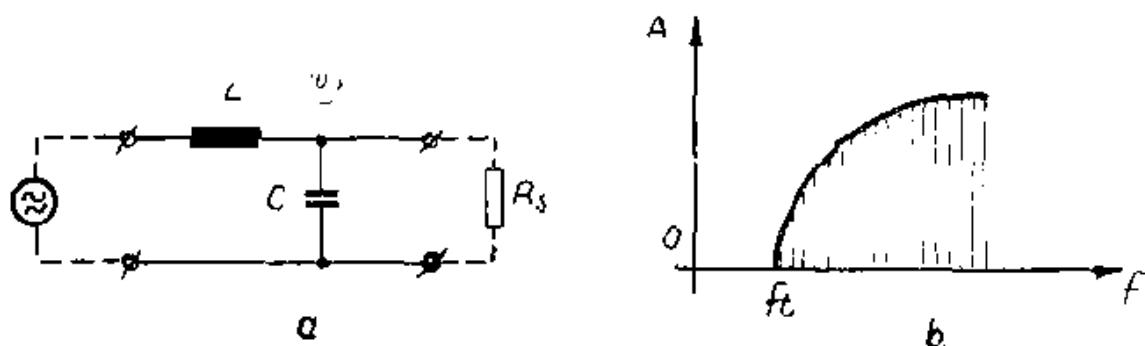


Fig. 358.

vențe joase reactanța $X_C = \frac{1}{C \cdot \omega}$ este mai mare, majoritatea curenților ce trec prin O se derivă prin R_s . La frecvențe mai înalte decît ft lucrurile se petrec invers. Reactanța X_L capătă valori sporite, opunîndu-se într-o mai mare măsură trecerii curenților. Acțiunea conjugată a celor

două reactanțe produce astfel efectul de filtrare (separare) a frecvențelor joase, care sunt lăsate să treacă de la sursă oscilațiilor (generator) la sarcină, de frecvențele înalte, care sunt opriate sau mult atenuate.

Reprezentarea grafică a fenomenului este redată în fig. 358 b, prin „curba de răspuns a filtrului trece-jos în funcție de frecvență”. Se observă că pentru frecvențele cuprinse între $f=0$ și $f=f_t$ atenuarea A este nulă, pe cînd pentru f mai mare decît f_t , atenuarea crește treptat. Porțiunea cuprinsă între $f=0$ și $f=f_t$ se numește „bandă de trecere”, iar cea dintre $f=f_t$ și $f=\infty$, „bandă de atenuare”.

Curba din figura 358 b este curba ideală, fără pierderi. În realitate însă, filtrele au pierderi (în elementele rezistive) și, ca atare, atenuarea în banda de trecere nu este chiar nulă, ci puțin mai mare, iar în banda de atenuare nu atinge infinitul, ci o valoare oarecare.

Filtrul în „L” are avantajul de a fi foarte simplu, dar eficacitatea sa fiind redusă este puțin folosit. Pe scară mai largă se utilizează filtrele simetrice, obținute prin combinarea a două filtre în „L”. După modul de combinare, acestea sunt denumite în „T” (fig. 359 b) sau în „Π” (fig. 360 b).

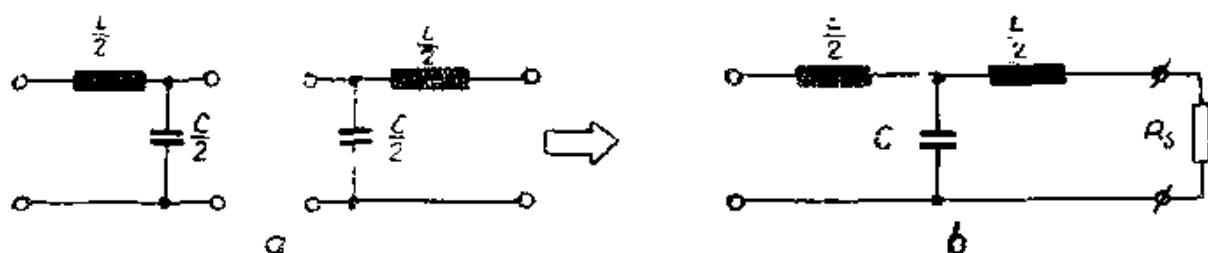


Fig. 359

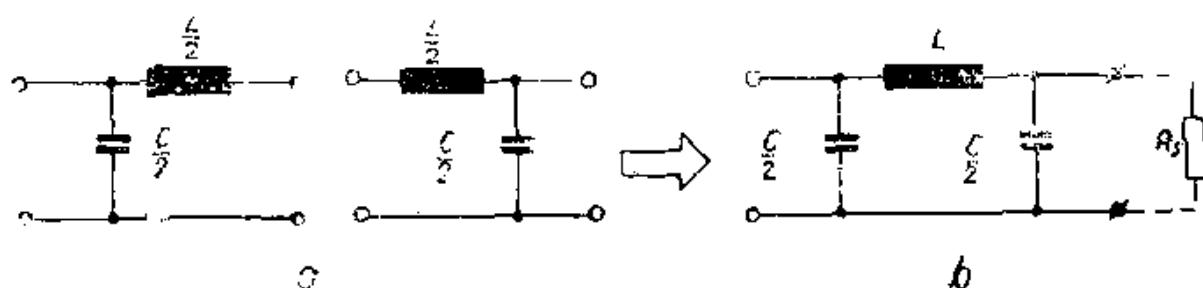


Fig. 360.

Celulele de filtre în „T” sau „π” se pot asocia între ele, obținându-se filtre complexe cu calități îmbunătățite (filtre tip „m” — fig. 361).

2) *Filtre „trece sus” sau „cu trecere inferioară” („high-pass”—engl. sau „passe-haut”—fr.), care lasă să treacă numai frecvențele de deasupra frecvenței de tăiere f_t , oprindu-le pe cele inferioare (fig. 362).*

3) *Filtre „trece bandă” (band-pass—engl.), care lasă să treacă numai frecvențele aflate între două limite, eliminându-le pe toate celelalte (fig. 363).*

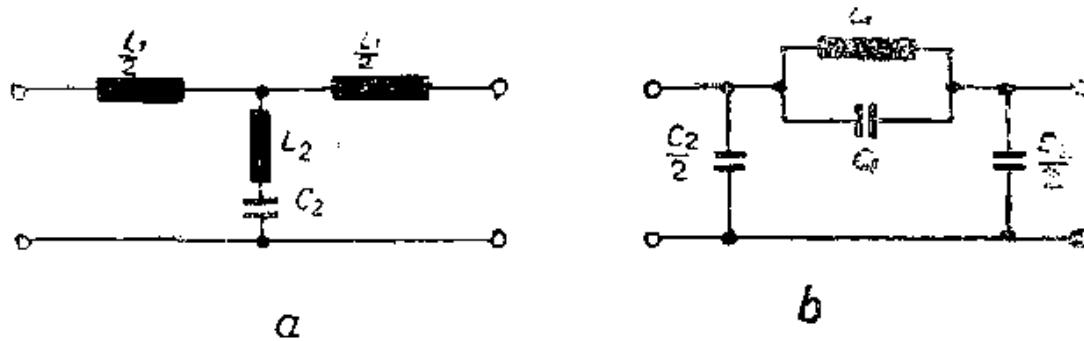


Fig. 361.

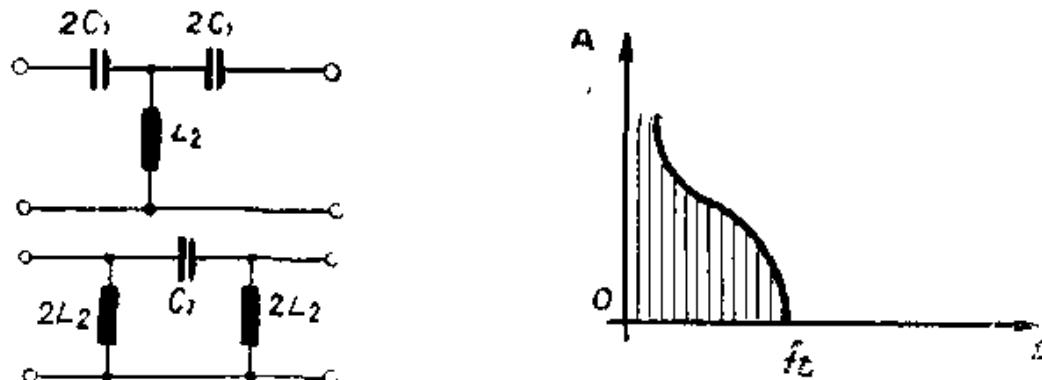


Fig. 362.

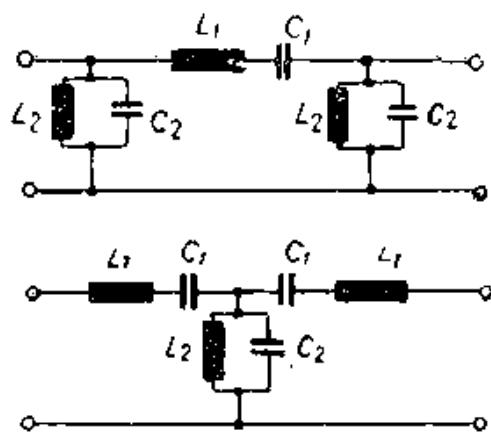
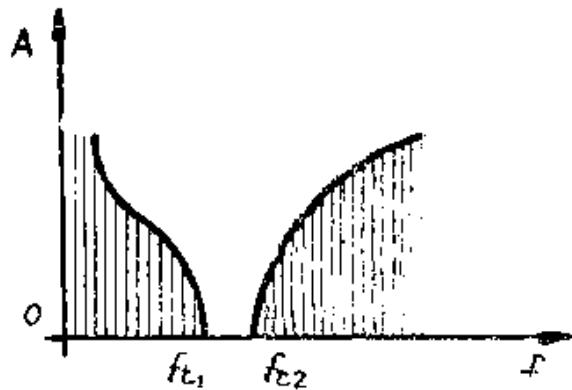


Fig. 363.



4) *Filtre „oprește bandă” sau „dop”, care lasă să treacă toate frecvențele afară de o anumită bandă (fig. 364).*

Filtrul special amintit mai înainte (fig. 365) este de tipul „trece jos” și are două frecvențe de rejecție (puncte de atenuare) de cel puțin 50 dB în oricare din cele două canale de televiziune alese din banda 49...80 MHz (în celelalte canale atenuarea variind între 20 și 40 dB).

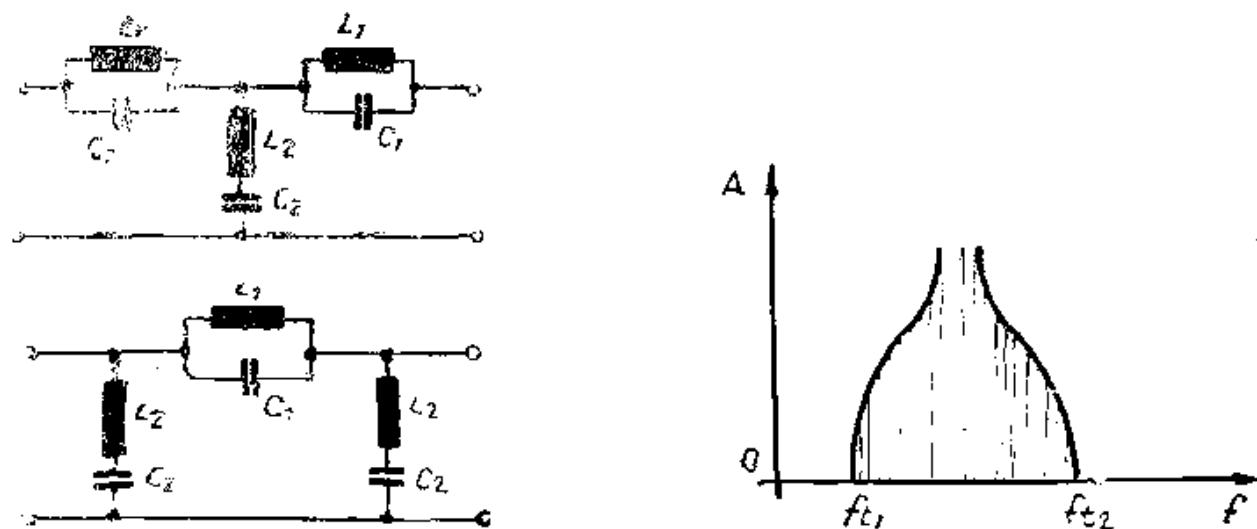


Fig. 364.

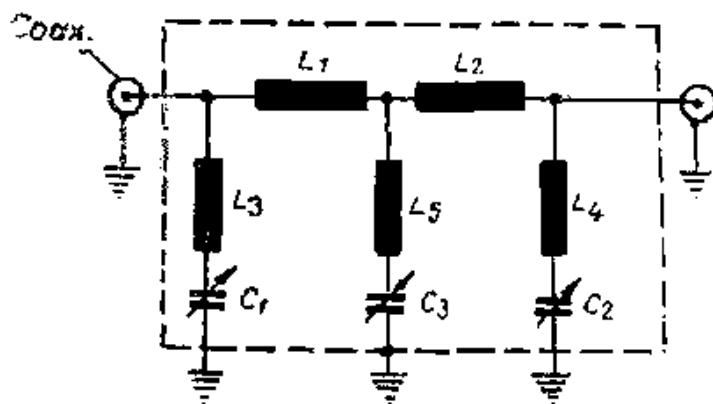


Fig. 365.

Valorile pieselor filtrului sunt: $C_1, C_2 = 35 \dots 50 \text{ pF}$ variabile; $C_3 = 100 \text{ pF}$, variabil; $L_1, L_2 = 5$ spire; $L_3, L_4 = 4$ spire; $L_5, L_6 = 1$ spiră.

Toate bobinele se execută cu sîrmă $\varnothing 2 \text{ mm}$, pe „aer” (fără carcăsă), diametrul interior al bobinelor fiind de 12 mm, iar lungimea însășurătoare ($L_1 \dots L_6$) 12 mm.

Filtrul, care este conceput pentru cablul coaxial, se montează într-o cutie metalică.

Concluzii

În practică metodele descrise mai sus s-au dovedit absolut satisfăcătoare chiar și în cele mai defavorabile condiții.

Procedeele expuse mai sus pot fi rezumate după cum urmează:

a) Faceți o examinare critică a emițătorului pe baza celor mai sus arătate.

b) Controlați toate circuitele, și, în special, cele legate de amplificatorul final, cu ajutorul grid-dipper-ului pentru a observa dacă există sau nu rezonanțe în benzile de televiziune. În cazul cînd sunt, retușați circuitele pentru a deplasa frecvența de rezonanță în alte regiuni.

c) Legați emițătorul la sarcina artificială și observați prezența armonicilor în afara cutiei metalice a emițătorului.

d) După ce v-ați convins că emițătorul este lipsit de armonici (lucrînd pe antena artificială) conectați antena normală și...spor la lucru „and best DX !”...

Partea a două

RADIOTELEGRAFIE

Capitolul I

**METODICA ÎNVĂȚĂRII TRANSMITERII
LA MANIPULATOR**

1. Scopurile și etapele de învățare

Scopul principal al învățării transmiterii la manipulator constă în formarea deprinderilor necesare efectuării cât mai corect, la viteze mari, traficului de radioamatori.

Învățarea transmiterii cuprinde trei etape:

E t a p a î n t î i sau etapa învățării și formării deprinderilor necesare unei bune transmiteri. Acestea se obțin prin executarea următoarelor exerciții pregătitoare:

- așezarea la masa de lucru și apucarea manipulatorului;
- apăsarea manipulatorului și revenirea;
- învățarea transmiterii semnalelor scurte (puncte);
- învățarea transmiterii semnalelor lungi (linii);
- învățarea transmiterii dileritelor combinații, puncte și linii (unele după altele) fără întrerupere.

E t a p a a d o u a este etapa învățării transmiterii tuturor semnelor alfabetului morse. Ea cuprinde:

- transmiterea fiecărui semn al alfabetului morse, în ordinea învățării semnelor arătată în cadrul fiecărei lecții;
- transmiterea cuvintelor scurte (a grupelor formate din cifre sau litere și mixte), a frazelor codificate din tabelul de con vorbiri, a codului Q și după memorie;
- transmiterea exercițiilor mai grele, formate din semne de con vorbire tipică, de exemplu E.I.S.H.5, A.U.V.4, N.D.B.6 etc. Aceste exerciții se execută transmitindu-se atât fără pauză între semne, cât

și separat, ele alcătuind exercițiile de antrenament pentru obținerea unei bune transmiteri; prelucrarea lor îndelungată este un bun procedeu pentru prevenirea eventualelor cazuri cînd elevii pierd siguranța de transmitere la manipulator.

În etapa a doua scopul principal îl constituie formarea deprinderilor de a transmite calm, fără grabă și în același ritm, semnele Morse atât separat, cît și în diferite combinații.

Etapă a treia este etapa învățării unei transmiteri corecte conform normelor, pentru radioamatorii de clasa a 3-a.

2. Transmiterea semnelor alfabetului Morse

Transmiterea semnelor alfabetului Morse se realizează cu manipulatorul prin închiderea și deschiderea circuitului cu ajutorul contactelor din față, adică în ritmul manipulării.

Închiderea și deschiderea circuitului prin contactele manipulatorului se efectuează prin mișcarea mîinii din încheietură. Această mișcare a mîinii are loc în plan vertical, de sus în jos. Prin aceasta, în procesul de transmitere antebrațul și încheietura mîinii execută o mișcare oscilatorie în limite determinate.

În prima etapă de învățare a transmiterii la manipulator a semnalelor scurte și lungi amplitudinea oscilației este aceeași și reprezintă 3—5 mm. În continuare, o dată cu creșterea vitezei de transmitere, amplitudinea oscilației mîinii, atât la transmiterea semnalelor scurte, cît și la transmiterea semnalelor lungi, se micșorează și ajunge la 3—4 mm.

Distanța dintre contactele manipulatorului (pasul contactelor manipulatorului) este în etapa I și a II-a de 1—1,5 mm, ulterior, o dată cu creșterea vitezei de transmitere, distanța dintre contacte se micșorează pînă la 0,1 mm.

La mișcarea încheieturii mîinii de sus în jos are loc închiderea contactelor manipulatorului, în urma căreia se transmit semne scurte sau lungi; la mișcarea încheieturii mîinii de jos în sus, contactele manipulatorului se deschid, ceea ce formează intervalele dintre semnalele din cadrul aceleiași litere sau dintre litere.

Mărimea semnalelor manipulate (scurte sau lungi) este determinată de timpul cît circuitul de manipulare este închis.

Închiderea și deschiderea contactelor manipulatorului au loc pe timpul cît încheietura mîinii efectuează cursa între poziția inițială superioară și cea inferioară. Ca urmare, durata de manipulare a semnalelor este determinată de trei factori: de amplitudinea oscilației încheieturii mîinii, de viteza de mișcare a acesteia și de durata rămînerii încheieturii mîinii în pozițiile superioară și inferioară.

Aceasta este deosebit de important pentru caracteristica procesului de transmitere, care este reprezentată în figura 366, în care se arată mișcarea încheieturii mânii pe timpul transmiterii punctelor.

Să studiem cinci momente caracteristice pe timpul transmiterii punctelor, la viteza de 50 semne pe minut. La începutul transmiterii, mâna se găsește în poziția inițială superioară (fig. 366, a), contactele din față ale manipulatorului sunt desfăcute, ceea ce corespunde intervalului.

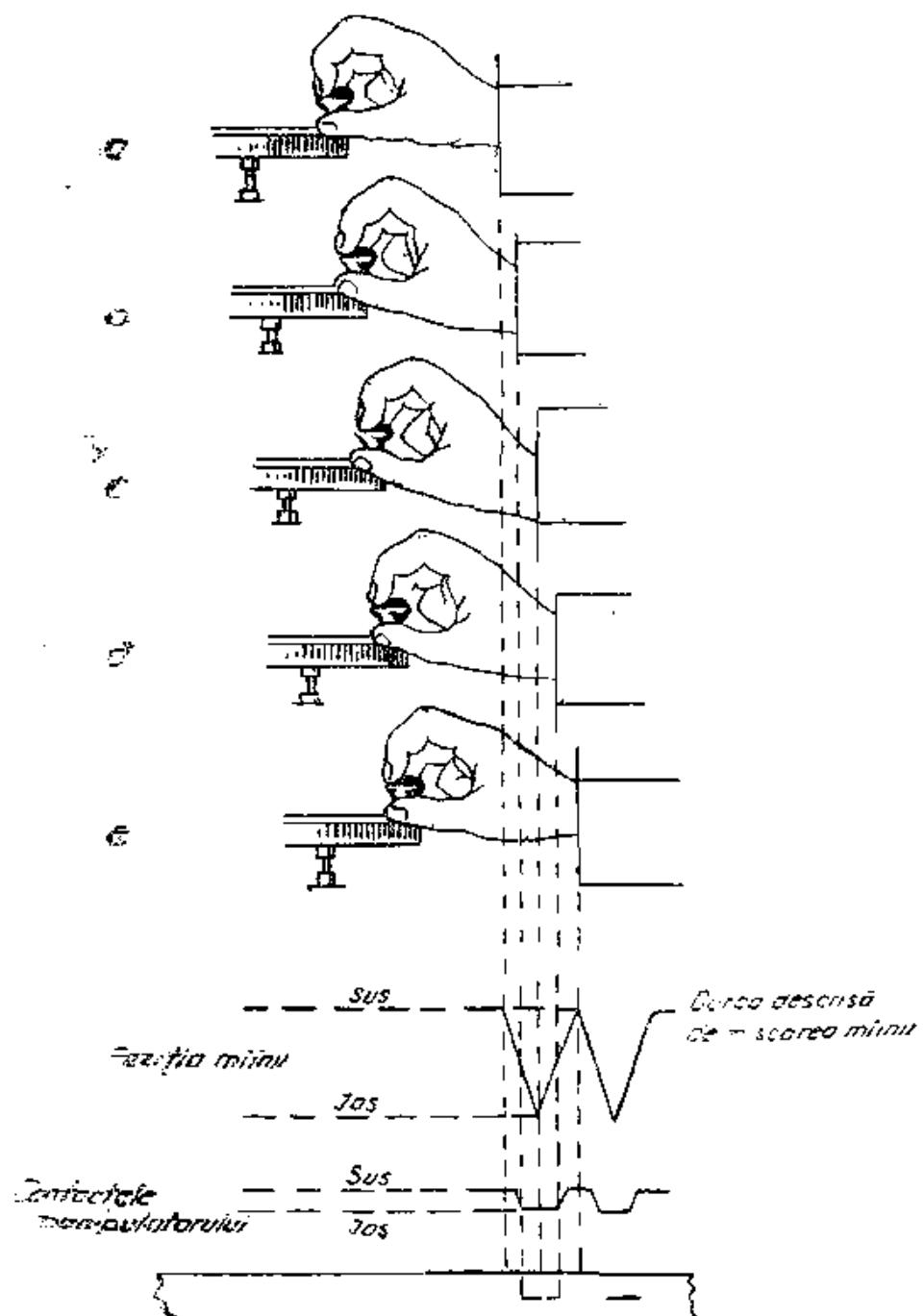


Fig. 366.

La mișcarea mîinii în jos, la mijlocul cursei are loc închiderea contactelor (fig. 366 b), în urma căreia începe transmiterea semnalului. Mișcîndu-se în continuare încheietura mîinii în jos, aceasta ajunge în poziția inferioară (fig. 366 c) și aici, după o reținere scurtă, atît cît este necesar pentru schimbarea sensului de mișcare a mîinii, aceasta începe să se miște în sus.

Mișcîndu-se de jos în sus, atunci cînd încheietura mîinii ajunge în poziția de mijloc, are loc ruperea contactelor și deci întreruperea transmiterii semnalului și începe pauza (fig. 366 d). Ajungînd în poziția inițială superioară (fig. 366 e) încheietura mîinii poate să se mențină în această poziție, sau reîncepe mișcarea pentru transmiterea punctului următor, fără a se mai opri în poziția superioară, decît atîta timp cît este necesar pentru schimbarea sensului de mișcare; în cazul mișcării mîinii în jos, procesul se repetă.

Cele cinci momente de transmitere a semnalelor scurte sunt date succesiv pe timpul mișcării încheieturii mîinii, ceea ce permite să se arate demonstrativ cum se formează transmiterea unui semn și a unei pauze dintre semne.

Procesul transmiterii semnalelor scurte se caracterizează prin oscilații uniforme, ritmice, ale încheieturii mîinii, fără a se opri în pozițiile superioară și inferioară.

Transmiterea semnalelor lungi nu se deosebește în principiu cu nimic de transmiterea semnalelor scurte. Singura deosebire este aceea că pe timpul transmiterii la viteze mai mici, pentru obținerea semnalului lung mîna trebuie să rămînă un timp oarecare în poziția inferioară, ceea ce mărește durata închiderii contactelor manipulatorului.

Procesul de transmitere a semnalelor scurte și a semnalelor lungi, precum și a pauzelor dintre ele este reprezentat grafic în figura 367 unde spre exemplificare s-a folosit litera „V” la diferite viteze de transmitere (în diferite etape de formare a radioamatorilor).

În figura 367 a este reprezentată grafic transmiterea literei „V” în perioada inițială de învățare, cînd viteza de transmitere nu depășește 15 semne pe minut. Graficul mișcării mîinii este cel al curbei AB, care arată că la o viteză mică de transmitere durata fiecărei părți componente a semnalului (punct, linie și pauză) se formează în special pe seama menținerii mîinii în pozițiile inferioară și superioară. Liniile punctate care fac legătura între graficul de mișcare a încheieturii mîinii și graficul de mișcare a manipulatorului indică în ce moment al mișcării încheieturii mîinii au loc închiderea și deschiderea contactelor manipulatorului (punctele 1—8).

Procesul transmiterii aceleiași litere la viteza de 50 semne pe minut este reprezentat în figura 367 b.

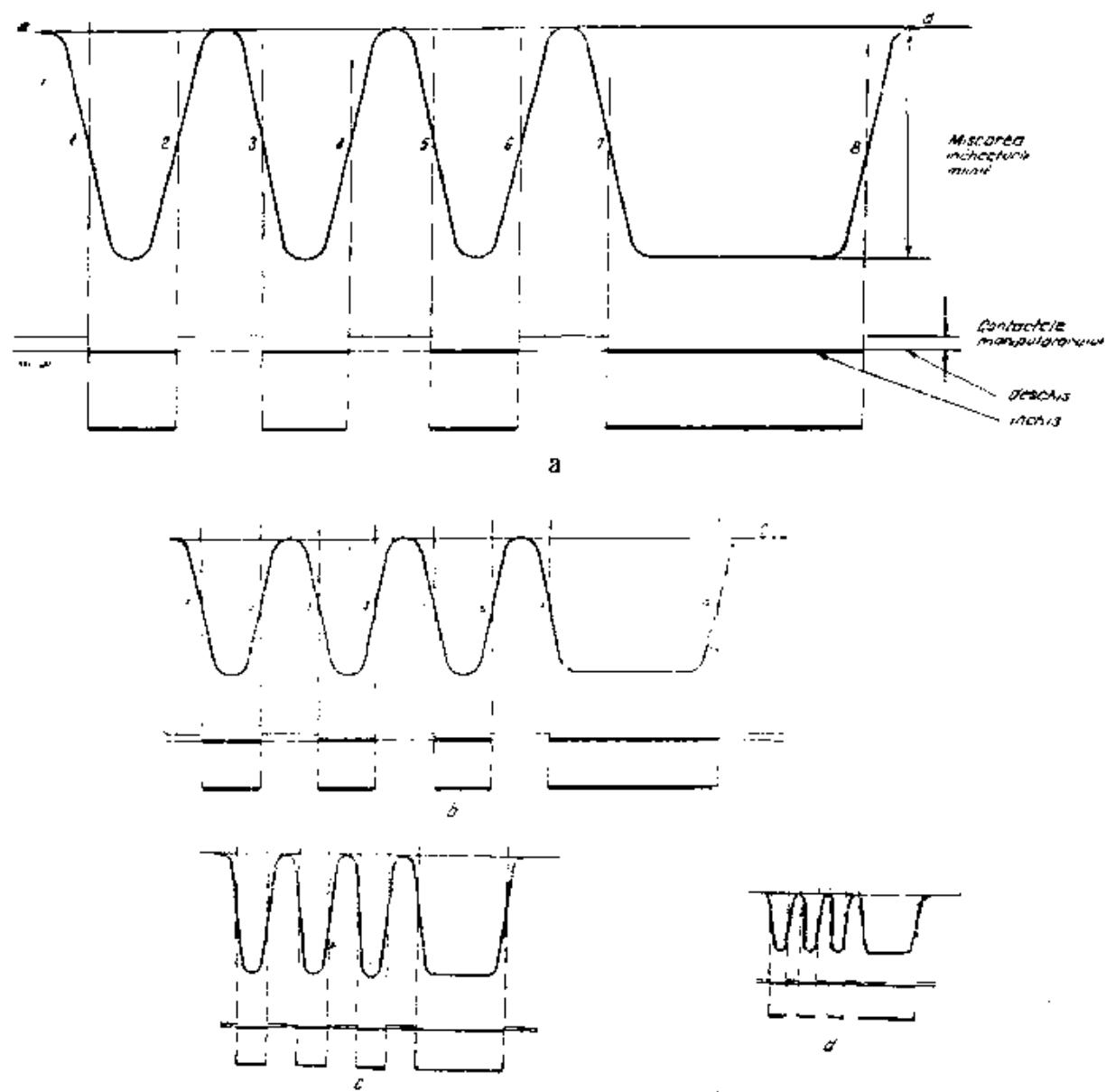


Fig. 367.

Creșterea ulterioară a vitezei de transmitere schimbă aspectul curbei $1B$ care caracterizează mișcarea încheieturii mîinii. Aceasta se vede și în figura 367 c , în care este reprezentată grafic transmiterea liniei A la viteza de 100 semne pe minut. Aceasta se deosebește de cele două grafice arătate mai sus prin creșterea vitezei de transmitere pe seama micșorării oscilației încheieturii mîinii atât la transmiterea liniilor, cât și la transmiterea punctelor.

În figura 367 d este reprezentată grafic transmiterea literei la viteze mari (120—150 semne pe minut), care se realizează pe seama mișcării în continuare a cursei încheieturii mîinii și a schimbării rapide

a sensului de mișcare a acesteia în punctele superioare și inferioare; în acest caz, linia se transmite pe seama duratei cît mîna se află în mișcare și mai puțin pe seama menținerii ei în poziția inferioară.

Caracteristic pentru transmiterea semnelor la vitezele mari este faptul că mîna se află într-o mișcare oscilatorie permanentă, fără rețineri în pozițiile limită inferioară și superioară, dar cu curse diferite pentru puncte și linii.

3. Așezarea și apucarea manipulatorului

Învățarea transmiterii la manipulator începe cu învățarea elementelor de așezare la masa de lucru.

Așezarea corectă la masa de lucru în vederea transmiterii la manipulator se caracterizează prin următoarele (fig. 368):

— mîna dreaptă a radioamatorului care apucă manipulatorul trebuie să fie în prelungirea pîrghiei acestuia, în aşa fel încît cotul mîinii drepte să fie la înălțimea manipulatorului; această poziție determină înălțimea meselor și scaunelor pentru fiecare elev în parte;

— mîna dreaptă trebuie să fie îndoită din cot sub un unghi de $70-75^\circ$, iar cotul trebuie să se găsească la 15-20 cm depărtare de corp; degetele, semiîndoite, trebuie să stea lejer pe butonul manipulatorului; această poziție a mîinii drepte determină distanța dintre marginea mesei și corp, care va fi diferită pentru fiecare funcție de lungimea antebrațului;

— mîna stîngă se găsește liber așezată pe masă, cu palma în jos; degetele mîinii stîngi urmăresc rîndurile din text

— corpul este nuțin aplacat spre înainte, umerii des întăriți, dar fără a îi încordați; mușchii gâtului, mîinilor și picioarelor rela xăți; picioarele se află depărtate la lărgimea umerilor și se sprijină pe podea cu toată talpa.

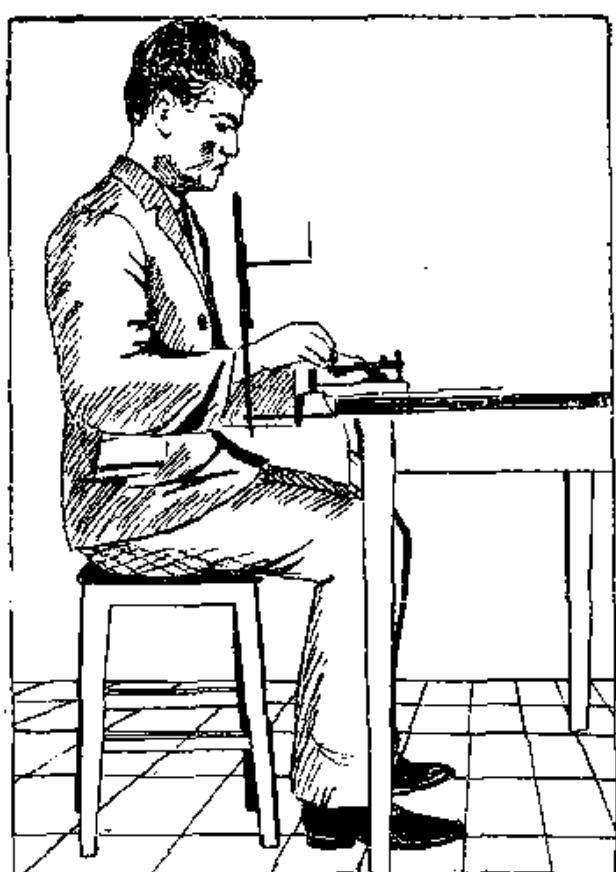


Fig. 368.

Modul așezării la masa de lucru se repetă la începutul fiecărei șențe de transmitere la manipulator, pînă cînd se capătă deprinderea și a se avea o poziție corectă la masa de lucru.

Greșelile caracteristice ce se pot comite la învățarea așezării corecte la masa de lucru sunt : încordarea mușchilor corpului, mîinii și ai gâtului ; ridicarea unui umăr mai mult decît celălalt ; ridicarea cotului mai mult decît nivelul butonului manipulatorului sau coborîrea cotului ; încojirea corpului (aplecarea lui), încovoierea spotelui.

Toate aceste greșeli se pot observa ușor dacă se face un autocontrol atent.

Foarte des se ocupă o poziție incorectă la masa de lucru din următoarele cauze :

- neatenția elevului (sau lipsa de exigență a instructorului) ;
- explicația și demonstrarea neclară din partea instructorului ;
- descoperirea tardivă a greșelilor făcute în executarea exercițiului ;
- nerespectarea de către elev a principiului controlului individual.

Orice greșeală poate fi ușor înălăturată dacă se descoperă la timp cauza acesteia. Trebuie reținut faptul că trecerea cu vederea a greșelii duce la însușirea de deprinderi gresite, care sunt mai greu de coracat dacă nu s-au înălăturat imediat.

Apucarea manipulatorului. Corectitudinea transmiterii la manipulator depinde în mare măsură de apucarea manipulatorului.

Apucarea manipulatorului trebuie să fie comodă și să asigure cu ajutorul oscilațiilor încheieturii mîinii o transmitere clară ; la o apucare corectă a manipulatorului se formează un fel de articulație care va fi ușor încheietura mîinii cu pîrghia manipulatorului.

Radioamatorul trebuie să apuce butonul manipulatorului cu trei degete ale mîinii drepte (vezi fig. 369), în aşa fel, încit degetul mare și cel mijlociu să apuce butonul din părțile laterale, iar degetul arătător să fie așezat semiîndoit deasupra butonului manipulatorului. Degetul inelar și degetul mic, semiîndoite, se aduc în podul palmei. Degetul mijlociu se apropie de buton lateral cu falanga a doua, imprimînd manipulatorului o neînsemnată ridicare în sus a pîrghiei, degetul arătător, la mișcarea încheieturii mîinii de sus în jos, apasă ușor pe butonul manipulatorului ; degetul mare se aduce pe buton o dată cu degetul mijlociu, dar pe latura opusă, iar la mișcarea încheieturii mîinii de sus în jos apasă ușor pe butonul manipulatorului.

Degetele trebuie să apuce butonul manipulatorului fără încordare și în aşa fel, încît pe timpul lucrului să nu se desprindă de pe buton, și nu alunecă de pe el și în nici un caz să nu lovească butonul manipulatorului pe timpul lucrului.

Învățarea apucării corecte a manipulatorului (poziția corectă a degetelor pe buton) se face la primele ședinje prin repetarea acestui exercițiu de mai multe ori. La ședințele următoare acest antrenament se scurtează ca durată din ce în ce mai mult și începează abia atunci cînd s-a învățat apucarea corectă a manipulatorului.

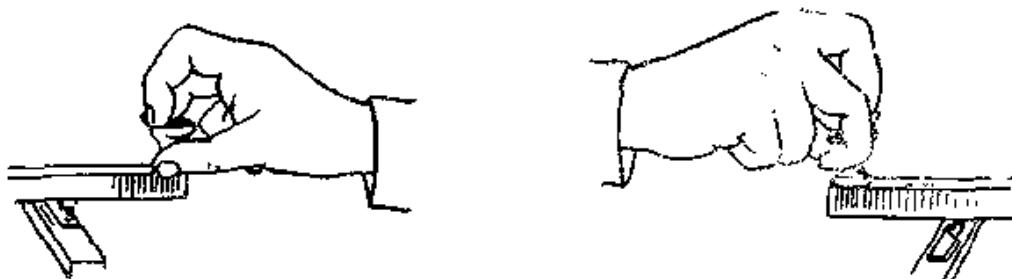


Fig. 369.

Greșelile cele mai caracteristice la învățarea acestui exercițiu sunt următoarele :

- a) incordarea degetelor și strîngerea butonului, ceea ce îngreutiază mișcarea încheieturii mîinii pe timpul transmiterii, consum de eforturi mari pentru transmitere, mîna obosește repede și, ceea ce este deosebit de periculos, mișcările mînii sunt forțate și neritmice ;
- b) poziția incorectă a degetelor pe butonul manipulatorului — apucarea ușoară — degetele abia ating butonul ; apucarea adîncă — butonul manipulatorului aproape că atinge podul palmei, iar degetele astină pe buton ; prima falangă a degetului mijlociu nu stă orizontal pe partea dreaptă a butonului, ci vertical, din care cauză transmite oscilațiile încheieturii mînii pentru mișcarea pîrghiei manipulatorului și nu se formează articulația dintre mînă și manipulator ; degetul mare stă deasupra, pe capul butonului manipulatorului ;

- c) obișnuința de a se uita la manipulator ; lipsa antrenamentului de a apuca butonul manipulatorului fără a se uita la el.

Greșelile menționate mai sus sunt ușor de observat, dacă se dă atenția necesară pentru descoperirea lor.

Inițierarea greșelilor se face prin repetarea cu multă răbdare, de nenumărate ori, a apucării corecte a manipulatorului și a eliminării greșelilor comise.

Mișcarea mînii pe timpul transmiterii. Mîna trebuie să se miște în limite strict determinate, care delimită cursa ei ; în perioada inițială de învățare cursa încheieturii mînii este de 3--5 cm. Poziția inițială a încheieturii este poziția limită superioară la care butonul manipulatorului este ridicat, iar contactele anterioare ale manipulatorului

este ridicat, iar contactele anterioare ale manipulatorului sunt deschise, această poziție are loc la ridicarea încheieturii în aşa fel, încât palma mânii să se găsească sub un unghi de 5—10 grade față de antebraț (ormindu-se unghiul caracteristic).

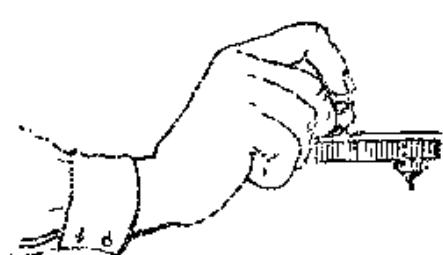
Pentru închiderea contactelor (apăsarea) manipulatorului mîna este lăsată în jos pînă în poziția limită inferioară. Pentru deschiderea contactelor (revenire) mîna se ridică pînă la poziția limită superioară (poziția inițială). Aceste mișcări ale încheieturii mânii trebuie să fie continue, ritmice și să se execute fără încordare.

Îndoirea încheieturii mânii în jos la închiderea contactelor (la apăsare) nu trebuie să fie prea mare, pentru a nu se forma poziția greșită „înnat” (fig. 370 a).

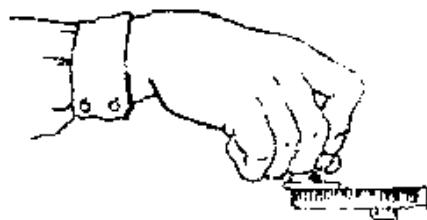
La deschiderea contactelor, încheietura mânii nu trebuie ridicată prea mult în sus, adică nu trebuie să apară aşa-zisul „gheb”, care se întrează între palma mânii și antebraț atunci cînd acesta se ridică mai decît poziția limită superioară (fig. 370 b).

Mișcările încheieturii mânii de sus în jos (apăsare) și de jos în sus (venire) trebuie să se facă strict în plan vertical, adică nu se permite rotirea mânii în alătură (în dreapta sau în stînga).

La executarea antrenamentului pentru apăsarea corectă pe manipulator, o mare importanță o are cursa pîrghiei manipulatorului (măsurată distanței dintre contactele manipulatorului). Mărimea cursei mani-



a



b

Fig. 370.

cului — care asigură o mișcare corectă a încheieturii mânii în la inițială de învățare a transmiterii — este de $1,0 \div 1,5$ mm, arcul manipulatorului întins normal.

Mișcările încheieturii mânii sunt foarte simple și se învață ușor, dar mîna a arătat că majoritatea greșelilor de transmitere la manipulator au loc ca urmare a neuniformității cursei încheielurii mânii și a mișcării punctelor și a linijelor.

4. Învățarea transmiterii semnelor scurte

Învățarea inițială a transmiterii semnelor scurte (puncte) este relativ ușoară, întrucât se face la o viteză foarte mică. Totuși, în timpul creșterii vitezei de transmitere punctele sănătatea cauza răřinierii în urmă, deoarece transmiterea la viteză înseamnă transmiterea unui număr de puncte egale ca mărime, lucru care este mult mai greu decât transmiterea la viteză a semnalelor lungi. De aceea este necesar să se insiste asupra formării deprinderilor sigure în transmiterea punctelor, chiar de la începutul învățării, cu atât mai mult, cu cît majoritatea greșelilor de transmitere se fac în special la transmiterea punctelor.

Este necesar ca de la început să se ajungă ca punctele să fie transmise egale ca mărime, iar distanța dintre ele să fie egală cu un punct.

O atenție deosebită trebuie să fie acordată în primul rînd mișcării corecte a încheieturii mîinii elevilor.

Prima ședință de învățare a transmiterii punctelor se începe cu explicarea și arătarea de către instructor cum trebuie să fie punctele ce se transmit la manipulator, și cum se transmit acestea corect. Instructorul demonstrează după planșe o transmitere corectă și transmite personal puncte, făcîndu-i atenții pe elevi asupra mișcării corecte a încheieturii mîinii și asupra cadenței de transmitere.

Este necesar să li se arate banda ondulografului pe care s-au imprimat punctele transmise de instructor.

Este de asemenea necesar să se folosească metoda imprimării transmiterii elevilor pe banda ondulografului, comparîndu-se transmiterea lor cu transmiterea model a instructorului.

Radioamatorii care nu au posibilitatea să urmeze cursuri organizate vor învăța transmiterea punctelor după numărătoarea proprie, tare sau în gînd. La pronunțarea unei cifre se apasă manipulatorul scurt, după care se revine imediat în poziția inițială. Exemplu: pentru transmiterea literei „H” se numără 1,2,3,4, apăsîndu-se scurți manipulatorul la fiecare cifră numărată. Transmiterea după numărătoare se face pînă cînd s-a învățat o transmitere ritmică a punctelor.

Pe măsura învățării transmiterii punctelor, se recomandă transmiterea combinațiilor de puncte (serii de cîte șase, cinci, patru și trei puncte), nearătîndu-se semnificația acestor combinații.

Transmiterea combinațiilor din două puncte nu se recomandă pînă cînd nu se obține o deprindere sigură în transmiterea combinațiilor de mai multe puncte, întrucât la transmiterea acestei combinații apare tendința de a apăsa forțat pe manipulator fie la primul, fie la al doilea punct.

La transmiterea punctelor apar următoarele greșeli specifice numai transmiterii punctelor:

— tendința de a lovi cu degetele pe butonul manipulatorului;

— apăsarea neuniformă pe manipulator în timpul transmiterii punctelor, la începutul seriei și la sfîrșit (primele puncte se transmit apăsindu-se mult mai puternic, ultimele mai puțin).

5. Învățarea transmiterii semnelor lungi

Începerea exercițiilor de învățare a transmiterii liniilor se face nu după ce elevii și-au format deprinderile sigure de apucare a manipulatorului și de transmitere ritmică a punctelor.

Învățarea transmiterii liniilor separate e mult mai ușoară decât înțelea deprinderii de a transmite, fără pauze, serii de lini, egale ca mărime, micșorându-se la maximum distanța între acestea. De astfel, transmiterea neîntreruptă a unei serii de lini este baza construcției semnelor lungi, iar învățarea acestei transmiteri trebuie să fie cât mai bună, crece ea determină, în mare măsură, calitatea transmiterii viitoare manipulator.

Liniile trebuie să fie egale ca mărime, iar distanța între ele, în cadrul semnului (într-o combinație), trebuie să fie un punct.

Transmiterea liniilor se face datorită îndoirii (oscilații) mânii din spate, în același fel ca și transmiterea punctelor. Oscilațiile mânii trebuie să se execute sigur, calm și fără încordarea mușchilor mânii și coarelor.

Transmiterea cîtorva linii într-o combinație sau semn trebuie să se facă într-o mișcare continuă (oscilații repezi și ușoare ale încheieturii mâinii) prin executarea imediată a apăsării și revemirii, ca și cum ar fi o singură mișcare din momentul terminării primei lini și începerii celei de-a doua.

Ce este lucru este foarte important în transmiterea unei serii neîntrerupte de lini.

Nă la imprimarea deprinderilor sigure, nu trebuie să se exerceze transmiterea de combinații scurte (două, trei lini), întrucît aceasta împiedică elevi să forțeze apăsarea la prima sau la a doua (treia) linie dorința de a începe sau a termina cât mai clar transmiterea combinației, ceea ce duce la neuniformitatea liniilor într-un semn. Viteza de transmitere a unei serii neîntrerupte de lini și combinații trebuie să fie aproximativ de 20 lini pe minut (durata fiecărei lini, în medie, aproximativ 3 secunde).

Timpul exercițiilor de transmitere a unor serii neîntrerupte de lini poate permite ascultarea în căști a transmiterii proprii, însă pe limită de cel mult 10% din timpul repartizat pentru aceste exerciții, nu se pot urmări explicațiile instructorului.

În timpul învățării transmiterii liniilor se pot ivi greșeli care au rămas din timpul învățării transmiterii punctelor și care nu au fost descoperite și înălăturate la timp. Cele mai caracteristice greșeli ce pot apărea în timpul transmiterii sunt :

— îndoirea exagerată, în sus, a încheieturii mîinii în timpul revenirii (se formează „ghebul”);

— îndoirea exagerată, în jos, a mîinii, în timpul apăsării (se formează aşa-zisa „alîrnare” a încheieturii); această greșeală este determinată în general de faptul că încheietura mîinii continuă mișcarea în jos după închiderea contactelor manipulatorului;

— apăsarea forțată în timpul transmiterii primei linii din combinație;

— apăsarea forțată în timpul transmiterii ultimei linii din combinațiile compuse dintr-un număr mic de linii; acest lucru se observă în timpul transmiterii combinațiilor, fără numărătoare, după ritmul impus de instructor și are ca urmare transmiterea neuniformă a semnelor.

Greșelile se descoperă prin recepția în casă și prin imprimarea transmiterii pe banda ondulografului.

Elevii care învață singuri, acasă, vor transmite liniile la numărătoarea proprie. Pentru o linie se numără pînă la trei. La începutul pronunțării cifrei unu se apasă manipulatorul și se ține apăsat pînă la terminarea pronunțării cifrei trei cînd manipulatorul se ridică brusc în poziția inițială. Între linii se lasă o pauză egală cu timpul necesar pronunțării cifrei unu. Exemplu : pentru transmiterea unei combinații de patru linii se numără : unu, doi, trei, unu, doi, trei, unu, unu, doi, trei, unu, doi, trei, unu. Transmiterea liniilor după numerotare se face pînă cînd se învață o transmitere corectă și ritmică a liniilor.

6. Învățarea transmiterii semnelor alfabetului morse

Toate semnele alfabetului morse se compun din semne scurte, semne lungi sau combinații între semnele scurte și lungi. Semnele scurte se numesc puncte, iar cele lungi linii. Între ele există următoarele raporturi dimensionale : punctul este de trei ori mai scurt decît linia. Pauza dintre puncte sau linii este egală cu un punct. Pauza dintre semnele aceleiași litere, cifre, semn de punctuație, semnele aceleiași grupe este egală de asemenea cu un punct. Pauza dintre grupe sau cuvinte este egală cu cinci puncte.

ALFABETUL MORSE

Litere

Semnul	Literă	Semnul	Literă	Semnul	Literă
• —	A	— — —	J	• •	S
— ...	B	— . —	K	— ..	T
— — — .	C	• — — —	L	— .. —	U
— — *	D	— — —	M	— . . —	V
*	E	— *	N	— .	W
• — — *	F	— — —	O	— . . . —	X
— — — *	G	— — — —	P	— —	Y
• — — *	H	— — — —	Q	—	Z
• — —	I	— — — —	R		

Cifre

Semnul	Cifra	Semnul	Cifra	Semnul	Cifra
• — — — —	1	• • • •	5	— — — —	9
— — — —	2	— — — —	6	— — — — —	0
• • — — —	3	— — — — —	7		
• • • — —	4	— — — — — —	8		

Semne de punctuație

Semnul	Ce reprezintă	Semnul	Ce reprezintă
— — — —	Punct	— — — — —	Trăsură de unire /Linie de fracție
— — — —	Virgula*	— — — —	() Paranteze
— — — — —	Două puncte	— — — — —	Subliniere
— — — — —	Punct și virgală	— — — —	Separatie
— — — — —	? Semnul întrebării	— — — — —	„ ” Ghilimele
— — — — —	' Apostrof		

*Virgulă sau semnul mirării.

Semne de trafic

Semnul	Ce reprezintă	Semnul	Ce reprezintă
.... -	Înțeles	- - - -	Așteptare
.....	Eroare - -	Sfîrșit de legătură
- - - .	Sfîrșit de mesaj	- - - - -	Intrerup! Intrerupeți
- - -	Invitație de a transmite (în general)	- - - - - -	„Break”
- - - - .	Invitație de transmitere, numai pentru corespondent	- - - - - - -	Inchid stația receptionat corect
		- - .	(OK)

La ședințele de învățare a transmiterii semnelor alfabetului morse se execută întâi transmiterea fiecărui semn în parte de 5—8 ori, după care se repetă transmițindu-se diferite combinații cu aceste semne.

Ca urmare a transmiterii repetitive a fiecărui semn se imprimă deprinderile de mișcare corectă a încheieturii mîinii la transmiterea semnului respectiv.

Semnele alfabetului morse învățate se vor repeta obligatoriu la învățarea semnelor următoare.

La ședințele pentru învățarea transmiterii primei grupe de semne pot să apară următoarele greșeli: transmiterea numai din degete; cursa neuniformă a mîinii; neuniformitatea vitezei de mișcare a încheieturii mîinii la apăsarea și revenirea pe manipulator.

La primele ședințe de învățare a alfabetului morse transmiterea se execută la o viteză de 10—12 semne pe minut. La un astfel de ritm al transmiterii, durata punctelor, pauzelor și liniilor se determină în special prin reținerea mîinii în pozițiile superioară și inferioară. De aceea, în etapa respectivă mișcarea încheieturii mîinii la transmiterea punctelor și liniilor se deosebește numai prin aceea că la transmiterea liniilor reținerea mîinii în poziția inferioară va fi de trei ori mai mare decât la transmiterea punctelor.

Textele pentru transmiterea la primele ședințe trebuie să fie scrise prin puncte și linii deasupra cărora se scrie litera sau cifra respectivă; aceasta ajută pe elevi să încheie într-un tot unitar reprezentarea auditivă, scrisă și codificată a fiecărui semn transmis.

Înțial seriile de puncte se transmit timp de 2—3 minute. Ulterior, o dată cu formarea deprinderilor și a antrenamentului în lucru de durată, seriile de puncte se pot transmite neîntrerupt timp de 8—10 minute.

După ce elevii au învățat bine transmiterea punctelor, se poate trece la transmiterea semnelor, care reprezintă cifrele 5, 4 și 6. După ce s-a învățat transmiterea acestor semne, se transmit alte semne în combi-

nații diferite de linii și puncte (H, V, S, B, F, L) și în continuare restul semnelor. Fiecare semn se transmite de 30—40 ori la rând, după care se transmite de 20—30 ori o grupă compusă din aceste semne.

În perioada respectivă de învățare nu se va transmite o singură dată un text, din contră, cu cît aceleași semne se vor repeta de mai multe ori, cu atît transmiterea va fi mai uniformă și de calitate mai bună.

Pe timpul transmiterii pot să apară următoarele greșeli :

- o încordare vizibilă a mușchilor mîinii ;
- poziție incorectă a mîinii la apucarea manipulatorului ;
- mișcarea degetului pe butonul manipulatorului pe timpul transmiterii ;
- „blocarea” încheieturii mîinii ;
- micșorarea duratei oscilației încheieturii mîinii în poziția inferioară la transmiterea semnelor lungi provocată de frica de a nu lunge semnul mai mult decît trebuie.

7. Creșterea vitezei de transmitere

Scopul principal al acestei etape îl constituie creșterea vitezei de transmitere de la 4—5 grupe pe minut, pînă la 12—14 grupe pe minut, menținîndu-se continuu o transmitere corectă.

Metoda principală în perioada inițială de creștere a vitezei de transmitere este transmiterea de durată a textelor cu un număr mare de grupe (50—300).

Creșterea vitezei de transmitere se face treptat, în aşa iel ca ea să fie accesibilă și totodată nesimțită, pentru a nu provoca o încordare inutilă a mîinii. Instructorul trebuie să-și îndrepte atenția asupra elevilor mai slabî, pentru ca sporirea vitezei să nu influențeze calitatea transmiterii acestora.

La creșterea vitezei de transmitere, elevii trebuie să fie preocupați numai de calitatea transmiterii. Trebuie avut în vedere că viteza crește însor atunci cînd s-au format deprinderi sigure de transmitere la viteza precedentă ; de aceea, scopul principal al acestei etape este perfecționarea acestor deprinderi.

Pe timpul creșterii vitezei de transmitere pot să apară unele greșeli în cauză că elevii îndînsă transmită la viteze mai mari decît posibilitățile lor, nu pe calea creșterii treptate a vitezei de oscilație a încheieturii mîinii și a scurtării cursei sale, ci prin nerespectarea poziției inițiale a încheieturii mîinii, a încordării mușchilor, a mișcării mîinii în singa și în dreapta, a mișcării degetelor pe butonul manipulatorului, a deplasării cotului etc., care duc la o deplasare dezordonată a încheieturii mîinii și articulației degetelor pe butonul manipulatorului.

Aceste greșeli duc la o transmitere grăbită, bruscă și neuniformă a punctelor ca lungime; intervale neregulate în cadrul semnului; neuniformitatea liniilor; ruperea semnului în două părți; legarea semnelor și ruperea grupelor; legarea liniilor și a punctelor în cadrul unui semn; ruperea punctelor și scurtarea liniilor ce compun semnul.

8. Organizarea ședințelor de învățare a transmiterii semnelor alfabetului Morse

Pe timpul desfășurării ședințelor este necesar să se asigure îndeplinirea următoarelor condiții:

- să nu se treacă la prelucrarea semnelor următoare, pînă cînd nu s-au învățat cele anterioare;
- fiecare ședință să înceapă cu repetarea transmiterii tuturor exercițiilor și a semnelor învățate anterior;
- să se asigure un control riguros al lucrului fiecărui elev;
- corectarea imediată a greșelilor.

Primele ședințe de transmitere a semnelor alfabetului Morse pot fi organizate astfel:

- indicarea scopului ședinței;
- repetarea procedeelor de așezare corectă la masa de lucru, a apucării manipulatorului și a poziției mîinii, transmiterea liniilor, a punctelor și a combinațiilor;
- antrenament în transmiterea semnelor, literelor și a cifrelor învățate anterior, precum și a grupelor formate din aceste semne;
- transmiterea repetată a semnelor noi;
- transmiterea repetată a grupelor formate din semnele noi învățate, precum și a combinațiilor cu semnele învățate anterior.

Atenția principală trebuie acordată transmiterii de durată a semnelor, care asigură imprimarea mișcării corecte a încheieturii mîinii.

PROCESUL ÎNVĂȚĂRII RECEPȚIEI DUPĂ AUZ A SEMNELOR ALFABETULUI MORSE

Invățarea receptiei după auz constituie un complex de acțiuni, care constă din reproducerea după auz a semnalelor Morse și înscrierea lor pe hîrtie (blanchetă) sub formă de litere și cifre.

Toate semnele alfabetului Morse se compun din semne scurte, semne lungi sau combinații între semnele scurte și lungi.

Invățarea receptiei are loc în următoarea succesiune:

- recepționarea pe cale auditivă a semnului;

— înscrierea semnului recepționat sub formă de literă, cifră sau semn de punctuație.

La un radioamator format, aceste procese sunt întrunite și reprezintă o acțiune complexă și reflexă. Aceasta, simultan cu înscrierea semnului recepționat, recepționează semnul următor și uneori nu numai un semn, ci cîteva, rămînînd în urmă cu înscrierea receptiei cu mai multe semne.

La radioamatorul începător elementele componente ale procesului de receptie reprezintă acțiuni independente, deoarece nu și-a format încă deprinderea de a înserie simultan semnul recepționat anterior, cu receptiunea următoarelor. Deprinderea de a receptiona, adică de a atrage într-un proces unitar elementele sale componente, se realizează printr-un antrenament îndelungat, pînă se formează acea legătură dintre muzicalitatea semnului și reproducerea lui grafică.

Timpul în care se realizează această legătură determină viteza generală de receptie, care se măsoară în grupe pe minut sau grupe pe oră.

Scopul primei etape de învățare este receptiunea semnelor alfabetului Morse și transformarea lor în litere și cifre și antrenamentul de receptie după memorie.

Această deprindere creează condițiile pentru o receptie sigură, în condiții grele și în special în condiții de bruijaj, care provoacă deformarea muzicalității semnelor.

Cresterea vitezei receptiei după auz nu este posibilă fără periecționarea deprinderilor de a scrie repede, citit și corect. La ședințele de receptie, precum și prin antrenamentele speciale, este necesar să se urmărească ridicarea corectitudinii și a vitezei de scriere a literelor și cifrelor, astfel ca viteza de scriere să devanseze viteza de receptie după auz a etapei respective.

I. Viteza de transmitere a semnelor la învățarea receptiei alfabetului Morse

Pe timpul învățării receptiei semnelor alfabetului Morse, viteza de transmitere trebuie să fie constantă, pînă la învățarea întregului alfabet, în aşa fel încît sonoritatea fiecărui semn să nu varieze pînă nu s-a învățat în condiții bune receptia tuturor semnelor.

Dacă elevii vor auzi în permanentă semnul cu aceeași sonoritate și viteză, ei îl vor învăța mai repede decît dacă semnele vor fi transmise la viteză diferite.

Practica demonstrează că viteza corespunzătoare muzicalității semnelor la învățarea alfabetului este de 60—70 semne pe minut. La această viteză de transmitere compunerea semnelor este ușor de memorat, formînd o grupare ritmică de semnale scurte și lungi.

În perioada inițială a învățării alfabetului Morse pauzele dintre semne se fac mai mari (viteza generală de transmitere a textului este de 5—6 grupe pe minut), iar după aceasta pauzele se scurtează, ceea ce asigură creșterea vitezei generale de transmitere a textului. După 11—12 grupe, creșterea vitezei generale de transmitere a textului se realizează simultan atât prin micșorarea pauzelor dintre semne, cât și prin micșorarea fiecărui element al semnului, respectându-se raportul semnal-pauză menționat mai înainte.

Dacă transmiterea se efectuează manual, instructorul este obligat ca înaintea fiecărei ședințe să-și „regleze” transmiterea, pentru a menține constantă viteza de transmitere a fiecărui semn, precum și viteza generală de transmitere a textului. Aceasta se face cu ajutorul ondolografului pe a cărui bandă se pot observa foarte bine greșelile de transmitere.

2. Învățarea receptiei semnelor Morse

Se scrie fiecare literă (cifră) numai după ce elevii au ascultat în casă întregul semn transmis.

După ce au fost învățate toate semnele din lecția intâi, instructorul transmite un text cuprinzînd toate cele 5 litere. Textul este format din grupe de cîte 5 semne.

Textul se transmite astfel: fiecare literă de două ori, fiecare grupă de două ori. Cînd semnul se transmite prima dată, instructorul îl și denumește. La repetarea semnelor și a grupelor, acestea nu se mai denuimesc de către instructor.

Elevii scriu literele în grupe, de atîtea ori de cîte ori sunt transmise.

Exemplu de transmitere a textului nr. 1 de către instructor (învățarea semnelor A.R.Z.):

A,A	R,R	Z,Z	A,Z,R,Z,A,
R,R	A,A	Z,Z	R,Z,A,Z,R
Z,Z	A,A	R,R	Z,A,R,A,Z

De la început, trebuie să se prelindă elevilor să scrie literele și cifrele cîte, pentru ca citirea textului recepționat să se poată face de origine. Pentru aceasta este necesar:

— să se învețe elevii care au un scris neinteligibil, să scrie textul recepționat prin litere (cifre) separate, fără a lega semnele între ele, dimensiunile cifrelor trebuie să fie de două ori mai mari decît ale literelor; grupele trebuie scrise pe rînduri orizontale și ordonat;

— să nu se grăbească scrierea datorită fricii de a nu scăpa diferite semne;

— să nu rămînă în urmă prin acordarea unei atenții prea mari unui semn recepționat nesigur; în această situație să se insiste ca să se continue receptia punind în locul semnului scăpat o linie, subliniind grupa receptiționată nesigur, lăsînd loc pentru grupa sau semnul scăpat. La corecturi se taie semnul sau grupa receptiționată greșit, scriindu-se deasupra semnul sau grupa receptiționată corect.

Pentru uniformizarea scrierii trebuie să se facă antrenamente speciale de scriere după dictare pentru a se ajunge la o scriere rapidă și inteligențială.

După ce semnele primei grupe au fost învățate și se receptiționează la viteza de transmitere a textului de 5—6 grupe pe minut, se execută antrenamente pentru creșterea vitezei de receptie a acestor semne, pînă la 6—8 grupe pe minut.

Cînd majoritatea elevilor receptiționează corect semnele din prima grupă, instructorul trece la învățarea semnelor din grupa a doua, repetînd la fiecare ședință toate semnele învățate anterior.

După ce s-au învățat și semnele din grupa a doua, instructorul întocmește texte cu toate semnele din aceste două grupe și execută antrenament de receptie, la care urmărește însușirea corectă a receptiei la viteza de 6—8 grupe pe minut.

După aceasta, instructorul trece la învățarea semnelor din grupa a treia, repetînd la fiecare ședință semnele primelor două grupe, după care se execută antrenament de receptie cu semnele din cele trei grupe, pînă se obține receptiționarea corectă la viteza de 6—8 grupe pe minut.

Cînd se atinge viteza de receptie a semnelor din grupa a treia de 6—8 grupe pe minut, toate semnele acestei grupe se combină cu cele din primele două grupe, după care se execută antrenament de receptie cu semnele din cele trei grupe, pînă se obține receptiționarea corectă la viteza de 6—8 grupe pe minut.

Astfel se învăță toate celelalte grupe, după care se trece la creșterea vitezei de receptie, cu texte compuse din toate literele și cifrele.

Deprinderea de a receptiționa în condiții de audibilitate slabă este o calitate importantă a viitorului radioamator; de aceea învățarea semnelor, precum și antrenamentele pentru creșterea vitezei, trebuie să se efectueze la o tărie normală a semnalului, care pe parcurs să se mășoreze treptat, pentru ca elevii să se obișnuiască cu receptiționarea semnalelor slabe.

Paralel cu învățarea semnelor se recomandă să se efectueze receptia după memorie (fără a se scrie) a cuvintelor scurte, indicativelor, prescurtărilor și a semnalelor radio. În loc să le scrie, elevii le memorează, iar instructorul verifică corectitudinea receptiei prin întrebări.

În perioada învățării semnelor, textele se compun din grupe de cîte 5 semne.

3. Creșterea vitezei de recepție

Creșterea vitezei de recepție se obține în ședințe specifice de creștere nemijlocită a vitezei și ședințe pentru fixarea vitezei de recepție. Creșterea vitezei de recepție nu se face treptat de la o grupă la alta, ci prin salturi de două, trei grupe, de exemplu de la 6—8 grupe la 9—11 grupe pe minut.

Perioadele creșterii nemijlocite a vitezei sunt relativ scurte; ele se caracterizează prin capacitatea de a receptiona semnele la viteze mărite, fără a comite multe greșeli.

Perioadele de fixare a vitezei, în comparație cu cele de creștere a vitezei, sunt mai lungi, deoarece obținerea unei recepții sigure și fără greșeli a semnelor cu audiere slabă și în condiții grele de bruiaj cere un antrenament îndelungat. Numai după înndeplinirea acestei sarcini se poate trece din nou la următoarele perioade de creștere a vitezei.

A. Metodele creșterii vitezei de recepție după auz

Se poate trece la creșterea vitezei după auz, numai atunci când majoritatea elevilor sunt complet pregătiți pentru aceasta și anume:

- s-a fixat viteza de recepție realizată anterior, a radiogramelor cu texte diferite;
- s-au înlăturat deficiențele sesizate la recepție (greșeli, confuzii), care au apărut la învățarea vitezei anterioare.

La începutul perioadei de creștere a vitezei și în special la învățarea recepției la viteze mici (6—10 grupe pe minut), se folosesc succesiv următoarele două metode de creștere a vitezei:

1. Metoda creșterii treptate a vitezei. Instructorul, transmitînd textul radiogramă, mărește treptat viteza începînd de la viteza învățată și ajunge către sfîrșitul radiogramei la o viteză cu 2—3 grupe mai mare decît viteza fixată.

2. Metoda creșterii vitezei prin salturi. Instructorul transmite texte la viteza realizată anterior și verifică prin întrebări de control calitatea recepției. Apoi același text se transmite de 3—4 ori la o viteză ce depășește pe cea fixată cu 2—3 grupe. Apoi cu aceeași metodă se transmit altele radiograme.

După ce s-a atins viteza de 6—8 grupe pe minut la recepție, instructorul poate folosi în continuare următoarele metode de creșterea vitezei de recepție:

1. Metoda schimbării vitezei. Instructorul începe transmiterea la viteza fixată, apoi timp de 5—8 minute o mărește treptat, pînă la limita

de recepție a elevilor, după care o reduce brusc la o viteză mai mare decât viteza inițială cu 1—2 grupe.

2. Transmiterea la viteză mare a unui text care se află la elevi și care nu scriu, ci doar urmăresc transmiterea instructorului; această metodă se aplică în special la învățarea recepției la viteză mare. În continuare același text se transmite de cîteva ori la o viteză mărită, dar de această dată elevii sănătățe că recepționează și să scrie.

3. Recepția unui text în clar cu înscrierea celor receptionate, precum și după memorie la o viteză mai mare decât cea inițială cu 2—3 grupe.

4. Recepția unui text în clar de la transmîtătorul automat cu bandă; viteza este mai mare decât cea fixată cu 3—4 grupe.

Pentru ușurarea creșterii vitezei de recepție este util să se facă antrenamente de scriere după dictare a semnelor și textelor, la viteză mare, deoarece adesea pe timpul recepției la viteze mari scrisul limitează creșterea vitezei de recepție.

O calitate necesară a radioamatorilor este deprinderea de a receptiona un text nu separat pe litere, ci pe grupe (cuvinte) întregi. Această deprindere se capătă printr-un antrenament îndelungat de recepție după memorie. Încă în procesul învățării semnelor alfabetului Morse trebuie să se introducă recepția după memorie, iar în continuare să se antreneze elevii în recepția indicativelor și a prescurtărilor uzuale. Elevii nu sănătățe semnele receptionate, ci le rețin în memorie. Prin întrebări sau prin verificarea scrierii — după terminarea transmîtării — instructorul controlează calitatea recepției. Antrenarea pentru recepția după memorie pe grupe de semnelor se execută astfel: instructorul transmite mai întîi două-trei semne și numai după aceasta permite scrierile lor și a restului de semne din grupă. Numărul de semne din grupă se mărește treptat, ajungînd pînă la 2—3 grupe sau cuvinte.

La aplicarea tuturor metodelor de creștere a vitezei de recepție după auz (indicate mai sus) cînd viteza crește cu 2—3 grupe elevii încep să aibă greșeli, care pe măsura învățării unei noi viteze scad.

Apariția unui mare număr de greșeli la creșterea vitezei de recepție este inherentă și indică faptul că este necesară trecerea din nou la fixarea vitezei atinse. Pentru determinarea posibilității de trecere ulterioară la creșterea vitezei este necesar ca periodic, după fiecare 2—3 ședințe, să se efectueze un control complet al textelor receptionate, iar în cursul fiecărei ședințe să se verifice, prin întrebări corectitudinea recepției cîtorva grupe de text luate prin sondaj și să se urmărească progresia recepției.

B. Metoda fixării vitezei de recepție

În momentul cînd elevii încep să comită greșeli, să scape semne și să confundă semnele asemănătoare, se trece la fixarea vitezei de recepție.

Instructorul trebuie să prevină pe elevi despre trecerea la fixarea vitezei, să stabilească viteza și să-i mobilizeze pentru înlăturarea greutăților impuse de antrenamentul pentru fixarea vitezei: complexitatea textelor, volumul mare de radiograme, durata antrenamentelor, bruiajul etc.

Şedințele de fixare a vitezei trebuie organizate în scopul de a-i antrena să receptioneze radiograme cu texte diferite, în condiții de bruiaj, fără să comită greșeli.

Pentru fixarea vitezei de recepție după auz se folosesc următoarele metode:

1. Recepția sistematică a textelor, întocmite din semne asemănătoare și din cele ce se învață mai greu; se recomandă ca fiecare ședință de fixare a vitezei de recepție să înceapă cu asemenea texte (1—2 radiograme și 30—40 grupe).

2. Recepția de durată a unor texte diferite, la viteza inițială, neîntrerupt timp de 1—2 ore, cu un control riguros al calității recepției și stabilirea greșelilor caracteristice, pentru a ține cont de ele la întocmirea textelor pentru ședințele următoare. Calitatea recepției se verifică de instructor după ședință.

În procesul de fixare a vitezei, realizate la recepția după auz, se folosesc texte diferite: litere, cifre, mixte, în clar. Nivelul bruiajului variază de la recepția în condiții de bruiaj slab, pînă la recepția în condiții de bruiaj mai puținic; tăria semnalului util variază de la semnale de tărie mijlocie, la semnale de tărie slabă. O dată cu mărirea bruiajului și reducerea tăriei semnalului util, instructorul trebuie să urmărească menținerea posibilității de recepție.

Perioada de fixare a recepției se socotește încheiată atunci cînd toți elevii receptionează la noua viteză în condiții de bruiaj, comitînd numai numărul de greșeli admise.

Pentru controlul calității recepției după auz se folosesc:

— controlul prin citirea a 3—4 grupe de text (după indicația instructorului) de la sfîrșitul, începutul sau mijlocul textului;

— controlul elevilor cel puțin de două ori pe lună prin recepția textelor de control de litere, cifre, mixte și în clar. Textele receptionate se controlează în afara orelor de program, iar rezultatele se anunță cel mai tîrziu în ședința următoare.

C. Desfășurarea ședințelor pentru creșterea vitezei de recepție după auz

La ședințele de creștere și în special la cele de fixare a vitezei de recepție este bine să se introducă unele elemente ale traficului radio, în scopul de a-i obișnui pe elevi cu regulile traficului radio și cu completarea corectă a scriptelor. Această organizare a ședințelor permite pregătirea elevilor pentru executarea traficului radio în sală și pentru lucru la stațiile radio. Pentru a se realiza acest scop, la ședințele de recepție este necesar :

- lucrul pe care îl efectuează instructorul cu elevii ca : apeluri, răspunsuri la apel etc. să se facă în strică concordanță cu traficul radioamatorilor ;
- toate con vorbirile dintre instructor și elevi să se efectueze numai cu ajutorul prescurtărilor folosite de radioamatori.

Desfășurarea unor astfel de ședințe în sala de curs dă posibilitatea să se imprime deprinderile necesare pentru lucrul la stațiile radio, efectuarea legăturilor, completarea și prelucrarea scriptelor, receptia semnalelor în condiții de bruiaj și audibilitate slabă etc.

Ședințele de creștere a vitezei de recepție, bine organizate și îmbinate cu pricepere, devin mai interesante și mai atractive și dau rezultate mult mai bune decât ședințele în care se face numai receptia unor texte de radiograme.

Pentru destășurarea acestor ședințe, schema sălii de curs trebuie să permită schimbul bilateral dintre instructor și elev. Locul de lucru al instructorului îndeplinește rolul stației principale, din rețea, care este compusă dintr-un număr mare de stații de radio.

La rîndul său, fiecare elev trebuie să aibă posibilitatea să răspundă la apel sau la prescurtarea transmisă de instructor. Ordinea execuției traficului este următoarea : instructorul trece la stabilirea legăturii cu unul din elevi. Toți elevii înscriu răspunsul în jurnalul de aparat, dar răspunde, transmitând la manipulator, numai elevul chemat de instructor. În continuare instructorul trece la transmiterea radiogramelor de antrenament. Pe timpul traficului, instructorul efectuează con vorbirile de serviciu cu ajutorul prescurtărilor uzuale.

Capitolul II

ÎNVĂȚAREA RECEPTIEI DUPĂ AUZ ȘI A TRANSMITERII LA MANIPULATOR A SEMNELOR MORSE

Texte ce urmează a fi învățate la recepție și transmisie

Lecția 1=2 ore. Recepția semnalelor ARZ separat și în combinații de 5 semne.

Textul nr. 1

AAAAAA	AAAAAA	AAAAAA	AAAAAA
RRRRR	RRRRR	RRRRR	RRRRR
RRRRR	AAAAA	RRRRR	AAAAA
AARRA	RRAAR	ARAAR	RAAAR
ARARR	ARRAR	ARARA	ARRAR
ZZZZZ	ZZZZZ	ZZZZZ	ZZZZZ
AZZZA	ZZAAZ	AZAZZ	AAZZZ
ZZZZZ	ARZZZ	ZAZRZ	ZZRZ
ZARZZ	AARZ	RZARZ	RRARZ
AZZRA	AZRAZ	ARZAR	RZARZ
ZAZRZ	ZRARZ	ZARAZ	RAZAZ
RARZZ	RZAZA	RAAZ	ARAAZ
ZRRAZ	AZRAZ	RAZRA	ZRAZR
AZRAZ	RAZRA	ZRAZR	ZARZA
RZARZ	RAZAZ	RZZRZ	ARZZR

Lecția a 2-a=2 ore. Recepționarea semnelor SJ separat și în combinații. Antrenament pentru recepționarea acestor semne în combinații cu semnele învățate anterior.

Învățarea poziției la manipulator, metoda apucării manipulatorului și a manipulării.

Reglarea manipulatorului.

N o t ā. Exercițiile privind poziția la manipulator, apucarea și reglarea manipulatorului, vor fi intercalate între grupele din textul nr. 2 astfel încât acestea să constituie un repaus activ al elevilor în recepționarea semnelor din acest text.

Instructorul va repeta aceste exerciții pînă cînd ele vor intra în text. Se recomandă ca poziția la manipulator să se învețe de către elevi după ce instructorul a transmis grupa a 10-a, apucarea manipulatorului după grupa a 20-a, iar reglarea după grupa a 30-a. Repetarea exercițiilor se va face la un interval de 4—5 grupe de la învățarea exercițiului de bază. Aceste exerciții nu vor depăși 15 minute.

Textul nr. 2

SSSSS	SSSSS	SSSSS	JJJJJ	JJJJJ	
JJJJJ	JJJJJ	JJJJJ	SISIS	JSISI	(se intercalează
SSJJS	JJSSJ	JSSJJ	SJSSJ	JSJSS	poz. la ma-
SJJSJ	SSSJJ	JSJSJ	JJJSS	SJJSS	nipulator)
SAJJA	SRJRS	JRJZZ	JSARZ	ASRZJ	(se interc. apuc. manip.)
SAZJR	ZJZJZ	JASRZ	SRIZA	JSISZ	
ZAJSJ	RSAJS	AJSJR	ZJRJS	SRZJA	(reglarea
JZRSJ	JRARJ	ARZJS	SJRZA	JSRZJ	manip.)
RAJFZ	JASRZ	RJASJ	SJZRZ	JSZJS	
RZASJ	JSZIZ	AJSRZ	RJSAZ	SJZJR	

Lecția a 3-a 2 ore. Recepționarea semnelor Y E separat și în dilerite combinații. Antrenament pentru recepționarea lor în combinație cu semnele învățate anterior. Se va insista asupra semnelor ce nu sunt destul de bune sau se confundă.

Exerciții de transmiterea punctelor cu și fără numărătoare.

N o t ā: Transmiterea punctelor va dura 15—20 minute, în serii de 5 minute, ce vor fi intercalate după grupele 15, 30, 45 și eventual după grupa a 50-a dacă se transmit 4 serii a cîte 5 puncte. Pentru uniformizarea învățării transmiterii semnelor de către toți elevii, se recomandă ca prima oară serile de 5 puncte să se transmită în ritmul dat de metronom sau de numărătoarea cu voce tare a instructorului, urmînd ca după 5 grupe de la fiecare numărătoare să se repete transmiterea fără numărătoare.

Textul nr. 3 pentru învățarea semnelor Y E și a semnelor învățate anterior.

YYYYY	YYYYY	YYYYY	YYYYY	YYYYY
EEEEE	EEEEEE	EYEYE	EEYYE	EYYYE
YEYAY	YYEYE	YEYAY	EYEYY	YEYAY
RYAZE	SJYEZ	AJYZR	YEYZA	SJYRA
ARZJS	EYARZ	SJYEA	JEISZ	RAYSJ

SZRAY	RAZSJ	EYZA	RYEJS	SAZRJ
VEJZR	SAEYE	RSJYE	RASJZ	EAJYY
EYERZ	ZAYZY	EJAYR	JYZYY	ZREAS
SEYA	JESYZ	JZRAZ	YESJY	ZZRRY
AAYYZ	ESEES	YZJYS	AYZRY	SARYZ

Textul nr. 3 A pentru înlăturarea eventualelor confuzii

JJZZY	YEAZZ	ZRAYE	SYZRY	YYYZZ
ZAZYR	AZYZY	ZZAYY	SEJJY	RZYYZ
SESES	EJZRY	YZYZA	ZYARE	SJEYZ
ZZYYY	YYZZZ	REEYY	JAZZZ	EAYRZ
SAZRR	RZZYA	XYEJJ	EZZYY	RARZE
ZAZYR	JRSYE	SJYZA	EJZYR	ZZYYR

Lecția a 4-a=2 ore. Recepționarea semnelor Q T separat și în combinații. Antrenament pentru recepționarea lor în combinații cu semnele învățate anterior. Se va insista asupra semnelor care se confundă. Exerciții de transmiterea liniilor.

N o t ā : Transmiterea liniilor se va face timp de 15—20 minute în serii de 5 minute. Seriile vor fi transmise după grupa a 15, 30, 45 și eventual după grupa a 50-a. Liniile vor fi transmise cu și fără numărătoare la fel ca și punctele.

Textul nr. 4

QQQQQQ	QQQQQQ	QQQQQQ	QQQQQQ	TTTTT	QQQQQQ	TTTTT
QTQQTQ	TQQQT	TTQQQQ	QTQTT	QQTTT	QQQQQQ	TTQTQ
QTSJE	YQQTY	YYTQQ	QJJQS	QYYQQ	YYYQQ	YTQJE
QTSJE	SYJEQ	SJEQY	TYSE	TQTYT	EYEQQ	SQSYY
SQYRT	QRYYQ	ARZSJ	YEQT	AZRSJ	ETQYJ	ZRQTY
QQYYE	TETQE	ETEQY	SEQTR	EQYTR	QAZYR	RZJQA
TQTQQ						

Textul nr. 4 A pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

QQAQ	RYYRY	ZQQZQ	QQAYY	YYYQQ	YQQYY	QYYQQ
SEQR	TSQZY	TESYQ	ETEYY	ARZQY	ZZQQY	EETSS
EQRYY	JQRYS	ERZYQ	AQAYE	RZQYE	TSQYE	SQTYE
ATSER	SEETQ	AEAYZ	REREQ	JJQJE	QJAYQ	ZRQTS
QQYJZ	YQQYT					

Lecția a 5-a=2 ore. Recepționarea semnelor I B separat și în combinație cu semnele învățate anterior. Verificarea și corectarea poziției la manipulator. Exerciții de transmiterea punctelor și liniilor.

N o t ā : Verificarea poziției la manipulator și apucarea manipulatorului se va face de 3—4 ori a căte 1—2 minute, în pauzele de recep-

ție ce vor fi alese de instructor. Transmiterea punctelor și linilor se va face timp de 15—20 minute a către 3—4 minute fiecare serie, de asemenea în pauzele ce vor fi alese de instructor.

Textul nr. 5

BBBBB	BBBBB	BBBBB	BBBBB	IIIII	IIIII
IIIII	BIBIB	IIBIB	BIIBB	IBBIB	BBBII
IBIBB	IIIBI	BBIIB	BIBBI	BIBIB	BIBIB
IBIBI	BIBBI	QBYBI	ZBIBY	QQBBI	YYBBB
IRZYB	AIESI	RIEYI	BIEAY	IBEAQ	BARZQ
BEQYI	BJZJR	ASJEQ	RQTBT	ITBEJ	ZBIQY
ARQZE	ZZIQE	ABIBQ	RBQIY	ZBYQE	AEBIE
SJJZJ	SBISQ	IAQYB	RQBIS	ZAYEB	YQBTT

Textul nr. 5 A pentru înălțurarea eventualelor confuzii.

BIYQI	TSIEY	JZAYQ	IBEYQ	ZBQBE	YZARE
SJZBQ	BQBYE	IEQYA	EIBQR	SRZRI	QBITI
BYVYT	IESIE	TQBIS	SBITS	IBQYS	RTQBY
YQBTS	ISBEI	EQYTS	RJZTS	JYJZQ	BRASI
RZQYT	BSIRQ	YARQS	IEQTS	RYQTB	JZYQB

Lecția a 6-a=2 ore. Recepționarea semnelor C P separat și în diferite combinații. Învățarea transmiterii semnelor din grupa T M O Ø separat și combinat între ele.

N o t ă : Pentru învățarea transmiterii se va repartiza o oră. Pentru a menține tot timpul interesul elevilor se recomandă să nu se folosească o oră întreagă pentru recepție și una pentru transmitere, ci să se lucreze pe jumătăți de oră: prima jumătate pentru recepție, a doua pentru transmitere și așa în continuare. Împărțirea timpului nu trebuie să fie rigidă: funcție de situație, instructorul poate afecta 20 minute pentru recepție și 40 de minute pentru transmitere, sau invers. Important este ca timpul total să însumeze căte o oră pentru fiecare activitate.

Textul nr. 6

CCCCC	CCCCC	CCCCC	CCCCC	CCCCC	PPPPP
PPPPP	PPPPP	PPPPP	PPPPP	CCPCP	CPPCP
CCCPP	PPCCP	PCCCP	CPPCC	CPCPC	CCPPC
CAQPC	CAYQC	YACQY	CCQYR	CRPCQ	PYPCC
PCYTQ	PCCRQ	PYRTS	IESCP	ETQCP	YPQRZ
QTCPY	RZASP	IEQAT	RZTCP	PQPYR	YQCRZ
CPQAS	CAZPQ	RZTSE	PCPCP	QYPTI	CAŽRT
ESTPR	YASPI	QZARY	CQCQE	PYPYQ	CPQYR
CPPPC	PCPCP				

Textul nr. 6 A pentru înălțarea eventualelor confuzii.

CPQPI	CQYRI	CQYAZ	CPYZT	PRZJA	SITPC
ZQRYP	CPATQ	AZSQI	TBIYE	CCYYP	YYCCQ
YYYQT	CCTYP	TRZYC	AEISQ	STCYP	PTQAR
RZQCY	CCYYC	SCYPQ	YQJRC	CAJQY	QFBIB
YBTCY	RZAIB	SCYCY	CYC.YC	YCYCY	QCYCO

Textul nr. 6 B pentru învățarea transmiterii

TTTT	MMMM	OOOO	MMMM	OOOO	TTTT
ZBQBE	OOOO	OOOO	OOOO	TOTOT	MTMOT
TMOOT	OOOM	OOOM	TMOOM	OMOTO	MTTOO
TTMMM	TMOOO	MOOTO	MMMMT	OOTM	OOOMM
TMTMT	OTOTO	MOTMO	OOTO	MTOM	OMTOM
MOTOM	TOTMO	OMTO	OOOO	OMOMT	TOTOM
MOTOT	PPPPP	MOOTM	TMTOO	TTTMM	MMTOO
OOMMO	TTMMO	OOOMM	MTOTT	MOOTM	OTTOM
TOOMM	OTOTO				

Lecția a 7-a - 2 ore. Recepționarea semnelor „separație” și O, separat și în combinație cu celelalte semne învățate anterior. Antrenament de transmiterea semnelor din grupa I.

N o t ā : Se va folosi același mod de lucru ca și la lecția a 6-a. Pentru transmitere se va folosi textul nr. 6 B.

Textul nr. 7

00000	00000	00000	00000	0-0-	-00-
0-0-	--00	00-0	-0---	0-0--	-00-0
--0-	00--0	-CP0-	C-P-0	X-0-Q	Z-10E
R-OZ-	A-ISO	S-R0-	QY-OP	CQ-0	P-OZJ
ZRO--	YQOO-	ZISO-	TIEO-	AT-0I	RQTZI
AZTQI	-QTYO	OO-	-TQOI	ZAIOT	RTQIZ
OAZQB	BRASE	O-BTE	EITB-	B-TB--	OB-R-
BAB R	CYRO-				

Textul nr. 7 A pentru înălțarea eventualelor confuzii.

0-0-B	R-TBO	CYQPO	ASTEQ	O-ATY	CYPB-
RCCYZ	B-BZO	J-J-T	IJ-BA	ZRQTY	QCAY-
0ZPQ-	B-TRZ	AO-OB	ATR-B	B-RZT	SJYCY
R-OO-	R-OAP	-A-B-	J-A-J	ORO-B	CQYTZ
B-CYO	SEITQ	ZR-OA	PRQYC	STQCY	B-O-Z

Lecția a 8-a - 2 ore. Recepționarea semnelor L H separat și în diferite combinații cu semnele învățate anterior. Învățarea transmiterii semnelor din grupa a II-a E.I.S.H. punct, separat și în combinații.

Textul nr. 8

LLLLL	LLLLL	LLLLL	LLLLL	HHHHH	HHHHH
HHHHH	HHHHH	HHHHH	HHHHH	LHLHH	LLHLH
HLHLH	LHHLH	HLHLH	LHLHL	LLLHH	HLHLH
HHLHH	LLHHH	HAHLA	HRHZL	HJHQL	HTHIH
HEHYL	LHISH	HAHLA	HRHZL	HJHQL	HTHIB
HEHYL	LHISH	SSLHH	LRZHH	QHLZR	SLQHI
~HISE	CYPHL	YCLHS	RHZLH	BRH-I	B-HIS
HLSIH	BAHIO	LAHIS	ZISEL	HAHL	HAITL
QOHIS	ZHSAI				

Textul nr. 8 A pentru înălțurarea eventualelor confuzii.

HHHLL	SSLSS	SIHHI	HSLHS	SLHSII	AHSIE
QHHLS	TSHIH	TSSHH	RTHSL	LZCQI	AHSLT
QRZLI	RAHSL	HIROT	EISHO	RAZHT	SHIEH
LHLSH	RZQOH	JHSJH	YCHST	COQYH	LHSRT
AHAHS	BH-HS	-ORHT	ZHOJI	BRHSL	

Textul nr. 8 B pentru transmisie.

EEEEE	EEEEE	IHHI	IHHI	EEEEE	IHHI
SSSSS	SSSSS	HHHHH	HHHHH	ESIHE
SEIHS	ISHE	.EIH	SIHSE	.S.I.	HESI.
SEIHC	HIH.	EHESI	SIH.I	ISSH	.H.I.S
S.S.I	HHSSI	SSIEH	H.SHI	IHS.	HIS.E.
TIHSM	.SOHI	MTHSI	.HSEO	OHSTI	MHTSI
OHSIE	MTSHI	SMTHI	E.OMI	THMOS	IMITH
SMIHT	OHSMT	HSMTI	ISHE.	E.I.H.	MHSIO
IMHHS	SEH.I				

Lecția a 9-a - 2 ore. Recepționarea semnelor D și ? separat și în diferite combinații cu semnele învățate anterior. Antrenamentul de transmiterea semnelor din grupa I și a II-a combinează.

Textul nr. 9

DDDDD	DDDDD	DDDDD	DDDDD	DDDDD	?????
?????	?????	?????	?????	D?D?D	?D?D?
DD??D	D??D	?D??	DD?DD	?D?DD	D?DD?
?DD??	D?D??	DA?DC	QDD??	?D?DRZ	DCBB?
BBCD?	JDEJH	DJR?Y	YC?DD	DRBCD	DEIHS
DYETQ	?-OLH	DBDBD	BD??D	SJ?D?	RP?DB
BBBDD	DDDBB	-LHD?	?D?D?	ADB?R	PBCD?
TBCD?	-?DCB	ATBDI	OHZ?D	BRZD?	?DB?D
BRD?B	YEJ?D				

Textul nr. 9 A pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

DRAI H	BRD?--	DBSLO	HLSDB	RSLHD	QBRDS
HRDBY	CYPDB	-BDR?	?DCBA	SHLD B	LHBDS
IEHSD	BRLDH	SRLT?	JOLHS	OJSHD	BCY-?
YPC?D	BRLDH	HS HSH	DBDBD	BDBDB	J OHSB
DÖJSB	BRZDH	QTDBL	YQDB?	YERBD	DB HS?

N o t ā : Pentru antrenamentul la transmitere se va folosi textul nr. 8 B de la lecția a 8-a.

Lecția a 10-a=2 ore. Recepționarea semnelor N F separat și în diferite combinații cu semnele învățate anterior. Învățarea transmisiilor semnelor din grupa a III-a A U V 4, (virgula) separat și în diferite combinații.

Textul nr. 10

NNNN	NNNN	NNNN	NNNN	FFFF	FFFF
FFFF	FFFF	FFFF	FFFF	NNFN	FNNFF
FENNF	FENNF	NFFFN	NNFFN	NNFNN	NFNFN
FNFNF	FFNNN	FANEI	NNJES	FSJHD	FB HSD
FNRBD	NFZJQ	YTFQR	FNRBD	SHFRO	IHSBD
FDBRL	LIRZI	FRDB?	-LRIF	LRFF?	LLRFF
SHRFB	DRAZF	FZQYT	RFD?F	LAFIR	QFZFY
BRZTF	IAOSQ	-OARZ	TQIRD	NFNLD	RAZNI
EPFQN	RFB HQ				

Textul nr. 10 A pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

DNRAB	ARNAB	BDHSE	LFRAI	FRLAH	BDLHF
SHJOA	NANAE	LFBD?	Z?Z?D	DBLFI	BDSHL
LFLFA	NADBj	?ZB-D	CYLHS	FLRZ?	ABDLF
SFLHS	COJPNA	-?PLF	FRLBD	SHRLF	ANJOH
BDQTI	YEBDA	RZ?QT	LFRNZ	?JOLY	TRQLF

Textul nr. 10 B pentru transmitere.

AAAAA	AAAAA	OOUOO	OOOOD	AAOOO	VVVVV
VVVVV	VVVVV	VVVVV	UAUAV	UVAVU	44444
44444	44444	A4044	A4044	AVUVA	U4044
A44A4	AVVVA	..	A.O.A	O.AAV	.A.
OOA.4	A40V	A.A40	UYA40	44AVV	.40Y
AEU.A	M Ø , 40	VHISA	O4AOÙ	OOAV4	EHSAU
AVMO4	TØ4ØA	VAIO,	Ø4ÙIH	SM ØAU	VO4TI
S4T ØM.	SE HIO	AHAI.	VAØ4,	, ØOMT	SEAØH
4VUTII	„AVU.				

Lecția a 11-a=2 ore. Recepționarea semnelor W X separat și în diferite combinații cu semnele învățate anterior. Antrenament de transmiterea semnelor din grupa I, a II-a, a III-a.

Textul nr. 11

WWWWW	WWWWW	WWWWW	WWWWW	XXXXX	XXXXX
XXXXX	XXXXX	WWXXX	WXXXW	XXXWW	WXWXW
XWXWX	XXXWW	WWWXX	WXWXW	XWWXX	WWXXW
XWXIW	XXWWW	AIXLW	BWLXF	RWLHF	XLFBZ
JAFBD	DBSKW	WWLRI	HSBDI	NFLIX	WZJRT
ZYRTQ	CPOWX	ZAWFR	RAXWI	YQWTX	DW? - E
DACQW	XARZL	-DEHL	QTWXJ	D?B-W	WTJZI
JAWZ?	YBDRX	STRWJ	WJRXL	FRÖXW	AXCQW
CYPRY	TPARX				

Textul nr. 11 A pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

WAXJB	B XL-W	JANFL	BDLFH	X-X-W	JWAXL
RÖBDL	FX-LF	SHBDI	WJARZ	YETCP	Z?-XE
WJSQT	L?FTO	NFLXB	WJTQE	?ZWJL	FLSHI
BDART	WAXQR	JWCYP	AEHSL	RHSOI	WABCT
XARTQ	LHSBD	CPQYW	X-ZA	ZDBHS	WT-Z?

Notă: Pentru transmitere se vor folosi textele nr. 10 B și 8 B.

Lecția a 12-a=2 ore. Recepționarea semnelor U M separat și în diferite combinații între ele și cu semnele învățate anterior. Învățarea transmiterii semnelor din grupa a IV-a N D B 6 — (separație).

Textul nr. 12

OOOODD	OOOODD	OOOODD	OOODU	MMMM	MMMM
MMMM	DMUMD	DMMDM	OÖMÜM	ÜMUÜÜ	MÜMÖM
MÖMMÜ	AÜBYE	NFWXM	D?HLÜ	O-PCB	ÜBITM
QEÜYJ	SMZRA	MARZÜ	SMJYÜ	QTMBÜ	IMBCP
-M?OO	LHDMP?	NOFXM	WCFMN	DÜ?MW	XÄ?DM
CMYPT	UYSH	DBN2F	UARWJ	MÖLFÜ	-XDBI
ABOMI	RXÜ-B	MACYO	PLOMQ	TMOLF	DB?Ü--
XB-MÖ	Z?UMA	SHLFA	YTQBD	MSHPÜ	QTQGYÜ
RXTMÜ	NFWOM				

Textul nr. 12 B pentru învățarea transmiterii.

NNNN	NNNN	DDDDD	DDDDD	NNNN	BBBBB
BBBBB	NDNB	66666	66666	N6DBN	GDNB6
AÜ6VI	ESHV4	DN6NB	56AU4	T6MOB	Ø6VBU
-----	-----	-----	N-AÜ6	---AÜB	AN6ÜD
MBÜ6A	IS6 ØO	-UAV4	MT Ø46	SHA6Ü	N-6BD

4AU6N	MAØIE	A4TMN	6-IEH	-4B	-OTM
A6VU4	DDA4D	ØTMU6	- , HI	AOTM6	VA6B4
- M .	HAIS6	MTAS4	DB6N	BO6NA	A4VNB

Lecția a 13-a=2 ore. Recepționarea semnelor K G V separat și în diferite combinații cu semnele învățate anterior. Antrenament de transmiterea semnelor din grupa a IV-a în combinații cu grupele învățate anterior.

Textul nr. 13

KKKKK	KKKKK	KKKKK	GGGGG	GGGGG	GGGGG
VVVVV	VVVVV	VVVVV	KVKVK	KVKVV	GVKGG
GGVKG	KVGKG	KVVGK	KGVVG	KVGKG	VKGVG
GGGKK	GVKVG	AKVGB	WXKGV	NWVGK	PYVGA
RKVAG	LKRVG	QKYVG	RGKTV	MVKGT	IBVRG
J KVGR	TSK HV	ZUART	SHKFV	YGGVT	- LGVB
?OVKÜ	QBZ?K	SSB-G	LFVKP	QRYVG	ZBCKV
RÜDBG	-FLOR	BDSHV	HÜMVK	WRYKV	YGXWK
EWYÜP	PTRAV				

Textul nr. 13 A pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

YGIGH	KRØAT	GBTXW	BDSHL	WJASH	LKFRM
MNFWX	Z?R?B	-?AVG	ÜPTVK	ÜBVGU	OZDBÜ
QCYBD	VÜKGB	JAWZ?	B-R XD	HSLMO	ØWX-?
KGDBI	KDIBH	HBSLF	CYPRV	VÜKIB	HLMNO
BCDSH	ÜMKGV	AWJSH	ÜVÜVÜ	ÜÜÜVV	VÜSHV

Textul nr. 13 B pentru învățarea transmiterii.

N-D6B	ETANV	MJØ4D	ØSVBØ	STIV6	MEÜD-
ØEANH	-MTSI	ØESV	4AIBD	6A-Ü4	SI HAT
MÜ4ØO	V.4OT	AMBD6	44V66	SIAØ4	A6D4
E-NMT	OH. DB	TEIÜS	HNA6B	VDAOB	MTU4E
IHMØV	MT Ø6A	DANES	MIHØ6	ØDABE	-AØS
VA6O4	MOA4V	6.EAØ	ØIT4A	IMEHV	VA ØOT
BDAØ-	NTEA	MOBNA	AOH46	ØHUV4	AVOME
ØTA6B	VBD4I	ESHO.	TMOÜA	ØSH.-	4BDØT
,IAH4	-A.VT				

Lecția a 14-a=2 ore. Antrenament pentru recepționarea tuturor semnelor învățate. Antrenament pentru înlăturarea confuziilor constatați.

Noță: Pentru recepționarea semnelor învățate se vor folosi texte nr. 10, 11, 12 și 13, iar peatru înlăturarea confuziilor textele nr. 10A, 11A sau 13A, funcție de confuziile constatate. La nevoie pot fi folosite toate aceste trei texte.

Lecția a 15-a=2 ore. Antrenament de transmisătore a tuturor semnelor învățate.

Nota: Pentru această lecție se vor folosi texte nr. 6B, 8B, 10B și 12B.

Lecția a 16-a=2 ore. Antrenament de recepționarea tuturor semnelor învățate. Învățarea transmiterii semnelor din grupa a V-a W G I 2 3.

Nota: Pentru antrenamentul de recepție se vor folosi aceleași texte ca și la lecția a 14-a.

Textul nr. 16 B

WWWWW	WWWWW	WWWWW	JJJJJ	JJJJJ	JJJJJ
WJJJW	WWJJJ	11111	11111	11111	11111
22222	22222	W2W22	J222W	1W2W1	33333
33333	33333	W3213	JW133	JES2H	A1NVD
T04BD	(VL, 32	WAJ36	SH(34	TMVJO	Ø6V32
B64I3	WJOA4	26431	JAHDN	B WO6 Ø	DB ØAV
WJ321	BA ØMO	W1634	STIHE	TBD61	—VJE
WJ46	—ABD6	.TW364	, 643B	VA4BD	J6143
MTO ØA	H6W43				

Lecția a 17-a=2 ore. Recepționarea semnelor (punct) și virgulă) separat în diferite combinații. Antrenament de transmisătore a semnelor din grupa a V-a în combinație cu celelalte semne.

Nota: Pentru transmisătore se vor folosi texte nr. 8B, 10B, 12B, 13B și 16B.

Textul nr. 17

....
....
....
CYRQ,	WXM,,	AOB,,	ZL,S,	VZYX,	E,A,R
QTBRZ	YBCPW	X,MU,	SJRQT	E1B?—	K,G,V
LHOQT	ZRLBD	SHOV,	?..—,	YOHSD	DB,WX
TRPC?	IHAQ—	NPPCY	HSDB X	—?ORT	JQR4
FXVU—	X—, BD				

Textul nr. 17 A pentru înălțatarea confuziilor.

ARZKV	HSBD,	XURQT	ZLFHW	?BDSH	—, XRT
BCPYE	JQTIY	WXG.,	NEPCO	STQJB	DGWJ,
XPQ—R	ZAVX?	NDAVU	QRZ?	WX—SH	DBDB?
ÜVCYO	IEK—X	XB—DH	SJGW.	IBP,O	D?BW,I
ÖMZ?.	LFHBO	SDHKR	JCYET	—WXJR	NP, HS

Lecția a 18-a=2 ore. Recepționarea semnelor de punctuație. (punctul) și , (virgula) combinate cu semnele învățate anterior. Antrenament de transmiterea tuturor semnelor învățate anterior.

Nota: Pentru antrenamentul de recepție se vor folosi textele 17 și 17 B, iar pentru antrenamentul de transmitere se vor folosi aceleași texte de la lecția a 17-a.

Lecția a 19-a=3 ore. Recepționarea semnelor 1 și 8 separat și în diferite combinații. Învățarea transmiterii semnelor din grupa a VI-a G Z 9 8 7.

Nota: Pentru învățarea transmiterii se vor repartiza 2 ore.

11111	11111	11111	88888	88888	11111
11111	88888	11111	81818	18181	88118
11881	81811	11881	18818	A8BIT	W8RZE
WXILM	XI-8Q	C8LHO	D?8IV	Y8THS	M1UK
1. JW,	- XCPO	DB?8I	FRZ?8	QSA?8	SJBTI
—H8K	GY08T	IR8F8	CBI0J	88 , 11	HS?8 ,
XR - AB	JWA?—	BC0HS	DRUME	?8AZI	VIAQY
TQ - OR	AWJ18	CIRGE	GVIHB	BBDD1	SSH H8
LH? , —	TRPWE	YCPWX	88IIA	118VK	18181

Textul nr. 19 A pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

18181	A8WOJ	1R8GI	BSDH1	LHKVO	SBDH?
X K - IJ	JA1RK	OZR1A	GWJ1E	SLHFE	GYEI.
. 8Z . 1	JW1A	81AW?	X-SHL	FQTIP	SJICP
Ö - LH?	D-BXA	K.GV,	IZBIE	QCYAW	ZILFH
SF HBC	DY8FI	K XM - I	URIQ ,	FL8HD	SB - RX
VRGA ,	? - , 8R	YV - 18			

Textul nr. 19 B pentru transmitere.

GGGGG	GGGGG	GGGGG	GGGGG	ZZZZZ	ZZZZZ
ZZZZZ	ZZZZZ	99999	99999	99999	88888
88888	88888	77777	77777	77777	GZZ89
99887	G789Z	77989	GZGZZ	A6ZØ4	TM4Ø Ø
Ø74VA	ND7GZ	6789 Ø	13468	789 ØI	H46IE
OBD6—	, ØAV4	V4V46	WJA13	MOGZ6	WAJ32
I6987	ØSH14	ZG987	AGZ76	ZGV46	Z61A4
OATNB	BD678	WN6DB	, --A , 6	XAZG—	BN6DH
MOETH	ZBG67	WJ614	Ø9876	AJWI Ø	98764
1234Ø					

Lecția a 20-a=2 ore. Recepționarea semnelor Ø (zero) și G separat și în diferite combinații. Antrenament de transmiterea semnelor din grupa a VI-a.

Textul nr. 20

Ø Ø Ø Ø Ø	Ø Ø Ø Ø Ø	Ø Ø Ø Ø Ø	33333	33333	33333
33333	Ø Ø33 Ø	33 Ø Ø3	33 Ø33	Ø Ø Ø33	Ø Ø Ø3
Ø3 Ø3 Ø	Ø Ø Ø33	A Ø33 Ø	R Ø Ø33	Z33 Ø Ø	S Ø133
Y Ø3E Ø	T Ø31B	C ØP3 Ø	— ØL3H	D Ø?33	N3F ØW
X Ø3UM	K Ø63V	Ø313 Ø	Ø83 Ø Ø	SJ H Ø3	DCB Ø3
ØBLD3	XF—3 Ø	N?FX3	XR—3?	ØWAJ	QT3 Ø—
IH, KG	JAW3X	YRE?V	CPYLH	ØH?V.	Z? Ø3J
NFAW.	3AWJO	BDLHS	WUX KM	QAP X?	PX?—O
B3 ØA.	LHSBD				

Textul nr. 20 A pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

33 Ø Ø3	A3BVC	ØQTHP	LHSBD	WXB—?	R HESD
QT3V?	PCQYØ	SWHJ X	1Z3CY	1W ØJ—!	XR?BZ
ØAVXB	DLØB?	CVYØ3	KX. B—	DLRFB	QØAFT
EPRWJ	MYC3V	—LH XS	RQBCD	HLSFO	BZD?U
VJWSH	Z?DB X	—, LHS	FWJR3	183 Ø3	Ø81 Ø3

Notă: Pentru antrenamentul de transmitere se vor folosi **textele nr. 8 B, 10 B, 12 B, 16 B și 19 B.**

Lecția a 21-a=3 ore. Recepționarea semnelor 5 și 9 separat și în diferite combinații. Învățarea transmiterii semnelor din grupa a VII-a RPLF?

Notă: Pentru transmitere se vor afecta 2 ore.

Textul nr. 21

55555	55555	55555	55555	55555	55555
99999	99999	99599	99999	59595	59595
59955	59995	59999	95959	99559	99599
95569	95555	A59BC	D5R59	Z5R95	Y5X55
J995B	Q5T59	E5I55	P995R	L5N?9	W5X5K
.5.B.	T5J95	J15MØ	XR—50	?AXQ5	.SAJO
,—RVO	D?B5P	WØXJ9	ZFLR5	YQTIB	38)59
EMURI	15938	KFR5B	BHA3R	„—35	98 Ø13
55938	Ø8395				

Textul nr. 21 B pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

56995	BARTI	SLHMH	H HHØM	MØHKG	5984 Ø
Ø8953	R3V5B	ØHBD5	VTFL5	LF?59	, , 18 Ø
9538 Ø	XB—RF	LSHBD	WAJMI	ØM Ø1B	ØMR5B
B HØ5L	FMT98	GYPQT	ESHWJ	58R H9	AUV58
3 ØDKV	HMNWO	98 Ø53	WJ315	—Q X?,	9M Ø5H

Textul nr. 21 C pentru transmitere.

RRRRR	RRRRR	RRRRR	PPPPP	PPPP P	PPPPP
LLLLL	LLLLL	?????	?????	?????	FFFFF
FFFFF	FFFFF	RPRPR	PLPLP	BFRFF	F?F??
F?F??	AF?RL	PDB6A	GZ8WI	NBV46	I3FRR
ZZ133	RZLF?	VAU4,	-1987	LPI?F	AHEIO
MT ØIS	AHNO4	TOM ØW	J321Ø	LJFPR	RZ?LF
ENGBD	RZBA6	Z77Z8	R9P8F	F?JWN	HASRF
PBL, F	JAØMI	AVU4.	- , VRL	MRVWJ	FRLP?
95Ø87	ZG897				

Lecția a 22-a=2 ore. Recepționarea semnelor 4 și 7 separat și în diferite combinații. Antrenament de transmiterea semnelor din grupa a VII-a în diferite combinații.

Notă: Pentru antrenamentul de transmitere se va folosi textul nr. 21 C.

Textul nr. 22

44444	44444	44444	77777	77777	77777
44774	47747	47774	44777	44744	77477
74477	74747	77474	87459	47598	06783
17980	38794	48795	54238	Ø9754	Ø8791
5198 Ø	73489	77798	88753	39805	47591
17398	05451	98751	4957 Ø	88779	995 Ø Ø
43544	47474	77449	74874	49385	8957 Ø
11998	118 Ø Ø	5159 Ø	59474	4 0974	31597

Textul nr. 22 B pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

44477	BRVAV	QHSV	RZ?VV	54498	78479
05744	LHSV	FR KVA	BQDBS	SD3FV	R4UVI
B X M - ?	QRZ? -	V - MXT	YCEO Ø	98574	HHVRF
HB51M	NF6IO	RPTAL	QTCOK	WX H - 7	NFLBD
45794	74134	16457	87941	67543	24567

Lecția a 23-a=3 ore. Recepționarea semnelor 2 și 6 separat și în diferite combinații. Învățarea transmiterii semnelor din grupa a VIII-a K X Y Q C.

Textul nr. 23

22222	22222	22222	22222	66666	66666
66666	66666	26266	22662	22222	66666
62662	62266	62226	66266	66222	62226
26626	26622	YR2ZZ	QT26A	6A2RZ	LN W22
K26GV	X6CSJ	16RFN	MØ~?C	D2266	18267

36724	PX Z2	16280	34798	66478	59876
45763	20226	26257	24623	E 03L M	MV5AJ
74265	18976	27643	15649	33226	57632
3242P	76321				

Textul nr. 23 B pentru înlăturarea eventualelor confuzii.

26622	26234	CBVZJ	BBBDD	VVMRZ	44667
55326	BR ICT	O-?	XLNFZ	SQTCP	B?KGV
45627	33LF2	BC6PB	R6ZB5	GVA4Z	WXR-
FCB?6	26435	18047	25647	R1CQY	CQ643
WJ X GW	FPL - A	BC6SH	VHBD,	/6B3V5	HMNOT

Textul nr. 23 pentru învățarea transmiterii.

KKKKK	KKKKK	KKKKK	XXXXX	XXXXX	XXX X X
YYYYY	YYYYY	YYYYY	QQQQQ	QQQQQ	QQQQQ
CCCCC	CCCCC	CCCCC	CCCCC	QQCCC	CQCQC
QYQYY	KCYQ K	KXYQC	X KYCQ	X KYCQ	QQY KC
CK XYQ	KY XQC	XY KCQ	KQCXY	X QCY K	Q X KYC
CQY X K	YCQ X K	YX KXQ	X KCQY	Y X KCQ	X YCQ K
CKY XQ	Q KCXY	Q KXYC	QCY X K	X CY KQ	YCQ K X
Y KQ XC	Q XCXY	KYCXY	KY CXQ	Q KCY X	Y QCK X
X CKYQ	X QY KC				

Lecția a 24-a=2 ore Recepționarea tuturor semnelor de cifre în diferite combinații. Antrenament de transmitere a semnelor din grupa a VIII-a.

Textul nr. 24

84371	59206	04791	51682	84517	93602	20951	73684	09512	73684
02195	73468	64913	75820	64371	15082	43879	15260	04179	35268
84753	16902	29358	70164	20195	36476	61259	70834	23589	74610
07365	49128	81497	30592	73045	96128	43798	50261	47189	62653
90127	36458	40539	61278	61527	70483	51926	03784	78325	61049

N o t ā : Pentru antrenamentul de transmitere se va folosi **textul nr. 23 C.**

Lecția a 25-a=3 ore. Antrenament în recepționarea tuturor semnelor de cifre în diferite combinații. Antrenament de transmiterea semnelor din grupele VI, VII, VIII.

Textul nr. 25

34068	52719	38460	62852	91704	20615	43380	50281	43716	58207
63048	19257	60348	48637	21520	48637	09512	35902	45176	34505
48603	92715	04619	53782	37840	61592	74403	65217	61728	89174
60843	91527	53206	85147	02651	83497	96281	07345	36205	23598
80634	72519	04671	93528	40873	21695	38467	29510	70461	49136

Textul nr. 25 C pentru transmitere.

GZBPL	KXF?X	YCQZG	G?PREF	LGKRX	FR?QZ
CGZR K	X CZQP	F?RPC	G? XQC	98789	79689
87798	77899	99877	97877	98778	89778
88779	99887	CZL78	F?77R	X7K89	QC887
YC779	87?CK	9QRZ8	8PR9K	CF?P7	LG8?C
LR?QC	7PGRL	96ZFR	77KZG	79QCP	8F?RP
KX97Y	789PF	CQYX K	79878	R?PLX	F?L8K
ZK7F?	Q998C	Z8879	R7798	XC778	?PRX
CQCQ8	ZG879				

Lecția a 26-a=2 ore. Recepționarea unei radiograme formate din litere. Antrenament în transmiterea tuturor semnelor învățate anterior.

Textul nr. 26

MREBI	VSQBG	XOLHI	NTJFU	GXOAD	PWAVZ
JWTYE	KLDYA	MYNEQ	BCRJV	EXMÜH	ÜZAFL
BCKER	ZIJ?LA	FMX-C	NSHÜT	MPASB	FVY CZ
JNACW	HQOPR	YXQZI	R,SKÜ	EOF BY	BGWJR
VZMNE	XQTIB	KGWV	RZTPI	NFÜMY	QLH-P

Textul nr. 26 C

PHMQP	MESUV	ALGDP	EGJZS	CHDA,	MADZX
LQCYB	QGUNI	JXQHA	ULWEA	YACOB	WAISF
ERJLZ	JOAZW	IFTNQ	TYCHÜ	OMWJT	HWCUP
ACS. B	SBPAJ	JXQHA	WEQHF	NKT OF	EMFDS
RCTUQ	ULWEA	SREGM	IFVJT	CPLIX	MSFPQ
PEDZA	AZYNH	HESMG	GJ DA-	CCQWQ	MGJLF
JCUQR	FSQRO	LGÜQT	N? KMC	YWOLÜ	HÜY LG
QWNIC	PZNJI	ZFTBR	OWEGC	XR KTH	FR KTS
MEJZV	KGRX-				

Lecția a 27-a=2 ore. Recepționarea unei radiograme din cifre. Antrenament în transmiterea unei radiograme din cifre.

Textul nr. 27

15753	93137	31315	77579	24814	80250	06092	42438	68676	59991
35340	71782	17928	51365	98504	64643	80061	28207	42425	06889
39354	71812	95194	13978	53536	64243	20069	08687	42421	86805

Textul nr. 27 C pentru transmitere.

51973	73519	62084	04826	87915	17359	24605	46820	73204	79153
28406	37541	59420	75879	48043	60189	95204	91503	71413	68491
82078	73754	15178	57932	91520	89896	44243	08865	20601	82429
66087	93139	15975	57551	31397	79713	04021	62808	28086	86260
45672	52864	18265	94685	70786	36872	73795	37432	36871	95045

Lecția a 28-a=2 ore. Recepționarea unei radiograme formate din litere și cifre. Transmiterea unei radiograme formate din litere și cifre.

Textul nr. 28

CNSGM	P0DNF	IBFOR	57843	2I079	VWRQ0
QZTZP	NECGS	48375	ECHIW	VJQLP	28246
76584	GCYIO	TVNPY	KJGVL	EXUKZ	OAWDR
14985	10817	RCZGW	OSAXN	MHQCS	34387
WAOCe	RLSBC	26783	53432	SHNXV	C0ZYR

Textul nr. 28 C pentru transmitere.

VWRQ0	CNSGM	PFDFN	63575	87931	49158
21716	CWGXI	QZTIP	VGQLZ	OTS WQ	DEBAF
TWNPY	KJGVL	MHQSP	AWOCe	RLSBC	KUPEZ
89608	53166	67684	81442	50208	YCSTM
TXLKA	43824	67866	EFTMZ	79574	35742
XWREQ	ZUTQJ	24254	79281	HSBDO	45824
JABDF	31513	RZGUT	73139	08067	17824
BNLFR	I3154	31379	LQR MI	15753	QYPTR
24378	81435				

Lecția a 29-a=2 ore. Recepționarea unei radiograme formate din cifre și litere. Transmiterea unei radiograme formate din cifre și litere.

Textul nr. 29

SRDGF	MQFGZ	NCZA1	73915	68204	SIACE
51739	97543	YJFCR	23415	98124	76549
23467	DSZRF	ZYIBR	90124	MUXWC	QHXBG
76543	ROBDA	32579	VMZYC	34159	QPZRI
67259	VRAUF	EPQTI	67125	CNFLO	39872

Textul nr. 29 C pentru transmitere.

QZYWP	AROND	34571	89124	WXZQT	BCDFE
65782	90154	DVSCM	77834	13452	67819
BYQCL	WFJTH	34615	58606	NSHFO	XEGMA
09138	BEJOD	FKZVC	EXMSA	48710	75620
RZEIF	LBSTY	87415	94219	DNMQA	76541
74803	85101	ZSDIM	XGFIC	94315	67615
QVORZ	DFVGR	47108	CBAGE	DIYLNO	RTYAO
24578	34998	KQIHG	DMNBA	28769	31798
CQRZB	24518				

**Lecția a 30-a=2 ore. Recepționarea unei radiograme din cifre.
Transmiterea unei radiograme din cifre.**

Textul nr. 30

25497	43208	23910	37604	21509	50690	30684	21409	25607	83851
67541	70105	25607	28701	46583	78465	53047	81092	23891	87565
60972	65843	60927	41758	48631	21940	30684	56203	56687	83956

Textul nr. 30 C

07461	31467	62478	95165	73210	24710	47854	95036	78253	37102
31406	25103	90621	75230	83901	85107	80975	62145	48309	40878
26741	42635	63489	70692	98403	40261	56419	65208	25079	30659
72961	43071	87352	47159	39278	75823	70915	82746	90412	73910
04136	54216	04136	30752	90831	47261	36425	84639	97602	04983

**Lecția a 31-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezel de
recepție la șase grupe pe minut. Antrenament pentru creșterea vitezel de
transmitere la șase grupe pe minut.**

Textul nr. 31

RNVKA	OEPFX	LXOEV	KANDU	XTCMI	SPXLB-
MFRGZ	KVPFX	LBOEV	ISNDZ	TLZMY	RGZHC
JÜRGZ	MCPEX	HROEV	ÜKYND	SHTIM	ITSHY
NDRGZ	GRNVK	ÜTOEQ	XVMFZ	HGFJM	JZXOP
ZMPVW	GHYRB	EFCQA	YZKGD	DCBQJ	CDAPK
QVJFY	WKLQZ	FXLOE	GCXJR	SRPÖD	ÜKLQZ
EVKND	BLVYM	NMLAV	ÖNMSC	YÖNQX	DÜJMC
CMUWK	LKJÖB	ZMPVV	CTILB	ÜTSJH	IHGNA
XZRJZ	BHSJY				

Textul nr. 31 C pentru transmitere.

SXYOM	YGECA	BDFMK	HJILSP	VWITH	YDFNI
KPSDX	LXVWZ	IRÖWZ	WHJDCA	BZTVR	NEICR
QNPQM	TGBDF	IZTVR	IGEGA	TROMK	EKAZV
ÖCING	SÜXQM	PSÜXY	FHSLN	ZWMBD	LMPST
BJGIH	RTZWP	JHFND	AKELN	GIKMO	RÜSQZ
ACEGI	MÖRPV	WYXIQ	ÜSPNL	JGFEB	QHXUS
LWHFD	KJÖPN	JANCE	YHSUX	JSDFB	ÜDPWL
FMBQX	PQLJH	RTVZY	ORTVZ	EGIKM	VQXAM
NKDRU	ACFDE				

**Lecția a 32-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezel de
recepție și transmitere la șase grupe pe minut.**

Textul nr. 32

ORTVZ	EIGKM	VXQCM	NKDRU	AFCDE	JVF SB
OWPDL	FMBQ X	PQLJ H	RTVZY	QHXUS	LW HPS
KJOPN	JAMCE	YHXOS	MCEGY	MORIV	WY XRG
USPNL	JGFEN	RTZQP	JHFDB	ACENL	GI KMO
RUSQZ	PSUX Y	FHJLS	ZMWBT	LMBTP	BJGI H
IGEGA	TROMK	OKAZW	OKNIG	SVXQN	BZTWR
NEIDC	TEBDF	IZVTR	VJFCQ	YDSHG	KPSUX
LZWVR	IROMK	WHDCA	SXYDK	IGECA	BDFMK
HJLSP	WTVYS				

Textul nr. 32 C pentru transmitere.

CHYKM	FALJP	FAHTK	RLIOT	VUXYC	USAPY
MAIGÖ	VZDXC	DYGI4	LSPNK	ROMTC	AYQRZ
AGECM	GIKCM	HOMKP	KFNCE	SPDYG	UXQYG
JLNPS	WBDEN	VBDQA	NGKIM	WGBCP	EPCJN
KTWZV	STRVX	NEJXT	WBXQF	KFROM	SPNHM
BWQXU	XYVTC	OMIKS	BHFDK	FHJGS	ECAYS
HFDBW	IPNLJ	LJERK	TROVH	TWZWB	YKMOR
QACEV	VIBMW	RWSJN	HXUMG	ELDOZ	CNPRV
APHFT	QYKBR				

Lecția a 33-a - 2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmitere la șase grupe pe minut.

Textul nr. 33

17230	61595	82674	41637	10247	58610	31720	72783	30596	58747
10326	71235	25607	29571	45089	08154	83514	62758	E46C8	63405
20961	10523	40136	57203	38109	78407	30589	54216	79602	40983
62401	14591	02862	90799	04983	42610	14594	02618	90257	56903
69721	70433	13875	51479	72398	38752	90715	68427	28904	19372

Textul nr. 33 C pentru transmitere.

90257	14639	64548	50897	70911	76149	55846	69321	47903	80906
19675	41703	07263	04169	03811	24875	20865	22846	76401	24268
21407	35401	82512	27502	41356	78415	30542	98301	32504	21305
48736	83587	80964	26574	93852	06347	09172	81182	31205	03926
47536	70148	84691	83529	25901	93586	43926	84239	70389	95844

Lecția a 34-a - 3 ore. Fixarea vitezei de recepție și transmitere la 6 grupe pe minut.

Textul nr. 34

DNCGS	OKQIE	ATYGM	03269	28750	70618
36465	03147	CEPXA	NSFDW	35728	96541
80565	PZERA	OQTCJ	LHASV	LXVUK	FNRQL
98270	80568	RUGFW	ESJVZ	AXSRC	94082
51360	89271	04581	LAQEI	THZUO	CFMEB

KAYCO	SZCNJ	WNOUF	20419	84654	24636
15839	B KSQV	50942	34659	SH6YD	UEK7W
PIECT	MVJQG	MY KBD	57631	60172	98415
02763	10329				

Textul nr. 34 C

60972	28646	NSAZG	HQ XEC	NOIESA	YAOTD
Z X QFL	KPSEZ	36271	91526	MÜBDR	CLPBY
04783	51864	OCTQV	WUFAN	ÜGWTB	VKQRC
73891	40729	70149	CL MFS	GKECS	MSIUB
E KÖES	JPNA X	79385	82346	43615	52947
46852	15062	13870	96024	67158	10285
TJSPM	VKTQE	MZ KOI	NJWLH	09738	94305
47351	PFGS X	ABSJD	ÜKAYS	Ü HARD	80624
91573	96103				

Lecția a 35-a=2 ore. Creșterea vitezei de receptie și transmitere la opt grupe pe minut.

Textul nr. 35

SZAQI	TAR KV	LZDYA	HPEQN	MLAYÖ	RQB WI
ÜBSLT	FWCZD	GMFWK	N KWBP	PYCZH	VCT MS
HYBVC	FNG XL	OJQCR	NWDXG	XDINR	IQATD
EOHOM	ZIPDS	OXEVA	ZENOP	WRQAV	IR ISJ
R HVET	KVJOF	JFMOK	JPWBQ	SCR LJ	QGXFO
QUITE	MGOJH	JMXDZ	BTKPH	XFÜGY	GTS HD
GHPI M	RLUE X	AÜLOG	VET X H	DSGRC	EIL HN
XLECB	ZVMEN	VDSIZ	AÖFPB	BJ K GO	WKVFC
LXNME	CÜDJY				

Textul nr. 35 C pentru transmitere.

JÖTG X	R KMOZ	JPNE X	OODNL	TGPEY	CLTAK
JÖVMV	NTCP K	SHPAQ	D KOBİ	KNLUG	NSBRJ
VCKTB	E MVCI	LMSTH	LRASI	KALUA	EN XDL
SBPRW	DQ KIS	XAY HT	ZEMVD	ÜPOZE	TARLQ
CYIJR	ZBQGU	YEFN X	VPFYD	EIVQA	BWA KP
YCXFV	WGÖZE	ZRG W	FJÜYB	AZGLO	WZDE K
Q HPEY	XSQ HR	GKSWC	E XF MN	VEQDZ	AIR WH
QTAIP	HITZD	PVEOM	V FECQ	BJSQG	Y ÜBJS
PHZSN	RECÖV				

Lecția a 36-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezelor de receptie și transmitere la opt grupe pe minut.

Textul nr. 36

ORTVZ	EGIKM	VDRAC	GHKIN	YWXCS	IMIIFD
RTVZW	PVYMO	IKLNPS	ACEGI	KIORT	ACEGI
WZTVZ	ABDFH	KMORZ	EEIDB	QXZVT	PNIKM
IHGAB	WQUSP	JHFDB	USPNL	KPNWY	JIACE
RTVZQ	QZVRT	HIKMO	ECARD	FNJLN	PATXY
K1UEC	SUXQY	XWQNP	KMORT	BDFXJ	INPHQ
BCEGI	YOSKV	BDFHJ	INGSU	VXPRO	IPECA
ONKIN	YWXSUS	FHJCA	SUXMY	IHDVF	LOMQX
TRÖMK	IGECA				

Textul nr. 36 B

95232	10423	92074	14953	82647	56917	50741	37865	13429	62354
71365	97610	80786	41705	74519	15809	25730	49192	80356	42539
85397	30394	30194	54678	62107	10539	72065	81526	82109	64203
38491	85130	26799	18450	63847	87240	50276	95738	86279	45720
71328	70495	78910	50438	34639	47562	19083	21903	74586	97562
26846	19268	12689	25100	61378	18916	71380	86592	57390	40209
50347	18240	58317	12360	34275	20159	63460	81292	86310	28614
36425	20359	37704	18364	33729	56301	38426	21098	87109	80139
83045	96510	78245	62468	46386	71459	69458	72109	37410	95317
72109	54743	67264	78564	51827	26280				

Textul nr. 36 C pentru transmitere.

MFWSK	CEGIK	ZVZWA	SPNIJ	QFGDB	BTVZQ
I KMOR	ACEGT	ZVWAC	EYRJS	ZPIRJ	MÖRTV
ZWIJK	VHFDR	YUSPN	XYWXS	ACEGI	ÜPNIC
EGIKM	ÖHPIB	GOHAU	ZWACE	MEACV	RTVZW
ZIKMO	WHECA	RÖMKI	ÖXYQB	DEHJI	NGQTL
R KXBS	XYQBD	BDFHÜ	KINPC	UXKW	QTRCM
XGEHA	YQKIL	NPSDX	ZÖHYQ	QHJYP	FHJIN
ZÖNKD	BÖFYJ	ZQVTR	VJLNP	SÜCXQ	GEADX
YQBDE	QZTCR				

Lecția a 37-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmitere la opt grupe pe minut.

Textul nr. 37

AOPPB	DJKGO	WKVFC	LXNME	UCOJY	VDSIZ
ZVMNF	KLÖEX	ELIHÑ	DSGRC	GTHSD	CHPIM
KLUEX	AÜLOG	YETHX	XFOGY	BTKPH	JMXDZ
NGOJL	QUITE	KVJUF	YEMYK	JPWBQ	CSJRI
QGXFD	RHVET	DRISJ	WRQAY	ZUNOP	ÖKEVA

NWD XG	XDYNR	IQATD	DOHUM	P1ZDS	OJQCR
FNCXL	HYBVC	VCTMS	PYCZH	RQBWI	UBSLT
FWCZB	GMFWK	NKWBP	MLYAO	HPEQN	LZDYA
JAR KU	SZAQJ	HITZD	PVEOM	UFECQ	BJSQG
YUBJS	QTAIP	AJRWH	VEQDZ	BXFMN	KGSWC
FJUYB	AZGLO	WDZEK	QHPYE	XSQHR	ZRWGM
WGOZF	YCXFV	BWHKP	EIVQA	TARLQ	CYIJR
ZBWGU	YFNXC	VPYFD	OPOZE	ZEMVD	WAYHT
DQKIS	SEP KW	LMSTH	LRASI	XDLUA	ENXDL
EMVCJ	VCKTB	NSBRJ	KNLUG	JOMVF	NTCPK
SHPAQ	DKUBI	CLTAK	TGPBV	OUDNL	

Textul nr. 37 B

41920	35768	60475	35418	62-39	18923	79813	27435	65417	63902
21769	43570	64395	80831	80971	20411	95312	64547	87657	95201
90187	26503	79-54	24808	32910	51290	43760	8059	40368	92140
72560	51838	3456	16751	57010	2810	75304	57846	34658	12871
12093	76108	58763	40537	98102	13289	18464	84175	70692	36544

Textul nr. 37 C pentru transmitere.

64269	78534	50876	32642	19290	42701	60437	84356	25274	50291
58290	42160	68975	60369	80931	48104	57823	13650	21486	31470
86150	87305	20684	19463	14673	23910	48437	69775	36108	51108
96829	61690	73584	51629	57812	75317	43817	27389	24369	20596
39107	70932	90384	20875	19812	19210				

Lecția a 38-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmitere la opt grupe pe minut.

Textul nr. 38

SIBHV	HGDJT	YEFLW	QCMNY	OAGPX	I XZKA
HUWHG	FSVOD	DPZR H	BNQTI	YKLIW	ZINGZ
VGPBV	IEODT	RCNER	AKVGW	CMZIQ	POAKX
GRCNU	ITEOS	PEZLB	SHYMG	ÜJWPJ	XLESI
YMDIH	PBLOZ	WDMNG	ZEFKS	THCIU	BJACR
AMWOJ	COYSG	ERXP F	GIYNE	YYQLB	SDNES
UFPCU	XAOAX	WJM HQ	QLCLY	IUFPR	HSDMZ
FPBLV	DWQJZ	BLXHI	ZMCUE	VKARD	TIQOO
RGXKF	OEVNA				

Textul nr. 38 B

93751	91735	75193	17859	51793	46280	28046	64802	82064	84260
13759	95317	51973	35971	71593	06248	82640	40826	62804	84206
91537	73951	19573	39175	57139	84602	40286	02648	40628	20764
57319	91375	87539	71539	15739	08642	02648	40826	82064	64820
97351	71539	53917	17395	57139	68420	02846	40628	60284	02846

51842	82735	64193	59280	93462	51780	17346	75802	91064	6093'
50842	17628	73408	71826	93062	71548	40359	26519	04953	0613'
37085	51406	73026	75492	39846	02571	86391	48195	28739	2491'
19648	75820	31408	02715	39086	42157	39648	26579	64913	20573
51028	96302	17406	95028	39684	20571	46173	28539	84715	64397

Textul nr. 38 C pentru transmitere.

IDOYZ	NOMQC	CGFRV	AHHLO	YLAIX	P1XGP
SKZSY	UMVDL	EZKLU	GTINO	ZPWCD	TDPAT
RAZNA	OXQJG	MVOLE	KXCMX	IBEUO	GDCNS
TZXYI	WAQKE	IYPEL	GCSMW	KSUEW	EPXLB
DNYQD	QKBKV	BGCPT	DIESU	MPNWS	IHXYM
ETKGR	FXJMH	VNWEK	TEBCF	RJQAR	NQVIG
PWYMN	SBXOB	ÜSCB K	WZQOK	RZAJB	HVVJZ
FETRY	I CFTP	JADVN	EOZMC	JRVKA	LTIHQ
XBRGO	DB HSO				

Lecția a 39-a=2 ore. Fixarea vitezei de recepție și transmitere
a opt grupe pe minut.

Textul nr. 39

EMR , B	GBSVQ	BLOXI	FJNTU	DGAOX	RVIPC
VAPWA	TWJYE	YDRLA	SAJUM	QATKA	EIXGU
NTEFA	YCOUW	MESQV	BFAUH	C1HSE	BQCLS
JQEWD	VCFUC	HPSCY	UX KBZ	MPVEC	EGKMQ
XCDSR	ÜZSQH	ZITAO	AN XZS	, EYRW	LEE KZ
IRVMG	J?NDW	LPXAT	AGOSU	XCLRV	MQFIY
FBSDE	SDIOC	AKLUF	NYCJM	SVGDP	HP XCA
ÜENGs	TIZMG				

Textul nr. 39 B

46873	34621	98402	31864	94739	28146	72498	16348	81947	91428
09286	98752	79085	27981	26853	79169	96360	61932	46379	53197
20786	26534	63275	72689	19250	46867	54103	16049	78160	36415
39485	03519	27634	72851	26390	71547	40396	30159	68274	82016
52314	68519	68274	28750	02145	60735	34150	20543	40521	85709
92384	47163	16498	74283	48279	63184	16849	80234	42981	64871
19729	64397	93287	36092	16827	85739	78915	90561	28579	08653
36820	16026	04936	10372	46829	15067	68945	27516	53478	76415
81639	69430	15927	03967	45726	39071	28514	63430	51827	45082
70935	01529	54509	15028	57302	10456	75034	03792	85430	21485

Textul nr. 39 C pentru transmitere.

ESING	LAPSC	DJMÜH	GRFBs	COSQN	ÜWAXV
LNC?X	TKFSA	WEJMY	YTCPH	ZDLSV	ÜVOGD
ZGIPR	VHOÜA	VJTCZ	ÜHAE!	EZKSY	WAFÜX
TXISF	XYMIZ	ABQJÜ	INLBS	KGPae	ECHCI

WQEUS	BOZVK	ABJSU	SDEMP	EALRZ	UMDTE
FSDCA	A XCÜY	QC GKN	AQJGA	EHPCT	QMISC
ÜDLMF	CEC , O	QIVE X	JQB RG	P KHSY	ÜKBAO
WEHÜL	QJ TEÜ	OSCUN	YRB KX	AJPWD	GRN - A
LRCHT	ENVEW				

Lecția a 40-a=2 ore. Lucrul în sală între elevi. Transmiterea și recepționarea de radiograme între elevi la viteza de 8 grupă pe minut.

N o t ā : Instructorul va repartiza cîte doi elevi care să lucreze între ei, independent de restul elevilor.

Repartizarea elevilor pe perechi de lucru se va face cu ajutorul generatorului de ton de la masa instructorului. În cazul cînd numărul elevilor depășește posibilitățile de lucru pe perechi ale generatorului de ton, instructorul va lucra cu restul elevilor la recepție și la transmitere, după texte de mai jos.

Elevii care lucrează între ei vor transmite din radiogramele recepționate în cursul ultimelor ședințe.

Pentru a se verifica transmiterea, fiecare elev care recepționează o radiogramă o va colaționa (repeta) corespondentului său care o va confrunta cu originalul.

După schimbul a două radiograme colaționate, elevii își vor comunica reciproc greșelile făcute.

Textul nr. 40

YAQJR	GRJUP	XWNPD	KAJYN	YCOOA	ZDTPB
LBIWM	X MZOC	FSITO	QBZIS	WCXHT	ETHSN
QLXNB	MCHQL	XRCSE	DSRFV	NDGZK	WKVMA
DÜGRM	ZDRGU	XJPEV	CVFPL	MKSQA	OEFXJ
ETPGU	FÜOHT	PGEVI	NLTYB	B XEOK	VIÖEK
ÜHNDZ	AZDNJ	ONÜWC	BFDÜH	GVNIS	HQMJR
SHCTG	PNVZD	HWCMI	TGMCW	SFLBQ	IJBLL
LOYXE	TIBSF	IVIKP	JWKLO	ÜJARE	KPWVF
JQAKG	REKAY				

Textul nr. 40 C pentru transmitere.

LVRXE	XFEBM	B MKFY	BJSQH	LÜBJS	KTAIR
AIRWG	ANLEZ	VEFMN	KWSVG	JQTÜH	ÜDGLO
EOQDX	QAPYF	JSQ HP	IRWHO	WGOZE	EPWCV
TCHKP	IYÜTF	TZQAW	SBXJR	GZYBU	YENXD
HPYEN	GÖZEM	ZEMVC	HÜZAT	RAVIS	ZXYBQ
YZKRT	PRMWA	QJASI	XDLÜB	LDENX	EMVCK
VCATA	W1BRJ	OSNQB	QTHBC	FNRCÖ	NTÖYC
YHPCK	DKIHQ	DLÜBJ	CKTAI	CLJGQ	ZGFOL
MXP2D	HDHCK				

Lecția a 41-a=2 ore. Lucrul în sală pe perechi de elevi. Transmitere și recepționare de radiograme între elevi la viteza de 8 grupe pe minut.

Notă: Se va ține seama de indicațiile arătate în lecția a 40-a.

Textul nr. 41

FNTKY	DIOYH	IVSCI	RLOAD	SCMJV	MSA XA
QF KTU	SAUHW	GAVMB	APLUS	JOVZE	PNEUE
ADGER	CZUHW	HGVZX	EKTEY	EPIXC	TYL.S
FUKAQ	QGAVT	C, MUC	ZIYPB	UXJES	IANUL.
SCI KR	ADMUP	WDHSC	OLQAZ	CJC-S	EVHNF
B XSRZ	UXSDK	MRFWE	BPIAX	YPLOE	KTGDO
JWCET	GNYBS	VPIAW	LYOEQ	JWASP	LEM CZ
QHOCT	VEANQ	VCHPC	WKFUN	RGODS	QXBNG
UIRFM					

Textul nr. 41 C pentru transmitere.

MAPUZ	NDXIQ	MUBKC	OHCZ	LEJSV	XBGQE
EDILS	TQAOF	XKRCV	SCDNW	AYZPC	JMGBC
YCMRU	HJUWP	SXYJR	AENW,	USMAZ	ZCSTU
AIOEX	FSIOE	BTJAV	VMOFT	CLBHS	ECYKM
ZIPSB	UFKQE	UDNXZ	L?GDA	QE-LN	AFRQC
LP, WY	YKSDO	CSPAN	CEJTV	YIOCA	UXHDR
AEIRO	AESMW	XKEND	AGSTV	UEKEH	WB MIR
UGKAQ	HEPYV	GQJAW	OGEVS	SBLPO	TAHJE
UCFJS	FNRDU				

Lecția 42-a=2 ore. Creșterea vitezei de recepție și transmitere la 10 grupe pe minut.

Textul nr. 42

FCWTG	NVTGF	ETYMG	MSVGD	LMSCA	VNHBC
EGANH	HNUGD	OEAMH	HZYUN	IQEvh	OIYVG
VAAOL	IAVAB	CIUBO	DJXCP	?TIPX	JPXCI
IPCDA	OPXUJ	AWESK	HWESB	ZCQSK	KQZRH
EKZWR	?FLSQ	OSFWL	L.WUF	SJCIL	LQYDS
MRQ.B	RQEME	MRW,E	ZIRYK	MREXE	AVSGD
AVSOC	UVAKS	AUXSL	EWSLC	RAXKE	PAUKF
SKEGD	BJUOP	ZUPIC	-BINT	NTAFA	QTQJC
BTQDI	NTQFD	IEZOT	TOGZC	SSNIE	SNQDS
SMGSA	EOHBU	UAMUH	YUHDM	YPHEO	OFHPU
VMG,J	IVJFM	JANVE	BPVYJ	CJPTC	AKCNE
CNA,K	KBRUX	ERXCK	RDKXY	ELSWU	LSWTA
WSZGL	ABLSW	LSW?A	QIFPC	-VIGQ	AQVFI

IAQEV	DQIVB	NXCSG	ZCN XS	HAXXS	XÜDFIS
EHGKX	EZTME	ETALR	LBATC	BZMRT	MTAEZ
DKERY	CFPED	CPB KU	NÜPKC	FRCWD	KOJEG
OFYAB	WDIÖY	YOLEQ	ÜOCJA		

Textul nr. 42 B

42609	35910	93758	80173	62517	80934	46592	02641	64827	37518
42061	80762	08265	26403	62715	28930	59718	19734	91453	37598
86249	60287	26481	82863	46025	71398	91754	96720	39514	15370
48205	20649	08265	15396	86421	57390	48021	79314	13758	73196
82643	48302	06285	28461	84205	71396	37950	39174	96715	97510

Textul nr. 42 C pentru transmitere.

74926	26497	46972	92476	72694	51803	13805	58130	30518	IC853
49627	76294	94627	62794	94627	50183	81035	35018	58103	3C518
46729	72960	94627	62947	49726	30851	10583	30518	01853	35018
94672	72946	64927	92764	67492	30815	01583	30518	10853	30518
94627	72946	64729	72496	96724	30518	01583	30518	58173	38510

Lecția a 43-a 2 ore. Antrenament în creșterea vitezei de recepție și transmitere la 10 grupe pe minut.

Textul nr. 43

GJKV	ZRGME	FMOS-	EHOUC	COOHD	VPAIZ
ZPDJZ	EHRU,	FJOVÜ	ZWKBO	ISANA	AUEHS
EANDP	AIR XA	GIR XA	WLBSK	WSGKL	KSAIX
KQLDP	CSL HA	WZPM'D	EXTIA	FKMTQ	ASBMW
FMSQA	EY HNT	HTOYE	ÜYUOB	YKPNT	QKTCI
ANPEL	CK XRB	VCKPG	CENUÜ	CÜÜJG	CYENV
PCVGC	EERQB	AIHQZ	JDZUC	EHSCX	?DJSX
QANSC	BITYÜ	FISWÜ	QBCMT	ACISQ	EWSDL
WÜCLE	FLCSY				

Textul nr. 43 B

20917	60735	48735	02195	84371	59206	73468	91620	19482	52461
34950	53620	48917	82359	64913	04791	51682	75820	17046	86172
26517	40735	02591	64371	84517	93602	15028	73846	19628	3784
56192	48379	62195	84739	20951	73684	51620	37840	15620	0487
28735	74198	82539	40719	09512	73684	35826	17640	60225	9164,
48260	46820	62084	46802	20684	37159	19573	73591	91783	73519
68204	62084	04682	04682	82064	79153	60284	91375	35917	39517
34026	62804	84602	02864	51793	68420	37915	59173	73519	51973
34826	62084	84026	82606	95173	68420	62084	19573	37915	51973
64082	82604	64028	73951	68204	95173	71935	53917	71935	73591

Textul nr. 43 C pentru transmisie.

GCRTL	ZFRSW	ELPWZ	ODLSC	QHANE	CSBIC
EÜHAN	QTOHD	UEGOC	EPZSS	YMEKÜ	DHETY
YÜAGK	BQYJI	CJRYÜ	ZESXW	C, GMX	IMXÜB
KÜPQA	OCLDT	VIAFS	INVEC	KVOGJ	FSQAK
GSVAF	YKZDR	PRGWV	DHSTZ	GJTYZ	AMÜXH
WIOQF	HMUÜC	HPSME	-TDLP	EELTC	OSCMÜ
SMJCQ	AWILU	AFNAS	KABJE	GCRXZ	KEBOX
JAKMW	EPVAI	VESPD	LOURE	UNXFA	PÜBIX
-RCOV	!JVFS				

Lecția a 44-a. Antrenament în creșterea vitezei de recepție și transmisie la 10 grupe pe minut.

Textul nr. 44

FESP M	WTOLX	X HESÜ	ZSDHX	QFCHV	YAGIS
CVPIY	QOÜDI	E HZEQ	WETI,	PEMVQ	YPGDY
ISEPC	KAÖSC	WB HNC	FIMÖQ	B MMTÜ	CTASW
GKCSE	HYDXP	CICSZ	VLANY	NÜYLB	FJ YEX
AREKT	SGLVZ	RÜGLA	PVEGM	PCFBÜ	LWAEM,
CH, VQ	ACHRI	RGCWI	KPTCI	YAIPE	CEMTW
OMÜVB	BXSEO	EEJSU	AAGRZ	NIDKÜ	ANAMP
URAIT	FJSE X	QBISX	ÜBEKA	KREÜQ	NADLW
DE KÜS	BL-QQ				

Textul nr. 44 B

DIKS K	X MÜGC	TNCYL	CMSÜE	QVEAO	YTLCH
FLÖTQ	CVB MO	VCKFR	BZLNV	ÜEIZS	AGÜHW
ERZSX	XAMDY	FNAR W	CF-JRW	EIKYX	A HAR Ü
EDN, H	-GMOV	ÜSZE H	ÜBRSV	GENTQ	FAISQ
XD KSA	XD KSA	IVMAW	ÜPNDY	F, JPV	KCTUC
I X GLQ	SEAJC	WRDZK	MSZXB	ÜENSK	CEÖLC
LTCHA	CHÜQG	MWAIT	WP?JB	DMSAZ	GSADD
YSBIE	GPEAE	ÜRPAB	ÜQISW	C1XCW	PÜAIX
PYRBÜ	PFEJQ	VRB HJ	EOWNL	CMZOE	A KVRJ
QVTTL	JHHEF	PTFCH	NVDAJ	LZBXF	JWVXH
RSCÜP	DKIT XS	FIVQN	HMYWP	BÖXBS	KEWNS
FCBET	RAQJR	OXUXV	MJFTX	WNPMB	ZJCID
VKB KQ	TPGGB	KE MNV	WJÜSK	BLXPF	BNQDN
EPYJK	NSCGF	KCAWG	M XCQK	ÜEBI	HSGDG
ANZAR	GJQYO	RLÜYM	CWRZR	NIDGU	PGXIP
SYZKA	LDV MU	VRFFC	ÜLHAM	XIALY	YOTJK

Textul nr. 44 C pentru transmitere.

EUCMZ	BRAKV	CDQIT	FKXGR	ANVEO	PRFUJ
TQMDS	VLLPF	ZJQVD	YHXLB	SENDS	UCPFU
XAOHX	HMSWH	YJKLQ	JOWMA	GSYOC	FPXRE
ENYRG	BLQVI	ZOLBP	QMNDW	SKEFZ	UICHT
RGAJR	BLZEP	GMYHS	JPWJU	ISBLX	HTDNY
NGVKA	QIZMC	XKAOE	UNCRG	SOETI	ITQNB
ZGNIZ	VBPEV	TDOET	RFMCR	AKZXJ	CMWUH
DOVSF	BRZPD	WILKY	VHBIS	TJDGX	WLFEY
YHMCO	SPKAO				

Lecția a 45-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmitere la viteza de 10 grupe pe minut.

Textul nr. 45

BCGMT	FMTRB	YBFSM	CFSEM	FMSYC	NEAGT
BRYNG	CNVAG	HOVCD	DÖVAH	EUXZI	JUCZA
?DUXJ	LAUX	BIUVA	KDZSW	WZMSU	AKSWZ
EMSRW	SWUKC	FOYRM	LQAÜO	EOYOL	PELQO
ELOYU	EPGIQ	EGYC	FICEP	EPCEJ	IPOJA
DVÜZH	-YISN	EAGSN	NB H'S	FINSR	QZHNK
ZAÜKD	OZUKH	EANQD	ETEX K	BPWCI	AWCNK
LNDWU	QICUL	CVTLC	RBJOS	HÖSEA	APTRI
THBPE	ANGES				

Textul nr. 45 B

25783	51709	74286	40982	23791	89327	97415	57831	33407	12796
10426	96541	86520	75209	90365	38940	20679	61245	98530	80487
16274	52463	93648	85810	50897	13809	25703	63140	32510	16902
24180	51538	85726	80654	40536	80954	17592	70625	53217	62310
10586	27310	38725	69503	44785	74210	76314	47628	59516	23710
84107	19648	92538	10925	68539	63574	62930	50213	28118	27190
78538	96908	89652	35839	74360	35839	89625	96908	78538	63784
10435	21582	20572	65314	51478	70412	86324	10476	64823	56802
36207	96104	81130	57824	30417	67519	90680	30479	11970	97614
68455	12369	79850	84564	93641	75290				

Textul nr. 45 C pentru transmitere.

DVELG	GPUEF	FVEOD	DFXUL	FÜSLA	QNHCZ
AGNZQ	GYZAN	YDHÖZ	OEZW H	IPYAB	WSJCA
B,KMW	MJBWC	WEJMC	FSKX?	?RSXC	E.RSX
FESXR	~RKSX	ALTQY	GTYSŁ	TCSLY	FSTYL
GLSTY	CUNIH	IGNCH	HNÜCG	NCÜCK	FUCNE

CVKZM	ANZVK	VKMDE	KMVEU	VMUKE	AQPOD
PADQQ	AOATQ	APDQQ	BOPQA	CJESW	EBSWJ
WBJES	ZXAJS	JSEXC	BRTAE	TABIR	CRUUI
ERUUI	DSUJU				

Lecția a 46-a=2 ore. Fixarea vitezei de recepție și transmitere la viteza de 10 grupe pe minut.

Textul nr. 46

PYEXJ	QARSO	HCFBA	PCLEZ	MBZKW	SFQIU
ESNQH	MITUC	YAFKY	UWINT	AOHQA	LMWDC
GWCSO	DJOIY	PTCAJ	SRUAA	SBOVF	JEFUZ
GPABX	EJLS	CUHBE	HRKDE	DTJXE	ACPUM
.EGTS	XYNIO	ZXAEL	A-I0Z	UKRGS	MSYCH
LUGDT	QEZXT	CMFAV	YRHCW	BVZWP	USDKY
NOJUA	UDKPD	GNS?S	QAOKS	JWNER	XEKMG
QINER	HSODU	AFESQ	AMTCX	EGJNC	WBFSL
LRVGP	DSINC				

Textul nr. 46 B

39285	70342	45167	73601	92830	29106	45793	72605	64570	98510
27319	36473	73864	96230	70131	27801	48263	12541	56473	74120
99431	48702	52362	35568	16780	61578	84756	16290	20379	50419
80394	60289	51436	33725	17928	90582	64975	42657	36408	10728
91393	65834	81576	90745	30892	75694	31870	73965	87512	90321
79564	81390	58703	97235	31794	24965	96514	52738	10879	21470
13578	68295	48321	21450	84615	27938	94812	15370	32896	32946
46170	70269	89714	58213	43586	62805	60148	41206	76908	64537
50673	96761	67032	35810	60536	69592	57312	15096	62469	81364
20849	35102	60289	37403	70821	85678				

Textul nr. 46 C pentru transmitere.

AJNQY	UDHRL	JMGSE	GSBTE	MRUAH	QCSOC
YOKAY	TXAFN	QCJWS	KSLHA	URFK	CBOUQ
DFUCM	AZHWE	XKVFZ	YVINU	PVGIC	YV-RE
KGPXA	PVHBJ	YENXG	IRZCP	ALSJC	EZIOU
.WHDT	ALMAE	UTSBX	OWZEP	EBESG	DITCM
AYIBQ	FOODQ	?EDMK	ZECVO	CUNEW	UCPOL
AQFNS	CGNYC	WSTBT	UCLSW	ZKPEV	SIMXQ
HQXJE	DPHAS	WBSVI	RTGDJ	FXCRK	OVALM
RUSDN	OITAY				

Lecția a 47-a=2 ore. Lucru în sală pe perechi de elevi. Transmiterea și recepționarea de radiograme la viteza de 10 grupe pe minut.

Notă: se vor respecta indicațiile de la lecția a 40-a.

Textul nr. 47

RGDIW	GRDAU	EOMKX	YMYEV	YDXGY	CAWRA
RCETC	TEKWJ	VENZH	JTLIS	VIOJF	NDBNU
PFSEP	CHXHX	CAWRA	UJNJV	SYNSX	GXYPF
IUWND	EDYBE	KSXPB	SCHJZ	UJAEV	ELBNT
ANDPR	ZEXEY	DNWDL	FPNBV	HSPUT	EPGHY
JOKJR	YKNWG	UGE XI	SDKUD	DBMSB	TIZIZ
RGVGR	OETEO	MCVCM	WJPYE	KAWN K	MCNCV
HVYDE	FZMRG	PWTOI	BMCOS	VKAMU	TIVKX
JTZMC	ERVKA				

Textul nr. 47 B

26108	97305	72580	76138	94518	03726	50924	13469	18264	53749
72305	94581	27350	94810	27501	83946	35627	18946	03762	81496
92318	64018	27305	47105	76308	51492	83629	49618	35729	05467
27318	46358	72305	64015	92308	51674	83927	46918	10729	05946
83627	53792	18647	83724	15967	243C8	96015	92305	46108	01594
15037	50182	08134	38509	81037	26945	42761	69725	79364	94268
81037	79364	50189	03561	51056	10839	46275	27356	72948	64273
58146	18357	37496	83471	08514	92763	62905	52108	29640	79230
46195	18072	05469	51839	85167	40923	27640	81723	94635	80273
72015	29108	47923	24960	67243	08591	15837	81605	64537	49836

Textul nr. 47 C pentru transmitere.

TECW	KCVUI	RGPCY	TJNEW	OEGFY	LBBXE
AREFS	WOKUO	AJFAI	DZGTB	IFBJJ	KYQYR
GEZCK	IWE MV	BSMFV	BYXKE	RGZNP	OEVPF
JPHAY	QMHS	IODGZ	SGKVD	JNCRX	JYEUQ
EBDXE	OJMFV	SAODY	ZHLVF	PECAM	IMBPV
VCDGX	REJWC	IPXGT	BSKER	JKENX	HWDEC
GFKOD	ONTZE	ONTZE	GEKOD	HWDEU	JKENX
SHWME	PFXOH	HOAR -	PEIYD	KAAMV	JWFTY
YMAFV	EVINC				

Lecția a 48-a=2 ore. Lucrul în sală pe perechi de elevi la viteza de 10 grupă pe minut. Transmitere și recepționare de radiograme.

Textul nr. 48

QQWLX	AVDCE	KLMNO	EFGLI	RSTUV	XZWVV
JDCBA	PRXZQ	FGHJZ	VUTSR	GLIJK	KHMNO
ABCDE	YJWZX	JIHAB	CDEGF	VUTSR	FGHIJ
PRSTU	LMNOP	FEDCB	VXZVY	WQVUT	PONNL
KLPON	NWDIX	KLKMW	SVXZN	YANOP	AMBOD
RFCHI	JSTUV	ABCDE	ZIHFG	UTSRP	ONMLK
EDCBJ	FGHY	XUQWN	JKLMJ	OPRTS	LKJTH
KLMNO	WVQVO	JYRGF	EDXZY	RSRDC	PRCTU
GESPO	OVEBS				

Textul nr. 48 B

19537	93571	71935	53791	51793	02684	48025	86204	64802	82610
31795	95731	71359	53791	15937	02864	68402	72840	2748	08462
17092	73915	53719	19573	73195	02647	60472	72640	64702	72046
89153	53891	81935	38591	81539	02846	40268	72840	60482	02864
73015	51793	93517	51793	73591	04268	64280	62804	82046	04628
73826	71648	35862	19480	93026	84517	26357	04719	95302	40195
95084	31260	59628	91648	37028	64159	02537	40713	84957	26317
39720	91647	15726	73604	95026	74731	72195	40739	02537	64175
81023	19684	53628	91408	39028	46815	69325	04819	82530	93643
15046	82517	40935	39642	91042	68735	80517	17628	93640	28739

Textul nr. 48 C pentru transmitere.

QWFHG	BATUV	YXUTH	XZQYM	ZVIJK	LMNOP
VXTSR	GPONM	RZYQM	EDCDA	SRPON	YJKLM
WXAGF	ABCBE	RSTUV	XZYMQ	FGHYJ	EDPBA
NOCRS	MLKJI	TUVXZ	ABCDE	ZQWQL	CZPON
HGFEA	BCDVX	MEKCD	KJIKL	EGHTC	YQOAB
VFDOR	MYIGS	EPAJX	ZATNO	CARZH	IYDEP
ERBMK	NWJHT	GSCNL	ZJVER	DBWYI	XGEPA
OQKIO	ZHLRB	ECDQJ	QKFGS		

Lecția a 49-a=2 ore. Lucru în sală între elevi la viteza de 10 grupe pe minut. Transmitere și recepționări de radiograme.

Textul nr. 49

LÜ, NE	JNQCI	ICSQA	USNJE	YTOGD	GRAHS
YTCHQ	BHUPZ	LEHRC	BJPYE	'GIMQ	OQÜKD
IDNUY	CDGMU	AWCJM	ESEIQ	AVALR	RKCXA
YVPZF	ZCKSV	?XSBH	XMASA	ELESV	FQEJS
XKBSD	YFGOZ	ZQVBM	CXMAT	WENS-	WZRLD
QTMEU	HACEO,	.QJDQ	ALEKU	WNL,A	GXSdj
WCOÜL	SANBR	CVUBL	ÜCXNC	IPVAF	ZIFPU
FIPUY	PHSYA	ARCHV	TFKPQ	ZTDGP	LTNMG
EESGK	SEWKG				

Textul nr. 49 B

71294	14297	91274	74912	21749	56380	03685	58036	63805	08536
12749	91427	74291	41279	92174	60853	03568	56083	83665	65038
72491	19724	72419	41927	92714	65803	63058	08536	83560	65380
41720	02417	41702	02714	71420	58396	36985	58693	92685	53896
17024	42701	10427	47021	13704	59783	68395	58596	62895	85936

Textul nr. 49 C pentru transmitere.

ETLIC	SMHMI	EZTOZ	GRCZE	CIRAE	ZVAMK
BZGNG	VICNQ	-OJD	PEXIF	KMGAU	SPAU
FMWEA	ÜGJVVW	BHS?Q	HPYDZ	PQSIC	OFRWE
KRAZL	IENTÜ	DISXC	EXOJG	QKES	UPEJC
WRMPY	ÖTSGE	ROOLE	ELTAP	BWSOB	VSGIC
WSGCU	KTEAN	AVUJC	ALOTA	VSLFÜ	WSNLA
HMOYF	XVRZB	AXRKC	HQUMD	QXMIA	JXSAD
XDIPY	CEGPX	VSDNC	BHOCS	CVÖLB	USHAD
PYTFK					

Lecția a 50-a=2 ore. Creșterea vitezei de recepție la 12 grupe pe minut. Creșterea vitezei de transmitere la 12 grupe pe minut.

Textul nr. 50

KZDAR	MÜVPR	RAWPS	ÜEYVY	SLYAH	OZCTG
JGEÜR	IXTCE	EHTOC	SDLGF	WMKES	IQXHD
CJPES	MQZFC	ÜNISB	CVIRD	NESOO	WPKCB
NJEAF	O.NIL	BASPA	OBWYJ	ÜL-SM	JDCRT
AOXSE	YFGCV	BQ,DL	CYAUG	CZNSF	HBCTZ
BADQN	EYM?I	OCQSC	HLWEJ	WRZIB	JRKXA
MÜCÖS	DXZVI	HXSÜK	VÜGEO	PZFWB	TFEEQG
DNMEA	FKZQR	LWTUD	SEVSH	AYPCÜ	XRQÜF
YSAHN	JNEVL				

Textul nr. 50 B

05312	38014	80369	36587	63802	17495	49120	127745	52976	67490
80539	06591	60837	35584	50381	27496	12790	42915	24783	47621
30916	53619	85367	30584	58039	27146	19276	42190	07428	24537
28694	36580	68034	69450	88967	12405	27143	71025	42716	17503
95361	59106	38691	83954	96831	27045	70216	04726	42738	07428
49085	97638	74580	12036	49563	80217	58749	36912	05142	36712
74608	78306	91560	79035	49650	38127	68412	83742	59142	53921
91653	42835	19085	27630	14658	03927	58419	36724	60197	80724
50382	71936	02586	14369	20583	96714	85027	93417	58024	69417

Textul nr. 50 C pentru transmitere.

YEQQM	KACSE	AYNHC	DÜCGZ	CYPHB	WEWLV
ÜHWBJ	XRD.I	VOANP	CBÜSI	ZGXTS	WREQI
FOPMC	WSILE	IETOM	CL-ZG	AGEXA	FZXUM
JEYSH	IOAWÜ	FNACP	ÜRTAL	LSBQT	VYDJG
FCSXC	MTFEV	AQNOI	AEM!P	FRCDN	TEZKV
DÜOIH	SJISG	GÖZDY	WLCSH	CJAKL	RTMOP
WBİYM	SAXÜR	APCLV	SBCRF	IC?XE	HD,WE
JÜZKC	KNPEZ	HODWE	VQASY	AXBSO	TUCSG
NRQBO	RAVSM				

Lecția a 51-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmitere la 12 grupe pe minut.

Textul nr. 51

SDFTD	LANIS	CHSYR	JMDUZ	FLPTB	SXPTB
SXHKC	VAKOA	QEAJK	BGTKC	QCEGV	ZXJAY
EQGMR	ZGNWL	PEBLH	WMER-	AJODV	JNEYC
FTIMC	CXOEP	UDWIE	ÜCAHS	VÜXPW	EDSUX
CIXR	ÖSDPQ	ZÜFAW	AGMSE	EJSBW	CSHAC
OTLWB	.FNRA	EUSA!	YVIRZ	WTJFU	AGTYE
CIREW	QLVDG	CENQH	ÜYTBV	JPYCÜ	YZESK
ZJPFW	ÜKAUQ	YKPJO	CSKHA	BOLFV	NIRAH
SLÖDM	XCNST	PBGOS			

Textul nr. 51 B

92301	FUONW	CRSX A	02798	74130	46536
KUXBL	ZVJSE	JNCZS	36720	ÜBKYM	O CYAR
WFGUR	VSAHL	81607	07582	JCTQÜ	I7289
73851	ACEIP	WTKEU	03642	03615	AREZP
96230	AXPEC	90345	28049	35648	DYLHS
GCJV M	91402	BE MFC	90345	WDFSN	MGYTA
26508	ÖÜZHT	PIDÜX	51489	47106	VQHSB
IEQAL	15469	EIQKO	GCSDN	82753	18540
24905	16375				

Textul nr. 51 C pentru transmitere.

MEHVS	RIGTN	QA KUD	ÖCHTY	DIRBC	SJYUF
ÜBNWP	A KÖXH	WSAJT	QFJSW	EMPIZ	HÜLXS
SLVCY	ETJCA	A ! CXN	ÄZSEQ	ÜDGSP	EOGCR
CKAGP	CENÜX	JSAYA	V - NGO	ZBWIÜ	RAELZ
EPVHK	DHTBF	M XAEÜ	COZOS	ULSU	ÜDLÖ
LYEPZ	XERDS	EFNYB	KRDVQ	WLZAJ	SIQDE
YGBSO	ACJÜX	MFUCW	WBCML	VPLQI	KTFPV
ÜCKAM	GSNAE	CTCLR	ÜPANZ	VCJEM	WHTFY
XISBK	SAFUQ				

Lecția a 52-a=2 ore. Antrenament de creșterea vitezei de transmitere și recepție la 12 grupe pe minut.

Textul nr. 52

KPESZ	CBTWG	15062	AVJSD	NSAGZ	HR XEC
42386	13807	KVCQR	CLFSM	62847	EOSAN
96240	97385	CLBPY	36172	70491	61857
ATYOD	91526	04783	XLOFZ	TCQVO	46258

73918	73918	QKASX	FAMWÜ	47135	CGSCE
JQBMS	80426	ESQCW	UHDRA	52470	76514
VKEQT	01582	91735	EKESC	H X APJ	51603
09738	MZIO K	PFGSX	MÜBRD	N J HWL	49305
20679	51486				

Textul nr. 52 B

58137	LSAHV	35827	UDPIX	37041	29465
HQBVS	04185	TJJCQ	NSDEW	CE XPA	57163
90246	82079	71806	28075	96154	YKBMO
60471	GMAYT	EOIQK	PZEAR	RGFQU	ZQFQU
ZCNJS	03962	IECAP	RCAOX	VZESJ	CMBEF
NSDGC	XLOBK	HUZOT	AXRCS	05268	ÜKEWT
HLDYS	89172	EQILA	95148	24036	86453
02637	59034	60315	VJGMC	WNÖFU	02849
93601	03926	29104			

Textul nr. 52 C pentru transmitere.

BCDEJ	LMNOÜ	ÜXQDA	KQRNE	AJCQW	BRDZW
LJP MF	ZVYCB	KLMNT	ABCDI	QABC H	JKLMS
XÜWBC	ÖHMLG	CSEXY	DWFVZ	QGNJH	VTZAD
JIKLR	WQABG	YMQAF	HJJKP	STUVQ	MFOKI
EPGÜX	FOHTV	NESIJ	RSTEW	GHJO	ZXWQE
XZYMD	FGHIN	PRESTY	PDTHK	GNISÜ	HMJRT
RCUGL	OPRSZ	EFGHM	VXZCY	ZVXZB	DEFGL
NÖPR X	SBVFM	ILKPS	XKLÖR	TAXEN	MNOPV
CDEFK	TUVXA				

Lecția a 53-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmitere la 12 grupe pe minut.

Textul nr. 53

59130	20664	AEMHV	62495	AÖÖGW	UPS BV
08627	RBI XÖ	98130	SDNF W	XCMES	86592
ÜZKAE	83957	QFMYÜ	E HACN	ÜCL KY	37108
79526	THPCQ	61480	36297	94207	RHZAI
CSMDT	81653	LGTEQ	57013	YVNCO	85103
ÜZCPI	CSXBG	63821	PJAWK	92674	72039
73189	46147	VETLR	IQBDA	ÜISCZ	XDN GA
83027	R1SDL	65107	69238	VJPFU	65156
46125	EOF KY				

Textul nr. 53 B

LHASV	86250	58140	72630	40192	35468
54159	RAYCO	45169	LB X CK	NDSCG	97028
SZCII	17406	MVJCG	SHLYD	BSHQV	WNOÜF
CFMEB	OKQIE	ATYGM	RÜGFW	LAQE I	XÜDIP

OE KTW	PIECA	RAYCO	THOO	ESJVZ	NSFDW
29630	A XSRC	72853	36175	MY KBÜ	63042
10639	95820	PZERA	57082	60817	ÜQTCI
51306	43095	73185	62930	64209	27198
56398	14037				

Textul nr. 53 C pentru transmitere.

07142	18327	26140	73568	54839	06217	40129	83759	59038	38695
56948	78236	09142	98730	26439	80175	46521	57638	04915	30127
56148	89235	96140	15637	24506	38719	29840	72538	17640	09273
90164	28743	58149	96530	73618	04529	71438	27603	51906	78325
58247	18260	98236	49138	20765	19483	27065	04517	75319	30619

Lecția a 54-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmitere la viteza de 12 grupe pe minut.

Textul nr. 54

27385	41309	GOATJ	03865	WCKOV	ÜIPBY
95231	XFKZP	16492	58206	HVRCA	IUWVD
ASZIM	LPMKB	J XCSE	GTNOD	QECWF	84629
EJSWS	TGRYE	QCLBY	THODE	40692	KXAGB
42658	20639	FSN HW	17460	52793	UDJNL
RACES	45092	59826	UNEAQ	71390	64829
LI MZÜ	74286	96254	FAVLR	70163	CPCMS
91538	OEXBS	10573	83510	71539	45013
YZA HÜ	74193				

Textul nr. 54 B

02763	PIECA	SHLYD	98415	57361	24905
XÜDIP	84653	15837	SZCNJ	ESJVZ	98271
94082	THZUO	18450	35728	80562	91063
OQTCJ	LB XÜK	36564	28570	CEPAX	ATYGM
NDSCG	OKQIE	NSFDW	03269	81603	74031
89702	L HASV	PZERA	54309	96451	LAQEJ
CF MEB	51630	RÜGEW	A XSRC	WNÖVF	RAYCO
24630	20419	B SHQV	60174	MVJCG	ÜE KTW
MY KBÜ	10329				

Textul nr. 54 C pentru transmitere.

95617	SPYLC	73081	48203	QT KWA	PNSCÜ
SFIZD	27508	BLQMC	92543	PCKRD	TEGYS
31608	PBVJY	ZRDYX	BÜÖYF	XGEAM	92478
OAG HA	NEWEH	VAMLR	15378	EX MSÜ	QTÜBI
ECÜR X	06724	KZFCV	GKBZV	61948	ESTYO
WAJCE	04276	CJÜSO	DLWQO	83516	92305
SIFCN	KHANC	35296	95243	72859	16497
I8543	39240	16497	43069	71405	20836
04832	81693				

Lecția a 55-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmisie la viteza de 12 grupă pe minut.

Textul nr. 55

SOCMZ	UMAKV	HKBIT	WINDGR	YGVEO	AKFRL
CMZTI	QOEYV	GR MZF	ITOWD	ZIZIT	RGVGR
XETOE	MCVCM	KAQAK	EWPJK	EWNHQ	IXIGU
DÜKOS	BSMBP	QFYBL	ZDWND	VBNPF	THPSH
RJ KDJ	QHEPF	ZJCHA	VLAJU	TNBLX	RPDHY
JOPYC	SHNQE	PPQ XG	DNWOI	BL KSK	LBYBL
NDUDN	PFSFP	XHTHX	QJWJU	AR HAO	CTLCR
V KETQ	NZNFV	FYOIV	SILTI	NAORG	XCMDE
WEQMC	YX KGA	BJAKB	DLWIA	GNZGR	FPVEO
QSTOM	BIAVE	TKCZG	VMFWI	ZOGAW	QRTCU
NB KVI	PDJTM	SFIRA	UHWCV	YVZMZ	XAUEO
XCPGR	WENIT	XGIKR	SICMD	OWEVX	MZCCP
KVAAK	ITFWI	ZRHZG	WRUDN	HOXEP	EMYHS
CKQJI	LDXNF	YPHBS	HNFQJ	ULDYH	AJDYH
QXYNY	TGQPQ	RE KSB	OCIUA	THKLJ	VFNJU
QDOHS	ZBZFP	VSGYH	LHABL	NYDDQ.	

Textul nr. 55 B

ADTYV	61758	97038	01582	NGSAZ	H XREC
UARDH	80426	97385	UFANW	VMZKO	71940
52479	UCYSA	VTEKQ	09261	AVDSJ	EOESK
81526	ALMBS	30172	62847	HNJWL	DMURB
94305	91735	PCLBY	SIUMB	24069	47135
73819	GWÜBT	CMSFL	PF XSG	65341	46258
HJPA X	KPESZ	SEQWC	03478	42386	CECSG
NEÖSA	07429	15684	19036	20967	QKCVR
XLFZU	51062	48726	KWAZV	18549	MJIEW
91583	14507	URSXC	30716	OCZQX	51749
27396	ÜAGUD	60532	17503	60482	64127
31709	CRÜYE	LN XOD	APSSH	LATCI	30846
HACDS	13860	02459	XBOMH	29571	VBYJM
18963	PSLDN	IQZDC	46972	85203	58293
GLPEA	NGVED	KAJPU	19480	EVÜZO	HFQKA
5673	CB KTI	46902	BMLGT	OJRES	WIQTE
FSFCN	24507	FRMSY	89315		

Textul nr. 55 C pentru transmitere.

13829	40576	85476	67813	40923	21870	43865	85467	50073	89201
89206	61475	23652	15838	27109	20410	40378	38569	62475	75201
15920	43670	97452	62503	90817	59102	78564	96547	14830	23109
20431	69213	91358	34530	12769	36990	56417	72453	08135	80197
81923	97318	60548	14290	70296	28754	81534	53814	28398	53867

13806	68510	20548	50278	91317	20659	93714	07293	13470	78304
12479	81290	79281	57413	35807	90616	87854	15269	50191	25160
59274	56692	32910	14375	96567	20648	91463	41367	42396	87454
72823	89104	75283	31650	86659	60634	80912	69821	54837	92170
60437	58436	59738	23486	41920	91725.				

Lecția a 56-a=2 ore. Antrenament pentru creșterea vitezei de recepție și transmitere la viteza de 12 grupă pe minut.

Textul nr. 56

WLTCI	LKIHR	TSRPO	DINVY	LDOX	YTNIID
EJOVW	QSLGB	BÜWMU	EHZBI	QSHID	CEDFG
VJZUY	EXMXW	NDVZQ	WVOJE	EXMXW	VRKFA
AGYLQ	KTWAJ	YTMFA	PORNM	NMLXJ	CHOVY
OKFBT	ZSMHI	DTNTQ	WYPHN	CXWNI	NVQCI
ZPKGD	TOWXS	IHGFE	BGNTQ	RNJEH	XRLGB
CÖMSZ	QJOIE	DHZOS	NSXDG	XOJEP	QWYJE
DCBAX	AFRSA	SPMIY	WPKRF	BGMLR	ZMXMJ
ERZYP	OXEWE	LRABC	ÜTNÖN	KLÜMY	JHIST
SRSRN	GPÖNM	QHGFE	AMNIP	ZSRPO	DJIHG
EFGHI	DNMPW	VYREG	AFSRÜ	YMPÖF	ELKJI
WDCBA	BRSTÜ	XNMLK	JFEDC	KLMNO	EILRQ
XWPRF	BEKPV	YZNMD	CAGFE	YQMYZ	DVZYX
VJIHG	PBAQV	FQBYI	ZAWKR	CJLWW	XNQUA
RHXÖV	VSEAT	GÜZDÖ	TBWXS	MÜXICI	LCXBJ
SZBTQ	JAXAC	KFYVN	TQEÜB	KCZDV	OVBJI
DCBZM	CBAJF	ÜQTRN	ZXLBD		

Textul nr. 56 B

OPRAT	EFGHI	VEDCB	GHIIK	YQWZK	ABCDE
LKMNÖ	FXZQY	RSTUV	LKH	KLMNO	ABCDE
QYWÜT	ABVDE	KLMNO	EFGHI	QYWZX	PONNI
JIHFG	WVQVÜ	H HJIG	ÜTSRP	KLPÖN	JIHBA
RSTUV	VÜTSR	LMNOP	AABCD	J KLMN	UVXZY
GFEDC	XZQWY	QMNPÖ	PRSTÜ	FGHIJ	PRYZQ
GFHIJ	SVXZW	FGHIJ	PRSTÖ	TSRPO	EDCBA
KKLMN	VÜTSR	JDCBA	XZVQY	CDEFG	MQWYX
ONMIK	EDCBA	MNÖPR	EDEFG	TÖVYZ	SRPON
QWFHG	EDCBA	MLKJI	YWQAB	JHIKL	EFGHI
ZYWQA	VXZYM	ABCDE	IJLKM	BATÜV	XZYQW
NOPRS	FGHTÖ	QABCÖ	OPRST	GHIIK	MNOPR
ZYWQI	VXNGF	YQYTS	RPÖNM	EDCBA	KJIKL
STÜVX	SJBÜL	EFGHI	ÜZPÖN	ABCDE	ÜXZQW
VATSR	FGHIJ	NLKCD	J KLMN	ZYWQA	HGFEA
RSTÜV	ZVIJK	LMNOP	XZYWQ	ACDVX	BCDEF
GTMZV	AÜXCV	QKTYR	ZLEPT		

Textul nr. 56 C pentru transmitere.

84715	ECTAL	95419	TGLMB	51398	25407
SFRJU	60831	SÜCAH	61703	XQZCÖ	HSSPA
CDZQI	AKQFH	20946	37651	OZUVE	AEPLG
DO XNL	UXSRÜ	VZAWK	EYURC	NDLSP	PÖJAÖ
YSWRS	NCFSY	UEVGN	MJYBV	DÜGAÖ	WEJIM
70541	28406	HMOBX	30258	ETQIW	ITKBC
27964	64803	30571	38519	94581	32506
09713	36981	08491	58392	17592	72146
69372	62748	51739	HÖTDE	14793	74170
ENUAQ	RNPXÜ	RGTYE	92573	QÜRVC	91856
31709	AZUYH	95492	XOEBS	J XSEC	84936
WEJSS	46298	PM CSC	60239	46258	93206
80626	RCEAS	45092	53810	ÜIBYP	74160
02856	UIWVD	X KZPE	10548	VHCRA	JDÖNL
26954	47826	IUZML	AOTGY	71503	QECWF
CYQLB	61073	FN HSW	XÜAGK	04592	72103
LMKBP	TDGON	92537	ZSAIM		

Lecția a 57-a=2 ore. Fixarea vitezei de recepție și transmitere la viteza de 12 grupe pe minut.

Textul nr. 57

QOJEP	SWYZF	YCBAX	DFRSA	APMIQ	WP KFA
BGLRS	ZMMJF	ER XPR	OXYEF	ZPLGB	TÜEWX
IGHFE	BGPTZ	RNJEÀ	XRLGB	CÜMSZ	X HOID
DYZOS	NSYDG	YR MFA	PÖRNÖ	NML KJ	GHQUX
OKFBT	ZDMHC	DINTQ	WTPHC	CKRN M	MVQLH
QSHID	CKYNT	VXZÜQ	EJ MXV	NDVZX	WÜÖJE
FKPVQ	VR KFA	CEDFG	KTWAV	WTE HC	AGQEJ
TSRPO	DINÜQ	LGKVX	QTNIÖ	EJOVW	ISLGB
EKILA	LHZBI	YZXVR	FEDCG	WQZBY	XVÜTD
DCBAÖ	TJIQW	HINLK	CNJY	SBAVA	YMYUV
BAYWL	JIHFG	VXYZZ	GMOXZ	HGFEX	VLKBA
QWQZC	TO HEC	JKSTU	STÜVX	EFDCX	NML KE
RSTÜX	DCBAB	HMPVX	L KJY	FLPVY	WRFD
ILRYV	LN MOP	SRIOD	MNO PV	GGFEY	ZNMDC
PÖNMA	WPFE	ESRÜW	QRLGB	JIÖST	SRSKH
FGHÜJ	JINGE	KIN MI	ÜTAOQ	L KIB K	GYAZD
CQESV	HDECS	PCRVA	FDLMN		

Textul nr. 57 B

EYRG T	29504	60392	DVWUI	85264	93602
EDÖ HT	07461	37825	ESCXJ	29540	LNJDU
62895	VUKCQ	09317	MIZSA	ÜHAZY	92846
YBPIÖ	68247	45269	SECAR	ACRVH	SMCPC
BLOQY	FWECQ	JTAOG	WHNSF	SVSJE	XPNRU
QAENÖ	SB XEO	NÖDTG	36107	PZ KFX	83519
37105	B K MPL	39147	01538	29045	07641
KGDAX	81054	93517	37295	60285	LMZDI
30721	63849	79164	XRCEU	42706	CIBLQ
61835	59230	MIPET	03469	DZISE	20483
71956	VPBJY	03924	57104	81730	NAKCH
82750	80316	M X GEA	W KAQT	DCNSP	54183
82947	90137	SÜCJO	VGLBZ	45618	IBQ TU
02236	X RZDI	JUBOF	78153	ZFKCV	61247
DSEM X	ECJWA	AHDAG	ODLWQ	86194	39254
82759	04627	NISFC	CKPDR	YTESO	RLVAM
ENFW H	SYPLU	63529	38169		

Textul nr. 57 C pentru transmitere.

96232	10423	92074	14953	82647	56917	50741	37865	13429	62354
71365	97610	80786	41705	74519	15809	25730	49102	80356	42539
85397	30394	30194	54867	62107	10539	72065	81536	82190	64203
38491	85130	26799	18450	63874	87240	50276	95738	86279	54720
71328	70495	78910	50438	34638	47562	19083	21903	74586	97562

Lecția a 58-a=2 ore. Lucrul în sală pe perechi de elevi. Recepția și transmiterea de radiograme la viteză de 12 grupe pe minut.

Textul nr. 58

ACDH I	KMOGT	ZNVZQ	YÜSPN	J HFDE	CQ Y XS
ACEGI	KMPDE	PNJLH	XYWTY	WQUS	GI K NO
VZACE	KMORT	ACEGP	RTVZY	CEGIK	MOPNL
FDBRT	RTVZW	ZWSUR	TSPML	DBWYX	NKJHF
Y XÜSI	ACEGP	PWZTR	EDFHJ	INECA	OMKIG
SEFGY	ECAHJ	NPOMF	DTHML	SUXWQ	IGECA
VFRÖM	QAXYW	JINPSU	SEFGY	EDCPA	ÜROKN
CAQCV	MKIGE	ZVTRO	SÜFHY	LWPSU	XQBDK
J HLMP	YZVZR				

Textul nr. 58 B

IHOYZ	ÜY XZY	QWZYV	KLMNO	FEDCB	JIHGA
ÜTSRP	ABCDY	OPRST	N KLMJ	EFGHI	FGHIJ
BCDEF	YJIGH	ÜTSRP	QWZNV	KL MAY	VZVTA
ABCDE	QWXOS	JKLMN	XÜTSO	WZXUV	MOPLK

JIZGF	ABCDE	RSTYN	DCBAQ	YWQZV	PRONM
STOVX	GEEDC	PNMLK	FGHIJ	VOTSO	ZQYWX
ABCDE	ZWYQR	LKJTH	PMHOR	CBAZL	QXYVU
JIJ KW	YMCEB	KQGDA	SRPNO	TUVXZ	LFHQQ
MNOPR	HGFED	NDMRP	DCFEH	TOZVX	SPRON
WQABC	DEFGH	MLNJI	WYQBA	GRIJL	EFGHI
ZYWQA	VXZYW	HGFEA	IJKLM	KLQYE	ZYVUT
ONPRS	CBTAU	QABCD	CPRST	UVZXQ	MNOPR
YW XUQ	GKINF	PRVOS	NTMIJ	EDCBA	EPOKL
STUVX	SJBÖY	EFGHI	ABCDE	QYWZX	BAIJK
LPONM	VUTSR	LGICD	ILKMN	ZYWQA	XZYWV
DCBAR	STEFG	HIJ KL	PONML	UTSVX	BCDEF
UFXGQ	JSCNZ	VMAST	RFHSI		

Textul nr. 58 C pentru transmitere.

SPKLI	MFVBS	XPRON	LGFED	BZ XVO	AXYUT
KFEDC	YPONM	NEXAT	ROLKY	TRJMH	LÜGCR
ZSRPO	MHGFE	CYZXV	DWYZX	N1HGF	YTSRP
KHTDP	OSING	VT HOF	JISEN	WÜTSR	OHIHG
EQWYZ	FAQWY	PKJH	QYTOS	IKOFM	XÜGPE
ZVEWD	HJNGQ	DAZTV	RLJI	GBAQW	HCBAQ
SMLKJ	CNWUX	GLMHO	YXESC	WZDRB	FMPIL
DAZTV	TNMLK	IDCBA	JEDCB	OONML	ADQXU
ENRQK	QWCJA	CWFAV	BQPRU	AXRGS	JCAKH
OQBZW	PQAYJ	LEYJZ	DVS HR	EXOST	FZEBX
IÜDCZ	HTNTM	GSTIP	NJQLW	ATKBV	BÜLCX
PIW MY	JOÖJN	KPMUO	KRCDY	ÖNB EW	NMLVK
MLVKL	SAYNQ	CVMDZ	DXNEY	RGZÖF	PIXLJ
RJ K XI	SKAFQ	ÜHSJG	TGZMH	ÖFXPG	EZO FW
FZÖFW	MDVRE	VEXNF	XFIYET	GQR HA	KBÜSD
ZCWOD	YDHQC	HWSIT	IATÖC	WAQPS	QBGWA
ZWCJO	ÜZYBQ	WDBRQ	MÖRZQ		

Lecția a 59-a=2 ore. Lucrul în sală pe perechi de elevi. Recepția și transmiterea de radiograme la viteză de 12 grupe pe minut

Textul nr. 59

DWBÜ1	EYAVJ	CYCTH	BZDSG	AXFRF	FRJPE
GSIOD	HTHNC	JVELA	IÜGMB	NOLWZ	OPLKQW
MNPYQ	LMOZX	KLMXY	KLMXY	RHÜJS	SITKV
ÜKRGT	TJSHÜ	YEQBL	WFVAK	ZDWCM	XCYDN
VBZEO	QAXEP	AZESB	TYJMA	YMQGD	XQÖHC
ÜVPIH	ZXÜFI	BÜKNF	ETEXF	ISAZE	MRBYJ
JPGVK	FOLRM	VMTDH	CNRIL	GISKT	DJ XES
KHMÖR	NGHÖP	PRCWÖ	SADQX	RBITZ	OCNPY
NEVCQ	LDTLW	GQAZD	EWBXJ	CYDVP	AZCUX
WKTAV	QLWBÜ	BXF7V	ÖVFEY	FÜGWJ	HTIQC

RSMOB	ORLPH	MPKRN	KOHSC	JINBW
LMOKT	NKPLM	PSR MG	SIDNA	VGTJS
ZFWIL	WEQHF	RUTK	DUYGZ	YBXEK
QAVDE	SJKUL	MEPOG	IAUKC	ATBCV
BUADX	FYZHQ	JBTL D	NFOPH	CVQE Z
KCSME	OGNRI	DXMFY	HQVJB	LDRNF
YUGRM	OWZCK	EXWAR	HBQRZ	GWXIA

Textul nr. 59 B pentru transmitere

NEYHF	DZALI	SMYPO	OFZVS	LGXZU	DNQMK
C0XB1	ARWGP	JXZMU	CTETR	HFQNJ	XUEOG
DYQMK	NLUZT	LROBR	TJHCB	PRFEK	QBGRQ
EFSZM	UXBHP	UXGLC	SIBXB	XJOXM	AMIÖV
WLCMT	NIUXT	RJXRH	GÜTNM	KBQKJ	PIWGD
FSFSW	HOALV	IVYON	BPQHP	EVPCJ	VZVYS
YCOVJ	SPJLP	MKS MF	CAVIB	WZAOU	ONFXL
KIMWY	RVHJS	CDIDH	QMHNÜ	ZKCSÜ	THAZQ
RFBYA	DEC DI	CIYFC	ACWHK	TMKJ1	ICDBO
VXYBR	KWITE	NEVIG	HORFG	TIZPS	VZAQR
QHUAS	BFLSI	SKNUQ	JTPRN	YFALP	AYHDÖ
AVDRI	CTNGA	CRMÜS	EQKVM	ZGODM	VEYRA
YVKWZ	QKVNR	VAWAF	OZVCN	JÖFRP	ÜGPID
BZXGO	DWJEÖ	UXBWR	DTLOH	IHEHY	ICJSP
WÖBMO	NSÖWM	IGMAR	AGXEI	DWEQI	GSZLI
BÖMXS	BXCEP	ÜBYLH	WLPBJ	ZXFPQ	XFKHT
KITMN	BRPJH	JVSNA	ECQVC		

Textul nr. 59 pentru transmitere.

OPRST	LKYH	KLMNO	WVYVÜ	IJNGF	EDXZY
PSCDC	KRSTÜ	GFCPO	ÜVEBA	EFGHI	BSTÜV
ANCDE	J1HFG	ÜTSRP	ÖNMLK	EDCBE	FGHIJ
ZXQWX	JKE MN	FEDCB	VXLWQ	WYVÖT	PINME
KLPO N	NWQYX	KKEMW	SVXZN	YMNOP	AA BCD
GHIJR	CLMOJ	ABCNQ	OJWDA	JINZY	BCDEF
XVÜTS	EFGHI	OPRST	KEMNO	PWQWL	ÜABCD
SKLMN	REFGL	GRSTÜ	VXZMY	LJD CB	OPRXZ
EFGHI	XVÜTS	IJKMN	ABCNE	TÖVFZ	KLMDÖ
CDELG	IJKC	RSHUL	WQABJ	CHIJG	IPRSY
QABCD	HTÖE X	IKLMN	CÖDEM	DVXZY	MQABZ
GAÜG	ÖPRSD	ZYVNO	EFGHL	KJITD	CRSGB
PBAMY	HIJÜG	YWYHZ	EABMN	ANÜGP	QLKPO
DENZY	XZYAC	QWVJK	NMIXH	SRABC	OPRST
ÜVXZV	DEFXZ	NMIXH	GFEYQ	LMNBA	ÜUGSB
YTVAH	IQS BX	ONMQV	XERAC	THLPÜ	FKVCN
JWRÜC	PICZT	KFQRÜ	BDAÖZ		

Lecția a 60-a=2 ore. Lucrul în sală. Stabilirea de legături bilaterale și trafic de radioamatori între elevi, folosind codul de prescurtări al radioamatorilor. Completarea documentelor aflate la stația de radioamatori.

N o t ā : Instructorul va explica în cîteva cuvinte elevilor ce au de făcut, după care va repartiza indicative fictive de radioamator fiecărui. Pentru ușurarea activității elevilor va scrie pe tablă, în mod vizibil chiar de la distanță, un model de trafic între radioamatori, în telegrafie.

La lecții de acest fel se va distribui elevilor cîte o foaie din documentele de lucru aflate la stația unui radioamator.

Pentru a-i învăța pe elevi completarea corectă a documentelor, va explica în mod concret pe formulare sau pe tablă cum se face această operație.

Lecția a 61-a. Antrenament pentru darea lucrării de control pentru recepția și transmiterea radiogramelor la viteza de 12 grupe pe minut.

Textul nr. 61 A

QJ XOC	YHSME	EOMJV	CMZLT	AKVNR	XFVPÖ
YHSGR	QJUIT	GHRDZ	ITBFW	DNCMZ	BLAJV
WITSH	ZGRÜJ	YEOXI	ÜDNAK	YFCPM	YHSEO
AKZNF	CMYPD	BIVYR	QKZNF	ZHTIV	VEORH
TCMTY	BLXMS	DNYKO	XGSNF	WIVQD	KAZLB
JUAEQ	HCGSY	FPQIX	WITHS	ZGREP	HFPVK
YHSTI	AKYMU	CMBLX	EODNW	DNQRC	BLWME
QIUOG	ZFRDG	VEOBL	ÜDNSI	XGPDN	WITFP
AKUHS	BLÜKA	WHRSO	EOTUZ	CSONO	ANGHI
OJABC	YCIQW	TJSTU	VALMN	CHOXZ	HSOQA
DHACD	JFPMS	MYVLB	QKTND	BARPF	ZARPA
BLITC	DNKVE	VPGHM	ONGTU	WHSUV	VWPLM
ZQLKW	FMVXY	XJLXO	PLDEF	BPJKL	DRPRS
DEFVP	BQMJD	YIGRN	XGIJK	UIORP	QEVTZ
AYSOE	LWÜMC	NZXKA	QXEFE	GKZYQ	EOLXF
CMJUD	YJSHB	JZRHT	XYONX	XFJIQ	BCDRÜ
RZQWJ	EACBN	EÜVZJ	NBDOR		

Textul nr. 61 B

14592	21038	12403	57640	95483	72106	38921	59768	64957	83617
29483	72640	21463	17403	92308	47165	86529	08759	15938	06125
15803	52836	91413	71304	95068	34172	04925	68725	40179	72964
59483	92843	51603	38617	19340	26786	83519	84279	60517	62710
19603	91630	71364	27604	52648	06719	60634	88925	57284	85724

Textul nr. 61 C pentru transmitere.

ONMSC	LKJPB	UPDCZ	FEDLP	CBAJO	WQYCY
LXVEQ	DNTQK	RPOIU	NMLAV	BLVYM	CMUWL
DNTWK	ZOSYA	APRAB	FRGKZ	BSHJY	CTILB
DÜJMC	EVKND	WKLQZ	YONIX	ZMPWV	STRZJ
WUSHW	DRPSR	EOTUF	MVUWZ	GQRQO	IQWZX
AQVFE	QBUDC	DECAF	TFGHY	XGIJK	NZXKA
OXZJP	VYMQI	RZSYH	TAGNP	UPQEAE	HDCDW
NRÖPY	EPMSG	EOLXG	YFJIQ	QWHGQ	EFDSE
AKWHS	CSAVL	SFXDR	GKLDM	XQFJO	YCHHR
QAJFT	WDEMN	XBCKL	UXAIJ	NAWGH	PVOBO
KBNZL	STYUG	GÜQSI	EWBNK	CQDPM	JXCIL
SUAGJ	PTWEH	IDZCF	LSLXK	IGFVY	UPXRE
ESXNG	CXQQI	AÜBLK	EÜWBÜ	GSZDG	IPVWE
YNTZC	MREDT	TIRZC	KITÜQ	LMÜAB	NOZCD
RNDYC	MLFZA	OKHTW	TIRSY	SHJRZ	FJOSY
HRQTW	WMRVB	KLBAZ	ÖJDVW	MHFRZ	RGMPX
VEÜPT	EOQAR	NXGEL	HGSÜK		

Textul nr. 61 D pentru transmitere.

47912	96305	83725	72310	10658	26130
35172	97625	71539	44785	80954	96214
58672	14483	42161	61289	23910	36104
80645	40563	31890	52307	16254	89358
80476	61274	24436	39684	50879	58910
83946	20687	58602	69514	10349	21967
33470	75813	67209	90256	98732	79145
47286	15907	52378	93615	74862	67341
40278	23719	65283	84629	97580	38526
39164	72134	83463	21936	10857	12589
10398	20093	30471	76519	90684	69401
18310	75827	87356	69809	82416	72190
40421	68324	14670	20763	56143	15487
48170	91687	11907	36478	95321	20565
98725	53829	47630	30749	62042	34672
25896	50231	29582	10592	86953	57920
32415	74163	89215	14165		

Lecția a 62-a=3 ore. Darea lucrării de control (recepție și transmitere la viteza de 12 grupe pe minut).

Textul nr. 62 (75 grupe)

85264	92470	62619	27163	26015	68324
CWQES	04917	KSEOE	ASYKU	HDRAU	XAPJH
LWJND	TBWG	OKIZM	WNAFU	RVCKQ	58379
GSXFP	QRET?	CERXH	YBLCP	85716	SAOEN
OZFLX	96042	97425	BRUMD	ZASGN	41563
ISDVA	62408	74826	87430	91837	ZSEP K
VÖQCT	28510	53719	50394	63091	83071
LESMC	53174	GSCEC	BMOIS	76902	58615
16296	OJQA)	EÜLMJ	VFKWA	NP.UG	ARYJR
BSWIV	LOITH	ZELQ,	FTCN	-IYBS	RHQCT
GSJOH	XDMYC	KMHS)	TFQGO	GUZHT	MNGRJ
YCNDZ	HRIP?	SGZDX	TFXEZ	IPHRF	QBOXE
OLAPK	CVXFS				

Pentru a se perfectiona lucrul elevilor la recepție și transmitere, se dă în continuare un număr de 11 texte de antrenament pentru creșterea vitezei la 14 grupe pe minut.

Funcție de posibilitățile și situațiile existente, aceste texte pot fi folosite, pentru viteze mai mari sau mai mici, ori drept texte de control periodic.

Textul nr. 1

EIKSA	XAMAY	FAJSQ	MSZXB	GPEAE	AKVRJ
AMYWP	TPGGB	HSDGD	ULHAH	FNRAW	XDXKA
QVEAO	UENSY	URPAB	QYTTL	BOXBS	KEWNV
ANZAR	YIALY	CJFRW	IWMAT	CEOLC	DQISW
IRHEF	HEWNS	WSJUK	GJQYO	YOTJK	FLOTQ
EYKYX	OPNDY	LTCHA	CIXCW	PTFCH	FCBET
BLXPF	ELDIM	FLOTQ	MFTHW	URAHA	VBOC
FIJPV	CHOQG	PUAIX	NVDAJ	RAQJR	BNQDN
CWRZR	WNAUV	EDN.H	EITYC	MVAIT	PYRBU
LZBYF	OXOVY	EPYIC	NIDGU	VCKFR	RHKIU
BZLNV	GM OV	KCTIUC	WP?JB	PFEJO	JWVXH
MJWTX	NSCGF	PGXIP	GSJVF	DIKSK	UEISZ
SHOEZ	IXGLO	DMSAZ	VRNHAZ	SBCUP	WNPMB
KCWG	SYZKA	AGWHU	UBRSV	HMUGC	SEAJC
GSADU	BOWNL	DKTXL	ZJCID	MXCQK	LDVMU
CENTQ	ERZSX	TNCYL	WRDZK	YFBIE	CMZOE
FIVQN	VKBKO	BOUBI	VRFCI		

Textul nr. 2

46913	84517	20951	09512	20684	79153
51793	95173	68204	84371	51739	62480
68420	70284	37159	73684	36897	93602
04791	59206	62084	71935	37915	91735
19573	35826	51620	15028	73468	51682
19573	53917	59173	35917	37591	17640
37840	83746	58720	91620	37915	71935
73519	81758	92654	60235	15620	19628
17046	18946	38951	51973	15832	39517
83524	91640	04873	37840	53468	86172
40268	64082	84026	68204	48260	28753
56192	26517	02791	50934	86024	72064
66204	26841	46820	74198	48379	40375
67035	53620	48917	64028	48735	84026
62758	82593	62115	20951	48739	64020
79351	82604	02864	36447	46802	40719
64739	64371	82395	59120		

Textul nr. 3

LRVGP	GNS ? B	ÜKRGS	GPAB X	VAFKY	OSINC
QAOKS	WSYCH	FIL.S	ÜWINT	WBPSL	ODKPU
A-IOZ	JLFÜZ	MITÜC	EGJNC	NOJUA	ZXAEL
SBÖVF	ESNQH	AMTCQ	USD KY	XYNIO	SRÜAA
SFQIU	AFESQ	BVZWP	EG, TS	PTCAJ	MBZKW
HSODU	YRCW	ACPÜM	DJ ÜIM	PCLEZ	QINER
OMFAV	DZJ XE	GWSOC	HCFBA	XECMK	QE2XT
HR KDE	LMWDC	QARSO	JWER	LÜGDT	CÜHBE
AOHQQA	PYEXJ	DVELG	IPYAB	ALTYI	CVKZM
CJESW	GPUEF	WSJCA	GTYSL	ANZWK	EBSWJ
WJBBS	VKMÖL	TCSLY	B K.M, W	FVEOD	DXFÜL
MJBWC	PSTYL	KMVEÜ	Z XAJS	J XSEC	KWMKE
GLSTY	WEJMC	FUSLA	QNHCZ	FS? K X	CÜNIH
AQPOD	BRTAE	AGNZO	R!SXC	IGNHC	PADQO
TABIR	ERÜOI	AOATQ	HNÜCG	E.RSX	GYZAN
YDHÖZ	FESXR	NCÜCK	APDQO	ERÜOI	ASÜJÜ
EÖPQA	FÜCNE	R - KSX	ÖEZMH		

Textul nr. 4

31493	80394	99431	27319	39285	65634
60289	48702	56437	70342	81576	51436
52362	73864	45167	90475	33725	35468
95230	73601	30892	17928	16780	70131
92830	75694	90582	61578	27801	29106

31870	64975	84756	48263	45793	73965
42657	16290	12540	72605	87512	36408
20379	56763	64570	90371	10728	50419
74120	98510	68455	36207	10435	78537
84107	10586	24180	16274	10426	25783
12369	96104	21582	96908	19468	27310
51538	52463	96541	51709	89850	71130
20572	89652	92538	38725	85726	93648
86520	74286	84564	57824	65314	35839
10925	69503	80654	85810	75209	40982
93641	30417	51478	74360	68539	44759
40536	50897	90365	23791		

Textul nr. 5

ESUJU	BOPQA	FUCNE	R-SKX	DEZW H	EROWI
APDQO	NCUQY	PESXR	YDH OZ	CRUUI	AOATQ
HNOCG	E.RSK	GZYAN	TABIR	DAQPC	IGNHC
R1SZC	AGNOZ	BR TAE	PQAOD	CUNIH	FSKX?
QNHCZ	JSE XC	MUVKS	GLSTY	EJWMC	SULFA
ZXAJS	KMUEQ	FSTYL	MJWBC	FULXD	VBEJS
EMKVU	SCLTG	KM,VB	EDFVD	SJBWJ	NAZVK
TYSGL	ACJSW	GPUEF	CJESW	CVKZM	ALTQY
IPYAB	DVELG	USINC	IRVGP	WBFSL	EGJNC
AMTCX	AFESQ	HSODU	YINER	XEMLK	JWNER
QAOKS	GNS?B	UDKPU	NDJUA	USD KY	BVZWP
YRHCW	CMFAV	QEZXT	LUGDT	MSYCH	ÜKGRS
A-JOZ	ZXAEL	XYNIO	EG,TS	ACPUM	DTJXE
HRXDE	CÜHBE	EILS	GPABX	JIFUZ	SBOVF
SROAN	PTCAJ	DJU!Y	GWCSO	LMDW	AÖHQA
ÜWINT	VAFKI	MITUC	ESNQH	SFYIU	MBZKW
PCLEZ	HCFBA	QARSO	PYEXJ		

Textul nr. 6

27190	23710	63210	16902	90487	12796
11970	64823	78538	28118	59516	53217
32510	98530	33407	30479	10476	96908
50213	47628	70625	63140	62145	53781
90680	86324	89652	62930	76314	17592
27503	20679	97415	75290	67519	70412
35839	63574	74210	80954	13809	38940
89327	93641	30417	51478	74360	68535
44785	40536	50897	90365	23791	845640
57824	65314	35839	10026	69603	80654

65810	75209	40982	79580	81130	20752
89662	92638	38725	85726	93648	86520
74286	12369	96104	21582	96708	17648
27310	61538	52463	96541	51709	68455
36207	10435	78538	84107	10586	24180
16274	10426	25783	39473	26145	39867
53110	34210	79625	47615		

Textul nr. 7

MIASZ	FWCEQ	DVIÜW	39206	81956	26478
58319	JEWIM	SÜR XT	70316	35297	51073
82605	CPMSO	ROWCQ	39675	50371	GODAU
XONOL	CUSAH	TDGÖN	TOAGY	41602	62984
52793	21476	40839	JYVMB	PELGL	KLBMP
ZÜMLI	BİÜYP	JSEWP	YTGRE	57912	94721
NEVGÜ	VÜZOE	FROJS	63217	87246	81053
64983	PBXRÜ	38295	KTICB	FCNSY	75631
40572	50492	59462	05942	SXEJC	QAUNE
98341	QTWE	WRSYT	94613	31958	KÜGSC
LVNDJ	SECRA	BOEXT	47108	91836	25803
KAJÜP	QKAFT	GTLMB	WHSFN	CHRAV	59806
49582	74913	MÖHXB	LDNSP	ZQILC	41950
01673	50481	20396	YUZAH	TÖDHE	50326
89406	YÜRGE	SHPAE	TECLA	70361	QYLCB
ZEYPK	24695	71309	71395	48591	ZAKWE
QOCEZ	78415	RHGYZ			

Textul nr. 8

ZIRD X	KAWCT	NRPU X	27643	23495	81693
CESZJ	51308	EBCÖT	84690	35692	91684
23540	EGAM X	ZISED	71203	41973	SJEVS
PBYOI	28357	LÜSYP	LWQOD	TUIQB	30681
60943	ZÜIML	MLPB K	SHNFB	86492	41607
FEWHN	GAÜHA	65418	20578	FIMET	20856
70513	ÖGATJ	HZAYO	ÖEHDT	VMRLP	CJEW A
LBGZV	CKAN H	20395	27961	15398	CEWFQ
ZISAM	63029	SOYET	MÜSE X	COJOS	07318
81356	53179	KZPEY	CLBQY	30917	28654
KARPC	72164	30971	17054	BILQL	50184
U5073	CMSPI	KÜVÖC	WUVID	FINSC	KFZSC
94287	23048	07624	ÜGXAK	DÖTGN	RACV H
92586	90326	24067	13587	18345	BYJPV
IEOCPR	41670	XSBÖE	CARSE	NÜJDL	45093
52792	FOJBÜ	SUPCN	51796	16479	40926
FANQU	64529	45092	RYGTE		

Textul nr. 9

LVASK	ZDGSC	GAJSU	A X J U	MYQIV	WUZNA
-BR LK	PRGT.	VZR KU)APDQ	S1L XC	PNGAT
I-WZX	KVNDE	43624	76302	49106) LVPP
HWS O	ZSRYH	QRGO.	J MCUD	CIPRY	21674
39614	43621	DFSEI	Y MQ)A	MVZUW	TILB-
NQTKD	WHGOP	XZJPO	57813	32785	60285
TUFEO	SBHYD	XVEQL	27185	64328	FJYIQ
ZNKJX	RPDOT	93801	25863	BRPSR	RGFKZ
Q.YCB	LGOYE	GHJ K X	SHWUM	RAP,B	BDAJO
38945	67302	PSGME	GHFYT	TRZJZ	DNTW
16453	45827	CAFED	ROPNY	NIKOY	58326
91627	NOWLC	J KPBI	74608	QEAPD	AQVFE
BLVY M	47303	27416	68502	DNSCM	BFXSD
26541	37568	80571	IGFVY	TRZCI	QTWR!
52819	17239	30569	B KLAZ	DJOVW	98105
58065	42816	FRZMH	GMRP X	82653	78932
T1KOQ	SNYGK	97451	49061		

Textul nr. 10

LISGZ	JWEO.	KQVMO	ZAQRV	CDIEB	-WGDC
B X D?H	37568	20784	27690	14653	CTR XO
EWQID	XZBGU	38110	43684	MR USC	ZPSTI
BYFRK	SKMOT	43703	34268	93210	BQ-H?
SFDMZ	MZUXJ	49106	12567	63158	XGAIP
91674	21896	MGIAR	FROJP	PRDVF	VINEG
60894	19346	32571	SUCP	40786	40768
VJOCY	R X HBI	FKEPP	12643	58235	95107
WR GPA	59614	84513	42715	MWOSN	CVZNO
68512	26514	HYDOA	TIWKE	N HOM.	68572
VZAIY	XUINT	HCPBE	QND KC	78325	12790
09324	VAFWJ	FALPY	19475	60872	32507
VBRV X	QPR HO	IMAVO	26149	37185	93821
NOYVQ	37528	93425	93486	XOJ MX	KQMLA
MPYOR	32075	26149	ECPCS	LTDC-	YEOFF
68173	31704	7204J	MLKNC	BAQCD	67405
31678	61503	QWPLO	41635		

Textul nr. 11

GASTV	RNFDU	RFAQC	OISFF	60251	28690
CSNDW	E KYNU	JCFSU	EQ-LN	OXEIA	04671
24893	RCVX K	06295	J HTAE	MSEWA	15793
62048	DPLGD	SCZTU	AQTOF	86402	17904
74398	SBOPL	IREUA	34176	32765	EQVOS

I2086	XNDZO	04268	AZMSU	53279	IDLSE
41014	32159	67813	HRDUX	KFUE	NW,AE
GBQ XE	COYAI	22548	90115	31560	JQAGW
PISBZ	48129	31372	42577	18246	FLJSV
99087	PYFHY	89011	35565	JEVTC	YCEMK
UWJ MP	HCPZO	04981	24657	GAQOK	38429
28715	PCSAN	11362	BL HSN	41976	MCRD)
KBEM.	35621	45628	1MWBR	35821	54713
SKDÖY	47039	ÜMFTV	55721	68909	36765
GMJ MC	55460	48310	90189	XDQI	EKAN-
31794	37581	67195	08291	LP.RN	97350
37905	13789	JWYTV	98203	90384	46281
72615	AZYPC	52617	48621	06254	72615
24863	ZPAMU				

CUM SE OPEREAZĂ O STATIE DE RADIOAMATORI

1. Sistemul de raportare a recepției în traficul de radioamator

Pentru rețeaua de radiocomunicații a amatorilor de unde scurte, în care traficul reprezintă aproape exclusiv experimentări fie asupra aparatului, fie asupra condițiilor de propagare a undelor, a apărut de la început necesitatea introducerii unui sistem simplu și practic de raportarea receptiei.

După ce legătura a fost stabilită între două stații, pe ambii corespondenți îi interesează în primul rând în ce mod sunt recepționate emisiunile lor. De aceea primelor formule curente de polițe le urmează, fără excepție, „controlul”.

Controlul reprezintă esența unei legături experimentale între două stații de radioamator și legătura în general nu este valabilă, dacă acest control nu a fost transmis și recepționat corect de ambii corespondenți.

Știind în ce mod sunt recepționate emisiunile, se pot continua experimentările asupra aparatului, antenelor etc., iar rezultatele sunt de fapt diferențele controale comparative, care se obțin de la diferenți corespondenți. Controalele înregistrate dintr-o serie de legături efectuate, cu stații din toate colțurile lumii și pe diferențe benzi de frecvențe, sunt baza studiilor de propagare a undelor.

În evoluția pe care a avut-o radioamatorismul, au existat mai multe sisteme de raportarea receptiei; în prezent este universal recunoscut și folosit sistemul „RST”. După cele două tipuri de emisii folosite obișnuit de radioamatori — telegrafie și telefonie — există și două moduri de raportarea receptiei emisiunilor respective.

O emisiune de orice fel este caracterizată la receptie prin: inteligibilitate și tărie. Inteligibilitatea arată gradul în care semnalele pot fi urmărite și citite. Este evident că aceasta depinde în primul rând de intensitatea cu care semnalele sunt recepționate; numeroși alți factori pot însă influența foarte mult asupra inteligibilității. Tăria unui semnal este legată de valoarea tensiunii de radiofrecvență indusă în antena recep-

toare de cîmpul electric al emisiunii respective; sensibilitatea receptorului și amplificarea acestuia în audioscrevență sunt alți factori determinanți ai gradului de tărzie.

Raportarea receptiei emisiunilor de telegrafie. O emisiune de telegrafie este caracterizată la recepție prin inteligibilitate, tărzie și ton, iar raportarea se face în sistemul RST, cele 3 litere avînd următoarele semnificații :

R=inteligibilitate (readibility) ;

S=tărzie (strength) ;

T=ton (tone).

Tonul este controlul ce se dă exclusiv pentru o emisiune de telegrafie. El dă indicații asupra măsurii în care aceasta se apropiie — ca tonalitate — de nota pură și cristalină caracteristică alimentării anodice în curent continuu sau redresat și foarte bine filtrat, sau de nota joasă, zbrînșită, caracteristică alimentării anodice în curent alternativ. Tonul emisiunii este foarte complex ca nuanțe, deoarece și cauzele ce-l pot afecta sunt foarte variate. În afară de natura curentului de alimentare anodică, pot interveni de pildă : oscilații parazite, de audi-frecvență, cuplaj defectuos al antenei, neutrodinare incompletă etc.

Cunoscînd ce înseamnă fiecare din cele trei scări ale sistemului RST, să vedem cum se face raportarea receptiei unei emisiuni de telegrafie.

Fiecare scară de raportare s-a gradat conventional cu cifre care indică o situație anumită între cele două extreme. Astfel, scara R a fost gradată în 5 trepte, iar scările S și T, în 9 trepte, a căror semnificație este dată pe pag. 498.

Controlul RST se transmite sub forma unui număr compus din 3 cifre precedat de grupul RST. Astfel „RST 579” raportează o emisiune de telegrafie recepționată total inteligibil, la un nivel al semnalelor potrivit de tare și un ton cu nota cea mai pură de curent continuu.

Acest control mai poate fi completat și cu alte date suplimentare sau explicații și aci codul „Q” ne stă la dispoziție pentru a arăta diverse situații care afectează RST-ul.

„QRM”-ul (interferență cu alte stații) poate afecta gradul de inteligibilitate, cu toate că tărzia semnalelor este bună.

De regulă R-ul și S-ul sunt condiționate atât de cauze externe (fading=QSB ; paraziți atmosferici=QRN ; interferență=QRM etc.), cât și de cauze locale legate de aparatatura folosită (putere, antenă, calitatea emisiunii etc.). Tonul însă este determinat totdeauna de aparatură și el afectează în mod defavorabil și celelalte două controale.

Dacă emisiunea este foarte stabilă și pare a fi controlată cu cristal de quarț, după cifra tonului se trece litera „X” (de exemplu RST 589x).

Sistemul RST

R = Intelligibilitate	T = Tonul
1=neinteligibil 2=inteligibil cîteodată 3=inteligibil cu greutate 4=inteligibil 5=total intelligibil	1=notă extrem de aspră de curent alternativ p. la 50 Hz 2=notă foarte aspră nemuzicală pînă la 150 Hz 3=notă aspră, slab muzicală 4=notă încă aspră de curent alternativ, ușor muzicală 5=notă de curent alternativ, modulată muzical
S=tără	6=notă muzicală, încă modulată cu curent alternativ 7=notă de curent continuu, totuși cu un bîzuit slab 8=notă bună de curent continuu 9=nota cea mai pură de curent continuu
1=semnale abia perceptibile 2=semnale foarte greu auzibile 3=semnale greu auzibile 4=semnale accesibile ca tările 5=semnale auzibile destul de bine 6=semnale bine auzibile 7=semnale potrivit de tările 8=semnale tari 9=semnale foarte tari	

În cazul cînd emisiunea are o caracteristică de instabilitate de frecvență, care însoțește fiecare semnal (chirpy), după cîțăra tonului, se trece litera „c” (de exemplu RST 469c).

Uneori pentru a indica clicks-urile de manipulație, produse în general de scînteile ce apar la contactele manipulatorului, după controlul tonului se trece litera „k” (de exemplu RST 568k).

Raportarea receptiilor emisiunilor de telefonie. O emisiune de telefonie este caracterizată la recepție tot prin 3 elemente, primele două fiind R-ul și S-ul cunoscute, iar în locul controlului pentru ton apare un control asupra calității modulației.

Raportarea modulației se face în mai multe moduri. Se utilizează o scară „F” care are 9 trepte de apreciere, sau o scară „M” care are numai 5 trepte și care este folosită de radioamatorii sovietici pentru traficul intern și cu amatorii din țările de democrație populară.

RSE 579 sau RSM 575 reprezintă același control.

Dăm mai jos semnificația controalelor de modulație în cele două scări:

Scară F

- 1=modulație total distorsionată și supramodulată, total neinteligibil;
- 2=distorsionată, totuși 10—15% inteligibil;
- 3=ceva mai bine, totuși inteligibil cu greutate;

- 4=distorsionat, 30% inteligibil;
 5=verbirea diformată, calitatea proastă, pînă la 60% intelligibil;
 6=vocea nenaturală, totuși 100% intelligibil;
 7=puțin distorsionat, 100% intelligibil;
 8=bine inteligibil, modulație bună;
 9=modulație foarte bună.

S c a r a M

- 1=modulație foarte proastă, distorsionată total;
 2=modulație distorsionată, cca 30% intelligibil;
 3=modulație slabă, diformată;
 4=modulație bună, inteligibilă;
 5=modulație foarte bună.

De foarte multe ori în traficul internațional se elimină controlul asupra modulației raportat la una din cele două scări și este înlocuit cu o explicație mai amplă asupra profunzimii modulației, a calității, fi-delității, distorsiunilor etc.

De asemenea unele stații străine utilizează încă un sistem vechi de raportare pentru telefonie, ținînd seama că în codul „Q” există prescurtări pentru intelligibilitate (QSA) și pentru tările (QRK). Pentru QSA o scară „w” (1—5) și pentru QRK o scară „r” (1—9) care au în general aceeași semnificație a treptelor ca și scările R și S. Raportarea se face astfel: QSA w5; QRK r7.

Uneori se transmite controlul și sub forma: Q5; S7, avînd în toate cazurile aceeași însemnatate, după care urmează o descriere asupra caracteristicilor de modulație, fără a folosi o anumită scară de raportare.

Din cele de mai sus ne dăm seama că sistemul de raportare a receptiei rămîne în întregime la aprecierea fiecărui, în funcție de aparatul de recepție întrebuințat, deci trebuie să fim foarte atenți în darea controalelor, pentru a nu induce în eroare pe corespondent cu un control dat de „complezență” și care să-l facă să credă că are o emisiune perfectă, cînd în realitate este încă departe de o emisiune de calitate.

Unele aparate de recepție perfecționate posedă un instrument de măsură gradat direct în grade de tările „S” și care automat și obiectiv arată pentru emisiuni de telefonie și altele chiar pentru telegrafie, care este controlul de tările al emisiunii recepționate.

2. Realizarea legăturilor în telegrafie

Amatorul autorizat a face emisiuni experimentale pe benziile de unde scurte acordate traficului de amator, este obligat să cunoască și să respecte regulamentele interne și internaționale de trafic, precum și regulile specifice lucrului în telegrafie și telefonie.

În primul rînd, este bine să amintim care sunt benzile de unde scurte în limitele cărora trebuie să lucreze amatorii, aşa cum sunt ele prevăzute în faza noastră de regulamentul intern pentru instalarea și funcționarea stațiilor de emisie și recepție de radioamatori.

1. Banda de 80 m 3 500—3 800 KHz
2. Banda de 40 m 7 000—7 100 KHz
3. Banda de 20 m 14 000—14 350 KHz
4. Banda de 15 m 21—21,45 MHz
5. Banda de 10 m 28—29,70 MHz
6. Benzi de frecvențe foarte mari :
 - 144—146 MHz
 - 430—440 MHz.

Se observă că aceste benzi s-au stabilit pe baza unui raport armonic, astfel că pornind de la frecvențe mici, prin dublare, triplare sau quadruplicare în diferitele „etaje” ale postului de emisie se ajunge în limitele benzilor superioare.

Lucrul în telegrafie. Există două posibilități de a intra în legătură cu o stație de radioamator :

A — Prin lansarea unei chemări generale care se adresează oricărui stație aflată întîmplător pe recepție.

B — Răspunzând la apelul general al unei stații care se adresează celorlalte cu chemarea convențională.

„CQ” : După ce am „plasat” atât emițătorul cât și receptorul pe banda în care ne-am hotărît să lucrăm (funcție de condițiile de propagare a undelor din acel moment), ascultăm cîteva minute banda, ca să ne dăm seama despre posibilitățile de legătură.

Rotind încet butonul condensatorului de acord al receptorului „în sus și în jos” pe bandă, ascultăm cu atenție diversele emisiuni.

Ne alegem o frecvență liberă, și cu receptorul fixat în această poziție deschidem emițătorul (fără etajul final) și rotim butonul condensatorului de acord pînă cînd în receptor apare fluierătura emisiunii proprii.

Emisiunea este suprapusă corect pe frecvența pe care este acordat receptorul, atunci cînd fluierătura dispare pe poziția mijlocie (zero beat). În acel moment avem întreaga stație acordată pe aceeași frecvență.

După ce verificăm încă o dată dacă frecvența aleasă nu a fost ocupată între timp de vreo altă emisiune, întrerupem receptorul (lăsînd numai filamentele în funcțiune) și deschidem emisia (inclusiv finalul) lăsînd „apelul general” CQ. Aceste două litere convenționale se transmit de 3—5 ori, după care urmează propriul indicativ transmis complet de 2—3 ori ; între CQ și propriul indicativ se intercalează particula „DE”

această situație avem : stația finlandeză, receptorul și emițătorul propriu, acordate toate pe aproximativ aceeași frecvență și continuam să ascultăm apelul lui OH2VY.

După ce stația pe care o urmăriri a terminat apelul și a indicat că trece pe recepție, deschidem emițătorul, întrerupem receptorul și răspundem stației astfel : OH2VY OH2VY OH2VY de YO3VA YO3VA (1—2 minute) AR K.

Apelurile scurte, cu scurte întreruperi pentru a asculta, s-au dovedit mai eficace în stabilirea legăturii decât cele făcute un timp prea lung, care plătisesc pe cei ce îl ascultă.

După ce legătura a fost stabilită, se reduce transmiterea indicativelor la o dată sau două ori.

Semnale de sfîrșit sau încheiere. În cadrul legăturilor se utilizează o serie de semnale de trafic.

La sfîrșitul mesajelor sau legăturilor se transmite „legat” unul din următoarele grupuri de litere : AR, K, KN, SK, CL.

Utilizarea lor se face după cum urmează :

AR — sfîrșitul transmisiunii. Se recomandă după chemarea unei stații anumite, însă numai înainte de stabilirea legăturii. De exemplu : PA Ø RU PA ØRU PA Ø RU de YO3RZ YO3RZ AR K, iar după stabilirea legăturii : PA ØRU PA ØRU de YO3RZ K.

K — invitarea pentru partener de a începe emisiunea : se transmite după CQ sau la sfîrșitul oricărei transmisiuni

De exemplu : CQ CQ CQ de YO3AR YO3AR AR K sau VU2RC VU2RC de YO3ZR K.

KN — invitația de transmitere numai pentru o stație anumită în timp ce celelalte stații sunt avertizate să nu chemă pentru a nu interfera ; se recomandă la sfîrșitul fiecărei transmisiuni în timpul QSO-ului, cind nu se doresc o chemare din partea altor stații și cărora nu li se va răspunde.

De exemplu : VK1EG VK1EG de YO6AW KN.

SK — semnalul de încheiere QSO-ului, care se transmite după ultimul mesaj. De exemplu : VQ2PL VQ2PL de YO3GY SK.

CL — înseamnă : „Închid stația și nu mai ascult pe bandă” ! De exemplu : KV4AA KV4AA de YO4CR SK CL.

Semnale de încercare. Sunt folosite pentru punerea la punct a stației proprii, sau sunt transmise la cererea altei stații pentru a-i permite punerea la punct a aparatului de recepție ; ele constau din transmiterea unei serii de „V”-uri, urmate de indicativul stației, transmise la intervale frecvențe. Totuși trebuie să ținem seama ca semnalele de încercare să nu producă QRM altor stații.

Recepționarea mesajelor. Nu afirmați niciodată că ați înțeles un mesaj dacă transmiterea nu a fost complet recepționată.

R — înseamnă : recepționat perfect.

OK — înseamnă : am înțeles complet totul.

Folosiți „R” numai cînd totul s-a recepționat corect.

Nu transmiteți cuvintele de două ori (QRZ), atîta timp cît partenerul nu cere aceasta.

Practica generală a traficului. Nu trebuie să transmitem semnale nefolositoare și fără rost.

Nu trebuie să transmitem CQ cînd vrem să facem doar o încercare sau o acordare a stației și în general cînd nu aşteptăm să ne răspundă cineva. Nu transmiteți niciodată CQ-uri „în gol”; ascultați totdeauna mai întâi pe frecvența pe care emiteți.

Nu țineți manipulatorul apăsat pentru lungi perioade de timp cînd faceți unele verificări. În astfel de situații deconectați antena și folosiți o „antenă fictivă”.

Transmiteți indicativul propriu cînd operați pe bandă întotdeauna la începutul și la sfîrșitul oricărui mesaj.

Nu prescriuți niciodată indicativele de apel.

Cheimările lungi, după ce legătura a fost stabilită, sunt nefolositoare și nedurabile.

Nu transmiteți „QRM” (interferență) sau „QRN” (paraziți atmosferici), cînd în realitate ar trebui să cereți corespondentului „QRS” (manipulație mai rară !).

Nu dați CQ pînă cînd nu sunteți convinși de obținerea unui bun rezultat.

Cea mai bună viteză de transmitere este aceea la care puteți manipula și recepționa corect ; nu uitați că în general vi se va răspunde cu viteză cu care ați lansat apelul.

Se recomandă controlul transmisiiei proprii cu ajutorul unui monitor, și special cînd folosiți manipulator semiautomat (bug).

Iată acum un exemplu de modul cum se duce un QSO în telegrafie : CQ CQ CQ de YO8RL (2—3 minute) AR K.

Lui YO8RL care a lansat acest apel general i-au răspuns două stații : SM3WI (Suedia) și UAØKKB (radioclubul din Vladivostok, U.R.S.S.), amândouă pe frecvențe apropiate de cea a stației românești. YO8RL s-a hotărîl pentru UAØKKB, care îi oferă ocazia stabilirii unei legături foarte interesante la cca 8 000 km și cu o nouă zonă amatoricească (zona 19). QSO-ul continuă astfel :

UAØKKB UAØKKB UAØKKB de YO8RL YO8RL — . . . — ge dr tow es mini tks fer call — . . . — ur my first UAØ QSO so vy pseed to meet u — . . . — ur sigs RST 569 569 569 fb — . . . — hr QTH is Bacău Bacău — . . . — pseHw ? AR UAØKKB UAØKKB de YO8RL KN.

Aceasta înseamnă : Am recepționat perfect, bună seara dragă tov. și multe mulțumiri pentru chemare. D-ta ești prima mea legătură cu

UAØ (estul Siberiei), aşa că sună foarte închinat că te întâlneşti. Controlul semnalelor d-tale este RST 569. Localitatea aici este Bacău. Te rog să spune-mi cum mă auzi?

La acestea operatorul stației UAØKKB răspunde:

YO8RL YO8RL de UAØKKB —...— ok es gm dr tow —...— tks fer rpt es psef fer QSO —...— ur RST 579 579 579 hr în Vladivostok Vladivostok zone 19 —...— name hr is Boris Boris es input is 50 wfts —...— nw QRU hr sowatsa? AR YO8RL de UAØKKB KN.

Aceasta înseamnă: Am recepționat totul perfect și bună dimineață (ora în Vladivostok este cu 7 ore în plus față de ora noastră!) dragă tov. Îți mulțumesc pentru control și închinat de legătură. Controlul RST 579 aici în Vladivostok zona 19. Numele aici este Boris și puterea este 50 wați. Acum nu mai am nimic, aşa că ce spui?

UAØKKB UAØKKB de YO8RL —...— ok fb dr Boris es tks fer rpt —...— name hr is Dorel Dorel —...— pse QSL via box 1395 București es wil QSL via box 88 Moscov —...— nw tks fer QSO QRU es hpe cuagn sn —...— vy 73 73 best of luck gd Dx es gb dr tow Boris SK UAØKKB UAØKKB de YO8RL SK.

Total înțeles foarte bine dragă Boris și mulțumiri pentru control. Numele aici este Dorel. Te rog trimite carte de confirmare a legăturii prin căsuță poștală 1395 București, iar eu îți voi trimite cartea mea de confirmare prin căsuță poștală 88 Moscova (adresa biroului QSL al amatorilor sovietici). Acum mulțumiri pentru legătură nu mai am nimic ei sper să te mai chem din nou în curînd. Multe salutări, noroc, bune legături îndepărtate și la revedere dragă tov. Boris.

UAØKKB revine pentru ultima oară:

YO8RL de UAØKKB —...— ok all es will sure QSL Dorel —...— 73 73 es gn SK YO8RL de UAØKKB SK CL.

Total înțeles perfect și-ți voi trimite cu siguranță cartea de confirmare a legăturii Dorel. Salutări și noapte bună!

3. Luptul în telefonie

Telefonia reprezintă pentru marea masă a amatorilor începători un punct de atracție deosebit. Este mai comod să recepționezi emisiunile de telefonie, iar cu puțină deprindere și cu un receptor de bună calitate cu care se pot asculta undele scurte, s-ar părea că oricine poate să devină radioamator, fără o pregătire prealabilă, în sensul că poate receptiona apelurile și „QSO”-urile în telefonie ale amatorilor din diferite țări.

O legătură în telefonie este mai interesantă șiind mai placut să poți auzi însăși vocea corespondentului cu care ai intrat în legătură, cu toate

caracteristicile ei. Discuțiile sunt mai cuprindătoare, posibilitățile de exprimare sunt mai variate, astăzi în experiențele pe care le efectuăm, cît și în conversațiile convenționale ale legăturilor.

Aici însă ne lovit de dificultatea care constituie poate parțea cea mai grea a traficului de telefonie. Dacă în telegrafie codurile și prescurtările ne stau la dispoziție pentru a ne înțelege cu amatorii vorbind orice limbă, în telefonie trebuie să cunoaștem și să vorbim o limbă pe care s-o cunoașcă și s-o vorbească și corespondentul nostru.

După cum am văzut în prima parte a capitolului de față, în telegrafie putem, de pildă, să adresăm invitația de a transmite foarte simplu astfel:... SP9KAD SP9KAD de YO3AG KN în telefonie același lucru s-ar putea spune în felul următor: „SP9KAD vă rog transmiteți, aici YO3AG care vă ascultă cu multă plăcere! Schimbați!”, aceasta tradus în limba în care se duce legătura.

Pentru a veni concret în ajutorul dumneavoastră, vă dăm câteva exemple practice de luarea unei legături în sonie.

Presupunând că stația de radioamator YO3RF vrea să lanseze un apel în banda de 40 metri, pentru a lucra cu alți radioamatori români, va proceda astfel: își acordează emițătorul pe 7010 KHz cu o antenă fictivă (pentru a nu perturba eventual alți radioamatori care lucrează pe aceeași frecvență), deschide apoi receptorul și ascultă dacă frecvența este liberă sau se aud semnale slabe de la stațiile străine. Convingîndu-se de acest lucru trece din nou pe emisie și pronunțând clar și suficient de rar în fața microfonului spune: „Apel general, apel general pentru stațiunile YO lansat în banda de 40 m de stația YO3RF”. Se repetă în continuare acest apel de două, maximum trei ori, și se încheie cu: „YO3RF trece la recepție”, apoi se trece pe recepție.

Dacă dorește să obțină o legătură numai cu o anumită parte a teritoriului țării noastre precizează acest lucru în cuprinsul apelului: „Apel general, apel general pentru stațiunile YO2” (sau YO4, YO5 sau YO2 și YO5 etc.), după care continuă apelul cum s-a arătat mai sus.

În cazul cînd una din stațiile care îl au reținut apelul dorește să-i răspundă, YO3RF va primi un răspuns aproximativ în modul următor:

YO3RF, YO3RF, aici YO2BU care îl răspunde, YO2BU din Timișoara răspunde la apelul general și trece la recepție, YO3RF de YO2BU, schimbă.

Dacă la auzit, YO3RF răspunde:

YO2BU, YO2BU de YO3RF, bună dimineață, dragă prietene, în cinstea de prima legătură, controlul dumitale în București este 395, vă recepționez în condiții foarte bune (sau: controlul dumitale în București este 474, modulația dumitale este distorsionată, greu înțeligibilă). Nu-

mele meu este George, repet controlul dumitale 595 (sau 474), te rog dă-mi și mie un control, cum mă recepționezi în Timișoara, YO2BU, transmite te rog YO3RF la recepție.

YO2BU revine aproximativ aşa :

YO3RF, YO3FR, aici YO2BU care revine, bună dimineața, dragă prieten George, recepționat totul perfect, mulțumesc pentru control, recepția dumitale în Timișoara este foarte bună, controlul dumitale 59, modulație excelentă. Numele meu este Dan și eu de asemenea sunt bucuros pentru prima legătură cu dumneata... etc.

Legătura este continuată cu schimb de date tehnice asupra apărăturii folosite, starea timpului, schimbul de QSL-uri etc.

Încheierea legăturii se face aproximativ în felul următor :

Dragă prieten George, eu nu mai am nimic pentru dumneata, mulțumesc pentru frumoasa legătură și sper să ne reîntâlnim curând în condiții la fel de bune (sau mult mai bune), îți doresc DX-uri frumoase, 73 și la reauzire. Aici YO3RF din București care termină o plăcută legătură cu YO2BU din Timișoara și trece pe recepția generală a benzii.

Conținutul discuțiilor nu este același pentru toate legăturile. Exemplele de mai sus sunt sunte un model și nu trebuie considerate şabloni.

Regulamentul radioamatorilor, precum și experiența proprie, asculțând traficul radioamatorilor în telefonie, vă vor ajuta să înțelegeți limitele admise ale conținutului acestui trafic.

Pentru cei care cunosc (mai mult sau mai puțin) unele limbi străine, dăm unele modele de apel și răspuns la apel în limba engleză și germană.

Apel în banda de 40 m în limba engleză

Calling CQ CQ CQ, calling CQ on forty meters band ! Here is the Romanian station YO3RF, Yankee Oscar three Romeo Foxtrot, YO3RF standing by.

Apel în banda de 20 m în limba germană

Achtung, Achtung ! Hier ist die rumänische Station YO3RF mit einem allgemeinen Anruf. Hier spricht die rumänische Station YO3RF auf dem Vierzig-Meter-Band. Bitte, kommen !

În limba engleză

Hello CQ CQ CQ twenty ! This is Rumania calling ! YO3RF, Yankee Oscar three Romeo Foxtrot, YO3RF calling CQ twenty, and carefully tuning. Over !

În limba germană

Achtung, Achtung ! Hier ist die rumänische Station YO3RF auf dem Vierzig-Meter-Band. YO3RF geht auf Empfang Bitte schön !

Apel în banda de 80 m în limba engleză

Calling CQ CQ CQ hello CQ eighty meters ! This YO3RF, Yankee Oscar three Romeo Foxtrot calling CQ on eighty and standing by for a possible call !

În limba germană

Achtung, Achtung ! Hier ist die rumänische Station YO3RF in Bukarest mit einem Anruf auf dem Achtzig-Meter-Band. YO3RF geht auf Empfang. Bitte, kommen !

Dacă apelul a fost recepționat, YO3RF poate primi răspunsul la apel de la un radioamator englez, german, sau de la un radioamator dintr-o altă țară străină care cunoaște una din aceste limbi.

În modelul de răspuns a fost ales un radioamator englez și unul german.

Răspunsul putând fi la fel pentru fiecare bandă, nu am mai precizat banda, ci numai limba în care se răspunde.

În limba engleză

YO3RF YO3RF ! Here is British G3JSF calling. Golf Three Juliett Sierra Foxtrot, G3JSF calling and standing by. K.

În limba germană

Achtung ! YO3RF ! Hier ist DL1GN. Bitte mein Report. YO3RF, DL1GN geht auf Ihren Empfang.

La răspunsul corespondenților săi YO3RF reia microfonul și transmite :

În limba engleză

Hello G3JSF Here is YO3RF returning !

Good morning dear friend. Thank you very much for coming back to my call, and I am very pleased to meet for the first time. Your report is 5 and 9 ; readability 5 and signal strength 9, a fine transmission indeed, with good modulation and very nice speech quality.

The QTH here is Bucharest. I spell Bucharest : B Bravo, U Uniform, C Charlie, H Hotel, A Alfa, R Romeo, E Echo, S Sierra, T Tango.

My name is George, G. Golf, E Echo, O Oscar, R Romeo, G Golf, E Echo.

Well, back to you, old man ! How did you copy ?

G3JSF, YO3RF listening.

În limba germană

Achtung, Achtung, DL1GN ! Hier ist YO3RF zurück. Guten Morgen, lieber Freund ! Ich danke Ihnen vielmals für den Anruf. Es freut mich sehr, Sie zum ersten mal auf dem Band zu treffen. Ihr Rapport hier ist : Verständlichkeit fünf und Lautstärke neun. Ihre Modulation ist ausgezeichnet. Mein QTH ist Bukarest. Ich buchstabiere: BUKA-

REST. Mein name ist Georg, Georg. Ich gebe Ihnen nun das Mikrophon zurück. Bitte sagen Sie mir, wie Sie mich empfangen können. DL1GN, YO3RF geht auf Ihren Empfang. Bitte, kommen!

Iată acum și un răspuns mai cuprinzător, pe care este bine să-l știți și să-l folosiți atât în limba română, cât și în alte limbi:

In limba română

YO2BU, aici YO3RF care revine. Am înțeles în întregime mesajul dumneavoastră. Mulțumesc pentru frumosul control pe care mi l-ați dat precum și pentru datele tehnice despre instalația dumitale. Emițatorul meu are 100 watti input, modulat pe grilă. Receptorul este un super de construcție proprie cu 10 tuburi. Întrebuințez o antenă dipol. Vă voi trimite QSL-ul meu în mod sigur și aş fi încințat să-l primesc și eu pe al dumneavoastră. Eu nu mai am nimic pentru dumneata. Sunt încințat de plăcuta legătură și sper să ne reîntâlnim în curând pe bandă. Multe 73 și frumoase DX-uri. YO2BU aici YO3RF care te ascultă în final, transmiteți vă rog, schimbă.

In limba engleză

G3JFS, YO3RF returning.

Hundred per cent copied Johnny, and many thanks for the fine report. Transmitter here is running hundred watts, using grid modulation, and crystal mike. Receiver is a ten tubes home made super, and the antenna is a dipole.

I will QSL via the bureau, and should enjoy your own card for this nice contact.

Well, I guess that's all for now Johnny! Thanks for the QSO old man, and I'll be seeing you soon again! Best 73 (seventythree) to you and yours.

Back to you for a possible final!

G3JFS, this is YO3RF signing off and clear! Cheerio Johnny, and good-bye!!

In limba germană

DL1GN, YO3RF nochmals zurück! Alles hundertprozentig verstanden. Vielen Dank für meinen Rapport und die Beschreibung Ihrer Station. Ich habe hier einen Hundert-Watt-Sender, der gittermoduliert ist. Der Empfänger ist ein selbstgebauter Zehnrohren-Super. Meine Antenne ist ein Dipol. Ich werde Ihnen sicher meine QSL-Karte senden. Ich würde mich sehr freuen, wenn ich Ihre Karte bekommen könnte. Ich bin nun QRU. Ich danke Ihnen für dieses nette QSO. Ich hoffe, Ich hoffe, Sie recht bald wieder auf dem Band zu treffen. Beste dreisundsiebenzig (73) und schonste DX — Verbindungen! DL1GN, YO3RF geht zum letzten Mal auf Ihren Empfang. Bitte, kommen!

Cîteva sfaturi practice. Vă prezentăm cîteva principii de urmărit în operarea în telefonie a stațiilor de amatori, indiferent de limba folosită.

Ascultați cu atenție banda ! Sînteti tentat în mod natural să răspundeați la semnalele cele mai puternice care se aud, dar ascultați cu grijă pentru a recepta toate chemările și acordați o atenție mai mare emisiunilor de mai bună calitate, chiar dacă sunt mai slabe ca putere, căci nu totdeauna sutele de wați vor reuși performanțe deosebite, ci o stație cu o emisiune bine pusă la punct și un sistem eficace de lucru al operatorului vor dobîndi rezultate mai bune.

Pentru reglajele stației folosiți o antenă fixă, iar „pe antenă” faceți „testuri” numai cînd propagarea nu este favorabilă pe banda respectivă, sau la orele cînd banda nu este aglomerată.

Anunțați indicativul propriu regulat și la intervale frecvente ! În apelul general trebuie să apară cel puțin indicativul stației proprii la 3—5 CQ-uri, 3 apeluri sistematizate sunt preferabile unei singure chemărî lungi. Apelurile cu scurte intervale pentru a asculta banda vor economisi timpul și vor da cele mai bune rezultate.

Pentru identificarea stației transmiteți totdeauna indicativul propriu ultimul. Nu spuneți : „Aici YO2BN care trece pe receptia lui YO5LC!”, ci : „Atențione YO5LC, aici YO2BN trece pe receptie”.

Transmiteți indicativele complet ! Regulamentul de radiocomunicații interne și internaționale nu permite omisiunea de litere sau cifre din indicativul de apel. Nu este corect deci și nici regulamentar să spuneți : „6VG aici 3CM”, ci „YO6VG aici YO3CM”.

Formulați clar și curgător frazele ! Nu amestecați subiectele disparate în mesajele pe care le transmiteți ! Puneți întrebări precise și scurte și treceți frecvent pe receptie pentru a obține răspunsurile !

Evitați repetarea ! Nu repetați corespondentului tot ce v-a transmis el, ca să dovediți că l-ați înțeles ! Spuneți doar că totul a fost recepționat perfect și este suficient.

Vîzela lucrului în telefonie depinde aproape în întregime de experiența și îndemînarea operatorilor respectivi.

Obișnuiați-vă să vorbiți într-un ritm care să fie perfect inteligibil, fără ezitări sau opriri prelungite (fără acele „ăăă”, care enervează pe ascultător și trădează lipsa de spontaneitate a celui care vorbește).

Dați posibilitatea corespondentului să-și noteze diferențele pasaje mai importante din mesajul dv. (puterea stației, numele dv., localitatea etc.).

Folosiți sistemul de lucru „break-in” ! Comandați stația cu dispozitive de trecere rapidă de pe emisie pe receptie, astfel ca să puteți răspunde instantaneu corespondentului, cînd acesta a trecut pe receptie. Aceasta vă va ajuta să reduceți lungimea mesajelor și întregul QSO să fie mai atractiv ; evitați în acest mod și riscul de a fi interferat în

Timp ce transmiteți și deci să vorbiți fără folos în timp ce partenerul se străduiește să vă urmărească prin QRM.

Gândiți-vă totdeauna cînd lucrați în sonie, că nu sunteți la microfonul unei stații de radiodifuziune sau de radioficare, vorbind pentru a fi ascultat de alții, sau pentru plăcerea de a vă auzi vorbind singur! Cu o stație de radioamator se fac legături bilaterale și ambii corespondenți au drepturi egale! Numai astfel legăturile vor fi interesante și dumneavoastră veți fi apreciat ca operator.

Controlați-vă frecvența! Transmiteți numai cînd există probabilitatea de a fi recepționat în bune condiții, alegîndu-vă frecvențe libere. Prinț-un control rapid și des al frecvenței și o sistematizare a lungimii și conținutului mesajelor, veți dobîndi o practică foarte eficace în operarea stației.

Păstrați modulația constantă! Vorbiți la o distanță potrivită de microfon și totdeauna în fața lui, căci altfel se produc variații supărătoare de amplificare.

Păstrați liniște în cameră cînd se emite; în primul rînd aceasta vă va ajuta să ascultați cu atenție banda și apoi veți evita suprapunerea clieritelor zgomote din camera dv. peste emisiune, care sunt destul de nepăcute pentru partener.

Folosiți alfabetul fonetic convențional! De câte ori apare o indoială în înțelegerea corectă a indicativelor de apel, a numerelor proprii, locaților etc., folosiți alfabetul fonetic așa cum este indicat în broșura „Tratiseul de radioamator” vol. I. De exemplu indicativul YO3RD, se va pronunța astfel: Yokohama Oslo 3 Roma Danemarca.

Folosiți caietul de stație! În afară de obligația regulamentară de a nota pe scurt conținutul unei legături în telefonie, acesta ne mai ajută să însemnăm diversele întrebări ale corespondentului pentru a-i putea răspunde complet și prompt.

* * *

În ultima vreme se utilizează sistemul de lucru „în grup”; mai mulți amatori — din aceeași țară, sau din țări diferite — sunt reuniți împreună în același QSO, în care fiecare operator vorbește pe rînd, iar ceilalți ascultă.

Acest mod de lucru, dacă este bine condus de unul dintre amatori (în general de cel pe care toți ceilalți îl aud cel mai bine), prezintă o serie de avantaje. De regulă, toate stațiile se găsesc pe aceeași frecvență, astfel ca să se reducă cît mai mult interferența. În cazul cînd toate stațiile pot trece rapid de la emisie la recepție, QSO-ul devine foarte animat și interesant, oferind fiecărui ocazia de a emite fără să-și aștepte prea mult rîndul.

Dar lucrul „în grup” poate deveni și foarte nepăcat, dacă nu este bine condus și dacă operatorii nu țin seama de drepturile egale pe care

le au tuți deopotrivă. Mesajele trebuie formulate scurt și concis. Așa cum nu este placut de a aștepta rîndul, nu faceți pe alții să vă aștepte ! Nu profități de faptul că nu puteți fi oprit cînd vorbiți la microfon !

Nu jenați un întreg QSO cu emisiunea dumneavoastră ! Dacă doriți să participați într-un QSO în timp ce acesta este în curs, semnalati-vă scurt prezența la momentul oportun și nu intrați în QSO pînă ce nu ați fost invitați !

În sfîrșit, cîteva recomandări finale pentru soniști : păstrați o atitudine sobră și demnă cînd vorbiți în fața microfonului ! Nu uitați că în sonie vă poate asculta oricine, cu un aparat obișnuit de radio, chiar dacă nu este radioamator, atît în țară, cît și peste hotare și reputația dumneavoastră personală ca operator, cît și prestigiul mișcării radioamatoricești din țara noastră depind de modul cum folosim stațiile noastre !

4. Cărți de confirmare QSL.

QSL-ul este un act, un document scris, prin care se confirmă stabilierea unei legături bilaterale prin radio între două stații de emisie sau recepționarea emisiunii unei stații de emisie de către o stație de recepție.

În general, un QSL are aspectul unei cărți poștale special tipărite, conținând datele necesare confirmării legăturii sau recepției efectuate, și ilustrată cu o vedere, o fotografie sau cu un desen, pentru a fi cît mai atrăgătoare. QSL-ul este deci „cartea de vizită“ a oricărei stații de radioamator și de aceea el trebuie să aibă o formă corespunzătoare din toate punctele de vedere.

Orice radioamator posesor al unei autorizații (licențe) de emisie sau orice membru confirmat într-o organizație de radioamatori, și posedând un indicativ de apel, are dreptul de a-și tipări QSL-uri cu indicativul care i-a fost atribuit.

Cum se completează un QSL ? În primul rînd QSL-ul are tipărit, cît mai vizibil, indicativul stației pe care o reprezintă și apoi o serie de rubrici tip, scrise în cod „Q“ sau prescurtări, care sunt completate de trimițător pentru fiecare caz în parte.

Iată datele strict necesare, care nu pot lipsi de pe un QSL :

Indicativul complet al stației căreia î se adresează.

Data la care a fost efectuată legătura sau recepția.

Ora locală, MSK (ora Moscovei), GMT (ora Greenwich) etc.

Banda sau gama de frecvențe pe care s-a stabilit legătura.

Tipul emisiunii : telegrafie, telefonie etc.

Controlul tehnic asupra modului în care s-a făcut recepționarea stației corespondente, dat în scara RST.

Pentru emisiunile de tip A₃ se indică R și S și un control asupra calității modulației în scara M (1—5), sau F (1—9).

Tipul stației de emisie folosită în momentul legăturii (numărul etajelor, putința, felul modulației etc.).

Tipul aparatului de recepție.

Tipul antenei utilizate.

O rubrică de observații generale în care mai pot fi menționate indicații suplimentare privitoare la recepționare: interferențe (QRM), jading (QSB), paraziți atmosferici (QRN) etc.

De asemenea se înscrie numele operatorului, adresa, localitatea sau situația geografică (prin latitudine și longitudine), eventual altitudinea, rugămintea de a se trimite QSL, sau mulțumiri pentru primire și diverse formule de politețe și salutări.

QSL-ul poate folosi celui care-l primește sub diferite forme: justificarea activității, obținerea de diverse diplome, concursuri etc.

Radioamatorii sunt judecați și apreciați de corespondenții lor de peste hotare după formula de prezentare și promptitudinea în trimiterea QSL-urilor.

De aceea un QSL trebuie completat cu cea mai mare îngrijire, scriindu-l cîteț și numai cu cerneală sau la mașina de scris, fără ștersături sau corecturi, care îi anulează valoarea. Indicativul stației căreia i se adresează se scrie numai cu litere de tipar.

Acolo unde există, în text, mai multe posibilități de raportare se sterg situațiile ce nu corespund, sau se subliniază situațiile ce trebuie arătate.

Stațiile de recepție pot utiliza numai două posibilități de raportarea emisiunilor recepționare:

A₁ hrd=semnalele de telegrafie auzite;

A₃ hrd=semnalele de telefonie auzite.

Stațiile de emisie vor utiliza pentru confirmarea legăturilor efectuate:

A₁ wkd=semnalele de telegrafie lucrate;

A₃ wkd=semnalele de telefonie lucrate;

sau în cazul cînd răspund la QSL-ul primit de la o stație de recepție, vor folosi: „ur crd rcvd”=„cartea d-tale de confirmare primită”.

Evidența primirii și trimiterii QSL-urilor se face pe carnetul de lucru al stației, care are rubrici speciale în acest scop.

Cum se face schimbul QSL-urilor? Schimbul cărților de confirmare constituie o problemă foarte importantă, fiind vorba de zeci și sute de mii de QSL-uri, care circulă prin intermediul serviciilor poștale interne și internaționale din toate țările.

De aceea toate organizațiile și cluburile de radioamatori din lume au organizat servicii speciale asemănătoare celor poștale pentru traficul de QSL-uri, de care pot beneficia gratuit, sau contra unui cost foarte redus, toți amatorii membri ai organizațiilor respective.

Partea a patra

INDICAȚII GENERALE PENTRU INSTRUCTORII RADIOCLUBURILOR

Cursurile de pregătire (formare) a radioamatorilor se organizează de regulă în cadrul fiecărui radioclub, dar ele se pot organiza și în cadrul secțiilor de radioamatorism din asociațiile sportive, școli, licee, palatul sau casa pionierilor și în general acolo unde există o bază materială adecvată acestui scop ca: sală de cursuri, generator de ton, manipulațoare, căști, materiale pentru învățarea electro și radiotehnicii, aparate de măsură etc.

Răspunzători de organizarea și desfășurarea acestor cursuri sunt șefii de radiocluburi sau alte persoane din cadrul radiocluburilor. Cursurile organizate în cadrul întreprinderilor, școlilor sau liceelor vor avea un responsabil propriu, dar activitatea acestora va fi controlată și îndrumată de șeful radioclubului care rămâne răspunzător în fața Federației române de radioamatorism, de modul cum se desfășoară activitatea acestor cursuri.

Cursurile vor avea o durată de 6 luni, de preferință din luna octombrie sau noiembrie pînă în luna mai sau iunie a anului următor, deoarece în acest interval de timp cursurile pot fi urmate și de elevi sau studenți.

Disciplinele din cadrul cursurilor vor fi predăte de două ori pe săptămînă, cîte 4 ore pe zi. Zilele vor fi astfel alese, încît să fie convenabile pentru marea majoritate a cursanților.

Pentru frecventarea acestor cursuri va fi atras în special tineretul din școli, licee, facultăți sau întreprinderi care a împlinit vîrstă de minimum 16 ani.

Disciplinele, totalul orelor pentru fiecare, numărul de ore și lecțiile repartizale pe fiecare lună sunt arătate în tabelul anexă.

Evidența predării lecțiilor din cadrul fiecărei discipline, precum și a lectorilor care le-au predat, va fi ținută pe discipline într-un registru special.

În acest sens registrul va avea rubricile următoare: numărul curent, data, disciplina, numărul și titlul lecției (la disciplina „învățarea receptiei și transmiterii semnelor Morse” se va trece numai numărul lecției), numele și prenumele lectorului, semnatura lectorului.

Predarea disciplinei „Regulamente și traficul radioamatorilor” se va face în mod cît mai concret, folosindu-se în largă măsură tabla de scris pe care se vor trece prescurtările sau modelul unei legături scurte bilaterale, precum și generatorul de ton cu care se va transmite textul de pe tablă.

Acest lucru este posibil deoarece, după cum se vede din tabelul anexă, predarea acestei discipline este planificată în luna a patra, cînd elevii au terminat învățarea receptiei tuturor semnelor și sunt deci în măsură să înțeleagă textul transmis de instructor.

În cadrul ultimei lecții din această disciplină se dă și indicații privind tehnica securității la stațiile de radioamatori.

Noțiunile de electro și radiotehnică se vor preda după conținutul fiecărei lecții prevăzut în prezentul manual. Lectorul va căuta să predea în aşa fel încît fiecare noțiune să fie înțeleasă clar și complet de elevi. La anumite intervale de timp (6—7 lecții) va putea da unele lucrări de control pentru a verifica eficiența predării sale și a înălțarea eventualele lacune din cunoștințele elevilor.

Pentru a stimula atenția elevilor și a face în același timp lecțiile cît mai atrăgătoare, se vor executa cît mai multe demonstrații și experiențe practice. În același scop, orele afectate disciplinei „Lucrul practic în laborator” vor fi planificate și se vor desfășura în strînsă legătură cu orele de electro și radiotehnică, îmbinîndu-se astfel activitatea teoretică cu cea practică în laborator.

Ca scop final al activității practice se va urmări ca elevii să fie în măsură să construiască singuri, cu materialele lor sau ale radioclubului, cel puțin un receptor de tip O-V-1 lucrînd în banda de 7 MHz.

În cadrul disciplinei „Învățarea și transmiterea semnelor Morse” s-au dat indicațiile metodice speciale atât la începutul predării, cît și în cadrul unor lecții.

Indicațiile date în prezentul manual — atât cele generale cît și cele din cadrul fiecărei discipline — vor fi respectate în mod obligatoriu de către lectorii sau instructorii care predau aceste discipline.

Şefii radiocluburilor sau membrii comisiilor sportului radio care răspund de problema învățămîntului vor urmări aplicarea și respectarea întocmai a acestor indicații, neadmitînd abateri sau improvizații bazate pe „practica” celor care au mai predat.

INDICAȚII ASUPRA FORMARII RADIOAMATORILOR CA RADIOTELEGRAFIȘTI

Pregătirea și formarea ca radiotelegrafist are o importanță foarte mare în activitatea viitorului radioamator.

Este ușor de înțeles că noțiunea de radioamator include și noțiunea de radiotelegrafist. Oricit s-ar strădui adversarii radiotelegrafiei — aşa-zisii „foniști înversunați” să nege necesitatea învățării transmiterii și receptiei semnelor Morse, nu vor reuși să-și facă adeptii decât în rîndul celor comozi, cu pretenții și mai ales cu veleități foarte limitate de radioamator. În sinea lor aceștia sunt nevoiți să recunoască — vrînd, nevrînd — că dacă au reușit să obțină unele rezultate satisfăcătoare sau chiar bune în activitatea lor, aceste rezultate ar fi fost cu mult superioare, dacă ar fi știut să lucreze și în telegrafie.

Problema cea mai importantă, dar în același timp și cea mai delicată și grea, pentru un bun instructor, o constituie stimularea interesului, a curiozității, a pasiunii tinerilor radioamatori (chiar dacă sunt mai în vîrstă) pentru descifrarea tainelor acestor semnale, „misterioase” la început pentru ei. Această stimulare poate fi realizată prin diferite metode și procedee, funcție de condițiile locale și mai ales de stăruințele depuse de instructor. Cîteva exemple de asemenea metode și procedee pot servi drept ghid.

A. *Metoda lucrului la manipulator, în sală, cu audiere în difuzor, între instructor și un alt radioamator, la viteze mari.* Pentru aceasta, înainte de a se începe traficul între cei doi corespondenți, se scrie pe tablă tot ceea ce urmează să fie transmis (se alege un text mai bogat), se numără cuvintele și semnele ce compun mesajele respective, după care se condensează acest text în prescurtările convenționale ale codului radioamatorilor. Un viitor radioamator — participant la cursul de pregătire a radioamatorilor — dă semnalul începerii traficului, notînd timpul exact când a început lucrul și când s-a terminat. Se calculează acest timp în minute și se arată celor prezenți că într-un timp foarte scurt s-a transmis un număr mare de cuvinte și semne.

Pentru a se arăta superioritatea telegrafiei asupra foniei se transmite din nou același text, dar de data asta în fonie, folosindu-se două stații de radioamatori, cu antene fictive instalate amândouă în sala de cursuri, sau una în sala de cursuri, iar a doua în o încăpere alăturată.

Se calculează iarăși timpul necesar schimbului de informații și se arată astfel că timpul necesar pentru traficul în fonie este cu mult mai mare decât cel pentru lucrul în telegrafie.

Lucrul va începe în ambele situații prin luarea legăturii în telegrafie, respectiv în fonie.

B. Metoda ascultării lucrului în telegrafie între doi radioamatori din fără diferite, recepționați în difuzor. Instructorul va recepta pe una din benzi doi radioamatori care lucrează în telegrafie la viteză de 80—90 semne pe minut și care se aud suficient de puternic și de clar în difuzor. Pentru mai multă sugestivitate, traficul receptiional va fi scris direct pe tablă, astfel încât să poată fi urmărit de toți elevii.

La începerea receptiei va scrie vizibil ora și minutul luării legăturii între cei doi radioamatori și va face același lucru la terminarea traficului.

Va explica apoi elevilor fările de origine ale indicatiilor receptionate, precum și întregul trafic efectuat de cei doi radioamatori, căutând să scoată în evidență claritatea transmisiei, precum și numărul mare de informații reciproce într-un timp relativ scurt.

C. Metoda lucrului demonstrativ între instructor și un radioamator oarecare, în prezența elevilor. Instructorul ascultă la difuzor apelurile lansate de diferiți radioamatori, arată deosebită dințre calitatea transmisiilor fiecăruia, făcind aprecieri pozitive asupra celor care transmit corect și repede și apoi răspunde la apelul celui cu audiția mai clară. Este de preferat să se aleagă un corespondent apropiat (țara sau chiar oraș), pentru a avea o siguranță mai mare a luării legăturii. După ce se face legătura, se realizează un trafic de cîteva minute, după care se scot în evidență aceleasi probleme ca și la punctele A și B.

Pentru a putea și urmărit de toți elevii, instructorul își va prelungi cordoanul manipulatorului de la stație pînă în sala de curs, unde își va instala și receptorul sau difuzorul respectiv. La nevoie, poate îi ajută de un alt radioamator, chemat pentru acest scop.

Indiferent de metoda adoptată, instructorul va căuta să insusule elevilor convingerea că și ei vor putea să lucreze în telegrafie la fel de bine și repede ca și radioamatorii cu experiență.

VARIANTE ASUPRA FORMĂRII RADIOAMATORILOR CA RADIOTELEGRAFIȘTI

De-a lungul dezvoltării telegrafiei și radiotelegrafiei au existat mai multe metode de învățare a semnelor morse; învățarea întii a transmiterii semnelor morse cu înregistrare pe bandă și apoi învățarea receptiei după auz folosind retelele telefonic (model C.F.R. sau M.P.T.), învățarea receptiei și apoi a transmiterii, învățarea concomitentă a receptiei și transmiterii etc.

În cadrul fiecărei metode au existat diferite procedee care duceau la atingerea scopului propus.

În ultimul timp există două variante — cu circulație mai largă — pentru formarea radiotelegrafiștilor și anume :

Varianta I prin care se repartizează un timp mai mare învățării transmiterii semnelor, la manipulare.

Varianta II-a prin care se acordă un timp mai mare învățării receptiei după auz a acestor semne.

Adeptii primei variante consideră că transmiterea este mai greu de învățat, deprinderea de a manipula corect se face într-un timp mult mai lung decât cel necesar receptiei după auz, iar o dată pierdută această deprindere de transmitere se refac cu mult mai greu decât receptia.

Mîna se „strică” ușor și se refac foarte greu, iar o mînă învățată să manipuleze greșit de la început este aproape imposibil de refăcut. Singura soluție ar fi ca cel aflat în această situație să înceapă să învețe să transmită corect cu mîna cealaltă.

Partizanii celei de-a doua variante consideră, din contră, că lucrul cel mai important este receptia după auz și că deci cel mai mult timp trebuie acordat acestei deprinderi.

Aceștia consideră că o dată receptia însușită, ajută în mare măsură și formării deprinderii de a transmite, elevii putându-și corecta greșelile prin autocontrolul transmiterii în cască.

Ambele variante au avantaje și dezavantaje și nu trebuie privită nici una ca fiind „singura adevărată și cea mai bună”.

Realitatea este că aptitudinile oamenilor diferă, urmând o ușurință mai mare în a receptiona și deci învăță transmiterea mai greu (adepții primei variante), iar alții receptionează mai greu și transmit ușor (varianta a doua).

Cit despre cel care nu are aptitudini nici pentru receptie, nici pentru transmitere, acesta pot deveni totuși radioamatori radiotelegrafisti puțind să transmită și să receptioneze pînă la viteza de 60—70 semne pe minut.

Experiența a dovedit că, chiar așa-zisii „afoni”, sau cei cu degetele greoale „înțepenite”, pot lucra în mod satisfăcător la vitezele arătate mai sus.

Prezentul manual nu împinge nici una din cele două variante, în procesul de formare a radioamatatorilor ca radiotelegrafisti, ci funcție de situație și de îndemnarea instructorului de a-și da seama de aptitudinile elevilor, să folosească prima sau a doua variantă.

Un instructor bun, cu experiență și cu simț pedagogic, poate folosi cu o parte din elevi o variantă, iar cu restul elevilor cealaltă variantă.

Pentru buna desfășurare a activității instructorilor se dău în continuare :

— Tabloul cu repartiția în timp a disciplinelor ce urmează a fi predăte în cadrul cursurilor organizate de radiocluburi.

— Conținutul și durata fiecărei lecții din cadrul disciplinelor.

Pentru învățarea transmiterii și receptiei semnelor Morse conținutul și durata lecțiilor sunt arătate chiar în cuprinsul capitolului II din partea întâi.

Repartiția disciplinelor pe lecții și ore

Disciplina	Numărul de ore și lecții repartizate pe fiecare lună						Total ore
	Luna Iintii	Luna a 2-a	Luna a 3-a	Luna a 4-a	Luna a 5-a	Luna a 6-a	
Învățarea receptiei și transmiterii semnelor Morse	$\frac{20}{1 \div 10}$	$\frac{24}{11 \div 21}$	$\frac{22}{22 \div 31}$	$\frac{20}{32 \div 40}$	$\frac{22}{41 \div 51}$	$\frac{22}{52 \div 62}$	130
Noțiuni de electro-tehnică și radiotehnică	$\frac{14}{1 \div 6}$ (2 ore)	$\frac{12}{6(1\text{ oră}) \div 13}$	$\frac{8}{14 \div 17}$ (1 oră)	$\frac{6}{17(1\text{ oră}) \div 20(1\text{ oră})}$	$\frac{8}{20(1\text{ oră}) \div 23(2\text{ ore})}$	$\frac{8}{23(2\text{ ore}) \div 24}$	56
Cunoașterea stației de radioamatori			$\frac{2}{1}$	$\frac{4}{2 \div 3}$			6
Cunoașterea regulamentului și a traficului de radioamatori			$\frac{2}{1 \div 2}$	$\frac{2}{3 \div 4}$	$\frac{2}{5 \div 6}$		6
Lucrul la stația de radioamatori				$\frac{2}{1}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{6}{3}$	12
Total ore	34	36	34	34	36	38	210

Notă: cifrele de la numărător reprezintă totalul orelor afectate pentru luna respectivă, iar cele de la numitor reprezintă numărul lecțiilor ce vor fi predante în acea lună (lecția întâi, a doua, a treia etc.).

CUNOAȘTEREA REGULAMENTELOR ȘI A TRAFICULUI DE RADIOAMATOR

Lecția 1 = 1 oră: Drepturile și îndatoririle radioamatorilor (cap. V).

- Clasificarea stațiilor de radioamatori. Certificatele de radioamatori (cap. II).
- Înființarea, folosirea, mutarea și desființarea stațiilor de radioamatori (cap. III).

Lecția 2 = 1 oră : Condițiile tehnice și de exploatare a stațiilor de radioamatori (cap. IV).

- Controlul stațiilor de radioamatori și sancțiuni (cap. VII).
- Radioamatorii constructori (cap. VI).
- Dispoziții tranzitorii și finale (cap. VIII).

Lecția 3 = 1 oră : Sistemul de raportare a recepției în traficul radioamatorului. Codul RST-M (pag. 496—497).

- Cunoașterea din codul Q a următoarelor expresii : QRG, QRH, QRI, QRJ, QRL, QRM, QRN, QRT, QRZ, QRX, QSL, QSO, QSY, QTC, QTH.

Lecția 4 = 1 oră : Cunoașterea următoarelor prescurtări din codul radioamatorului : ANT, AS, BOX, CALL, CARD-CRD, CQ, CDA-CUAGN, CW, DR, DSW, DX, GA, GB, GD-BJR, GE-BSR, GLD-PSED, GM-BN, HPE, INPUT-INPT, K, LOG, NAME, OK, OM, PSE, RX-RCVR, REPORT-RPRT, SX, TKS-TNX, TOW, TX-XNTR, VY-VERI, WX, ZDR, 73, 88.

Lecția 5 = 1 oră : Completarea documentelor de stație : carnetul de lucru și carnetul de stație. Completarea cărții de confirmare a legăturilor efectuate QSL.

Lecția 6 = 1 oră : Tehnica securității la stațiile de radioamatori. Cunoașterea instrucțiunilor privind normele de protecție și tehnica securității la stațiile de radioamatori.

Notă : Pentru predarea acestei discipline, instructorii se vor folosi de „Regulamentul radioamatorilor”, ed. 1968, care devine material bibliografic obligator.

La predarea fiecărei lecții, instructorul va pune un accent deosebit pe activitatea practică a radioamatorilor, în special la lecțiile a 3-a, a 4-a și a 5-a. La predarea lecției a 6-a instructorul va arăta practic elevilor modul cum se instalează o stație de emisie-recepție, indiferent de condiția de încăpere și amenajare. Se va ține cont în mod deosebit că spațiul pentru instalarea stațiilor pentru radioamatori este în general limitat, mai ales pentru radioamatori care locuiesc în blocuri. De aceea înainte de a predă această lecție, instructorul își va face un plan cu diferite situații mai grele de instalare și va arăta elevilor cum se pot rezolva astfel de situații.

Se va sublinia în mod deosebit importanța unei bune prize de pămînt și se va recomanda să nu se folosească elementele de calorifer drept

priză de pămînt, ci să se construiască o priză fie de la instalația de apă, fie direct în pămînt, la adâncimea și dimensiunile corespunzătoare.

Se va atrage atenția elevilor asupra pericolului prezentat de descărările electrice și deci punerea antenei la pămînt în astfel de situații, sau a suprafațelor întimplătoare care impun existența unor dispozitive de protecție a stației și a celor care o înșupiesc.

În cazul cînd lectorul care predă această disciplină este altcineva decît cel care predă învățarea receptiei și transmiterii semnalelor Morse, va lăsa legătura cu acesta din urmă pentru a-i indica presecurările care urmează să fie recepționate și transmise de elevi în cadrul traficului executat de elevi în sală (lecția 59, 60, 61).

Esențialul este că elevii să nu memoreze mecanic, ci ceea ce au învățat teoretic să aplique în timpul cel mai scurt în practică.

CUNOAȘTEREA STAȚIILOR DE RADIOAMATOR

În predarea acestei discipline se va avea în vedere că în activitatea lor practică radioamatorii vor întîlni diferite stații de emisie-recepție, sau numai receptoare, și că deci nu vor putea învăța în cadrul cursului toate tipurile de stații posibile, mai ales că unele vor fi construite de radioamatori.

Din această cauză, la această disciplină se va însista asupra metodicii în predarea și învățarea de către elevi a elementelor principale ale stației de radioamator, în aşa fel încât înșurarea noțiunilor să constituie o succesiune logică, astfel că la sfîrșit elevii să poată pune în funcțiune unele tipuri de stații de putere mică, pe unde scurte sau ultrasecurte.

De asemenea la predarea lecțiilor se va dace o legătură între elementele stației și lecțiile de electro și radiotehnică predate anterior.

Astfel, cînd se va descrie panoul frontal al unei stații și se va vorbi despre butonul de acord al emișatorului sau receptorului, se vor reaminti și noțiunile despre circuitul oscilant respectiv.

Cînd se va vorbi despre modul alimentării staților se vor reaminti noțiunile despre curentul electric și efectele sale, sursele de alimentare și felul lor.

La denumirea unor tuburi din compunerea stației se vor reaminti pe scurți funcțiile tuburilor electronice, fără a se intra în formule și se va explica funcționarea etajelor la emisie și la recepție în măsura în care elevii trebuie să cunoască mai bine funcționarea stației respective.

Cînd se va vorbi despre instalarea stației și tipul antenei folosite se va face legătura între clasificarea unidelor, propagarea lor și necesitatea alegării unei antene corespunzătoare pentru frecvența dorită la emisie sau recepție.

Intrucit radiocluburile judetene nu au toate același tip de stație, predarea cunoașterii stației se va face folosind tipul de stație aflat în înzestrare.

Se reamintește că scopul final este ca elevii să poată deosebi partea de recepție de cea de emisie, iar în cadrul acestor părți să cunoască modul de punere în funcțiune a fiecărei și folosirea butoanelor respective.

Lecția 1=2 ore. Descrierea generală a unei stații de radioamatori. Descrierea panoului frontal al părții de recepție a stației. Modul de alimentare și sursele folosite. Funcțiunile butoanelor părții de recepție. Tuburile folosite la recepție și funcționarea lor. Conectarea surselor de alimentare. Punerea în funcțiune a receptorului pe una din benzile de radioamatori.

Lecția a 2-a. Descrierea panoului frontal al părții de emisie. Modul de alimentare și sursele folosite. Funcțiunile butoanelor părții de emisie; succesiunea folosirii acestor butoane. Tuburile de emisie și funcționarea lor. Conectarea alimentării și stabilirea ordinii de acordare a etajelor.

Instalarea stației de radioamatori și punerea ei în funcțiune. Acordarea părții de emisie pe una din benzile de radioamatori.

Notă: Instalarea și acordarea stației se va face obligatoriu numai pe una din benzile rezervate radioamatorilor. Operațiunile se vor executa demonstrativ de către instructor, care va folosi fie o antenă fictivă, fie o antenă redusă la o secțiune, ori la un fir de 15—20 cm. În cadrul acestei lecții nu se va executa nici un fel de trafic la stație, ci numai instalarea. Elevii vor fi puși pe rînd să instaleze și să acordeze stația în telegrafie sau în sonie, interzicindu-li-se să vorbească sau să lucreze la manipulator, ilegături încă nu au autorizația de radioamator.

Lecția a 3-a. Verificarea însușirii cunoștințelor de către elevi despre compunerea stațiilor de radioamatori.

Exerciții practice de instalare și punere în funcțiune a stației de radioamatori.

Notă: se vor respecta indicațiile date pentru lecția a doua.

LUCRUL LA STAȚIA DE RADIOAMATOR

Această disciplină va fi predată numai de un radioamator autorizat. Pentru stabilirea legăturii se vor folosi stații de putere mică cu antene numai la receptor, în aşa fel încât recepția semnalelor emise să fie posibilă numai în localul radioclubului.

Elevii vor fi supravegheați ca să folosească numai presecurările din codul radioamatorului. Ca indicative vor folosi indicatiile radioclubului în ceea ce lucrează.

Lecția 1=2 ore. Acordarea stației pe una din benzile rezervate radioamatorilor. Luarea legăturii între doi elevi în camere diferite, folosind antena numai la receptor. Executarea unui trafic redus de radioamatori.

Lecția a 2-a=4 ore. Trafic între elevi la distanțe reduse. Completarea documentelor de stație.

Lecția a 3-a=6 ore. Trafic între elevi la distanțe reduse. Completarea documentelor de stație.

Notă: în timpul cînd doi elevi sunt la lucru la stație, restul elevilor vor receptiona la diluzor traficul realizat de elevi.

Instructorul va puie pe elevi că comutează modul de lucru, insistîndu-se asupra părților negative, care trebuie înălțurate, atât la transmitere, cât și la completarea documentelor la stație.

ELEMENTE DE ELECTROTEHNICA ȘI RADIOTEHNICA

Lecția 1=3 ore : Fenomenele fundamentale și legile curentului electric continuu :

1. Construcția materiei. Electronul. Corpuri bune conducătoare și cele conducătoare de electricitate. Curentul electric continuu.

2. Unități de măsură, coulombul, amperul, voltul. Forța electro-motoare. Voltul, ohmul. Legea lui Ohm. Legile lui Kirchoff. Legarea rezistențelor. Joulul. Legea lui Joule-Lenz. Faradul. Condensatoare. Legarea condensatoarelor. Rezistențe și condensatoare utilizate în radiotehnică.

Lecția a 2-a=2 ore : Fenomene magnetice și electromagnetismul :

1. Magneți permanenți. Cimp magnetic, linii de forță.

2. Cimpul magnetic al curentului electric. Solenoidul, electromagnetul.

3. Inducția electromagnetică; inducția proprie și cea mutuală.

4. Legarea bobinelor în serie și în paralel.

Lecția a 3-a=3 ore : Curentul alternativ :

1. Definiție. Mărimi caracteristice.

2. Comportarea rezistențelor, condensatoarelor și bobinelor în circuitele de curent alternativ. Factorul de putere.

3. Transformatoarele electrice. Construcția și modul lor de utilizare.

Lecția a 4-a=2 ore : Surse de curent electric :

1. Pile și acumulatoare. Legarea elementelor în serie și paralel.

2. Mașinii electrice. Generatoare și motoare electrice.

3. Convertizoare și vibratoare.

Lecția a 5-a=2 ore : Aparate electrice de măsură și control :

1. Noțiuni de bază. Sistemele aparatelor de măsură : magnetoelctrice, electromagnetice, termice.

2. Măsurarea intensității curentului.

3. Măsurarea tensiuni.

4. Măsurarea rezistențelor.

5. Manometre.

Lecția a 6-a=3 ore : Oscilația și circuitele oscilante :

1. Noțiuni generale despre oscilații, amplitudine, perioadă, frecvență.

2. Circuit oscilant. Componere, funcționare.

3. Cuplarea circuitelor oscilante.

4. Ecranarea circuitelor.

5. Calculul și realizarea practică a circuitelor oscilante. Tipuri de bobine. Comutarea bobinelor.

Lecția a 7-a=1 oră : Undele electromagnetice :

1. Formarea undelor electromagnetice.

2. Clasificarea undelor electromagnetice.

3. Propagarea undelor radiofonice.

Lecția a 8-a=3 ore : Antenele :

1. Antena — circuit oscilant deschis.

2. Lungimea de undă și frecvența proprie.

3. Distribuirea curentului și tensiunii de-a lungul antenei.

4. Radiația antenelor. Directivitatea.

5. Caracteristicile principale ale antenelor.

6. Linii de alimentare.

7. Cuplarea antenelor.

8. Antene directive.

9. Antene pentru unde scurte. Antene de emisie, antene de recepție.

Lecția a 9-a=2 ore : Tuburile electronice : Dioda :

1. Emisiunea termoelectrică.

2. Construcția diodei.

3. Funcțiile diodei.

4. Înlocuirea diodei.

Lecția a 10-a=2 ore : Trioda :

1. Construcția și principiul de funcționare.

2. Funcțiile triodei.

3. Caracteristicile triodei.

4. Parametrii triodei.

Lecția a 11-a=1 oră : Tetroda :

1. Construcție și funcționare.

2. Utilizarea tetrodeelor în montajul radio.

3. Caracteristicile și parametrii tetrodei.

Lecția a 12-a=1 oră : Pentoda :

1. Construcția și funcționarea pentodei.

Lecția a 13-a=1 oră : Tuburi complexe. Tuburi de neon.

Lecția a 14-a=1 oră : Catalogul de tuburi electronice..

Lecția a 15-a=3 ore : Tranzistoarele :

1. Introducere.

2. Principiul de funcționare al diodelor.

3. Principiul de funcționare al tranzistoarelor.

4. Construcția tranzistoarelor.

Lecția a 16-a=3 ore : Alimentarea aparatului radio :

1. Surse de alimentare. Generalități.

2. Redresoare.

3. Dispozitive de redresare.

4. Scheme pentru redresarea unei singure alternație.

5. Scheme pentru redresarea ambelor alternație.

6. Scheme cu dublare de tensiune.

7. Filtre.

8. Redresoare cu gazotroane.

9. Calculul filtrului redresorului cu gazotroane.

10. Surse de alimentare pentru aparatura portabila.

Lecția a 17-a=2 ore : Aparate electroacustice.

1. Aparat pentru transformarea undelor sonore în curenți de audio-frecvență.

2. Aparate pentru convertirea curenților de audiofrecvență în unde sonore.

Lecția a 18-a=2 ore : Amplificatoarele de audiofrecvență :

1. Definiție. Parametrii de bază.

2. Tipuri de etaje amplificatoare.

3. Reglaje în amplificatoare.

Radioreceptoarele

Lecția a 19-a=2 ore : Radioreceptoare de unde scurte :

1. Generalități.

2. Caracteristicile fundamentale ale radioreceptoarelor.

3. Receptoare cu amplificare directă.

4. Superheterodina.

Lecția a 20-a=2 ore : Radioreceptoare de unde ultrascurte :

1. Receptoare cu amplificare directă. Superreacția.

2. Receptoare superheterodină pentru unde ultrascurte.

Radioemisătoarele

Lecția a 21-a=4 ore : Radioemisătoare de unde scurte.

1. Generalități.
2. Oscilatorul pilot.
3. Etajul separator (buffer).
4. Etajele intermedie.
5. Etajul final (amplificatorul de putere).
6. Neutralizarea.
7. Modulația și manipulația radioemisătoarelor.

Lecția a 22-a=1 oră : Laboratorul radioamatatorului :

1. Scule de primă dotare. Amenajarea laboratorului.

Lecția a 23-a=4 ore (practică) : Lucrări practice :

1. Confectionarea șasiurilor.
2. Executarea conexiunilor.
3. Verificarea radioreceptoarelor și amplificatoarelor.
4. Alinierea radioreceptoarelor.

Lecția a 24-a=6 ore : Montaje radio :

1. Receptor O.V.I pentru unde scurte.
2. Superheterodină simplă cu detectie pe grilă.
3. Superheterodină cu dublă schimbare de frecvență.
4. Emisător de 15 W.
5. Emisător de 50 W.
6. Adaptor pentru 144—146 MHz.
7. Emisător-receptor pe 144 MHz.

Noțiune: Lecțiile de electrotehnică vor avea un caracter și mai practic. În acest scop instructorul va aduce în mod obligator la fiecare lecție piese sau apărate suficiente pentru ilustrarea noțiunilor teoretice. Vor fi prezentate cursanților spre documentare părți telefonice, acumulatori, apărate de măsură, rezistențe electrice de diferite tipuri, bobine pentru diferențe lungimi de undă și de diferențe construcții.

Noțiunile teoretice privind legarea în serie, paralel sau mixt a rezistențelor electrice, bobinelor sau condensatoarelor vor fi exemplificate și prin folosirea concretă a diferitelor tipuri din materialele ce fac obiectul lecției respective.

La predarea noțiunilor despre antene se vor prezenta diverse machete și tipuri de antene folosite de radioamatatori (pentru U.S., U.U.S., „vînătoare de vulpi” etc.).

În cadrul lecțiilor privind componerea și funcționarea tuburilor electronice vor fi prezentate mai multe modele din fiecare tip, executindu-se și montaje practice. Pentru economie de timp machetele ca montajele respective vor fi pregătite din timp.

Lecțiile a 23-a și a 24-a vor fi predăte în laboratorul radioclubului. În cadrul acestor lecții se va urmări ca elevii să se deprindă cu activitățile practice respective și în special cu metodica executării lor. În acest sens, instructorul va explica — eventual va scrie pe tablă — succesiunea lucrărilor ce urmează să fie făcute, explicând, în cîteva cuvinte, ce anume se urmărește prin executarea fiecărei.

Esențialul este ca la terminarea cursului elevii, în afară de noțiunile teoretice, să capete și deprinderi practice, satisfăcătoare pentru realizarea unor montaje nu prea complicate, necesare activității lor de vizitori radioamatori.

CUPRINS

Introducere	3
Partea întii	
ELEMENTE DE ELECTROTEHNICĂ ȘI RADIOTEHNICĂ	
Capitolul I	
Fenomenele fundamentale și legile curentului electric	
1. Constituția materiei. Electronul	9
2. Unitățile de măsură Semnificația și intrebuințarea lor.	12
3. Rezistențele	23
4. Condensatoarele	28
Fenomenele magnetice și electromagnetismul	36
1. Magnetii permanenți. Cimpul magnetic	36
2. Cimpul magnetic al curentului electric. Solenoidul. Electromagnetul	39
3. Inductia electromagnetică. Inductia proprie și inducția mutuală	42
4. Legarea bobinelor în serie și în paralel	45
Curentul alternativ	47
1. Definiție. Mărimi caracteristice	47
2. Comportarea rezistențelor, condensatoarelor și bobinelor în circuitele de curent alternativ. Factorul de putere	49
3. Transformatoarele electrice	53
Surse de curent electric	65
1. Pila și acumulator. Legarea elementelor în serie și în paralel	65
2. Mașini electrice	70
3. Convertizoare și vibratoare	71
Aparate electrice de măsură și control	73
1. Noțiuni de bază	73
2. Măsurarea intensității curentului	78
3. Măsurarea tensiunii curentului	78
4. Măsurarea rezistențelor	79
5. Mavometrele	80

Oscilația și circuitele oscilante	1. Noțiuni generale despre oscilații
	2. Circuite oscilante
	3. Cuplarea circuitelor oscilante
	4. Ecranarea circuitelor
	5. Calculul și realizarea practică a circuitelor oscilante
Undele electromagneticice	1. Formarea undelor electromagneticice
	2. Clasificarea undelor electromagneticice
	3. Propagarea undelor radiofonice
	4. Utilizarea undelor radiofonice

Capitolul II

Antene

1. Antena – circuit oscilant deschis
2. Lungimea de undă și frecvența proprie
3. Distribuția intensității și tensiunii de-a lungul antenei
4. Radiația antenelor. Directivitatea
5. Caracteristicile principale ale antenelor
6. Liniile de alimentare
7. Cuplarea antenelor
8. Antene directive
9. Antene pentru unde scurte

Capitolul III

Tuburi electronice

1. Dioda. Emisiunea termoelectrică
2. Construcția diodeli
3. Funcțiile diodeli
4. Înlocuitorii diodeli
5. Trioda. Construcția și principiul de funcționare
6. Funcțiile triodei
7. Caracteristicile triodei
8. Parametrii triodei
9. Tetroda. Construcție și funcționare
10. Utilizarea tetrodeelor în montajele radio
11. Caracteristicile și parametrii tetrodei. Emisiunea secundară
12. Pentoda. Construcție și funcționare
13. Tuburi complexe
14. Tubul cu neon
15. Catalogul de tuburi electronice

Tranzistoarele

1. Introducere
2. Principiul de funcționare a diodelor
3. Principiul de funcționare a tranzistoarelor
4. Construcția tranzistoarelor

Capitolul IV

Alimentarea aparatului radio

1. Surse de alimentare. Generalități
2. Redresoare
3. Dispozitive de redresare

4 Scheme pentru redresarea unei singure alternanțe	198
5 Scheme pentru redresarea ambelor alternanțe	201
6 Scheme cu dublare de tensiune	204
7 Filtre	206
8 Redresoare cu gazotroane	209
9 Calculul filtrului redresorului cu gazotroane	210
10 Surse de alimentare pentru aparatatura portabila	212
11 Baretoarele	214

Capitolul V

Aparate electroacustice

1 Aparate pentru transformarea undelor sonore in curenți de audio-frecvență	216
2 Aparate pentru convertirea curenților de audiofrecvență în unde sonore	224

Capitolul VI

Amplificatoare de audiofrecvență

1. Definiție. Parametri de bază	229
2. Tipuri de etaje amplificatoare	230
3. Amplificatoare de rezistență	232
4. Amplificatoare de putere	237
5. Reglaje în amplificatoare	242

Capitolul VII

Receptorul de unde scurte

1. Generalități	245
2. Caracteristicile fundamentale ale radioreceptoarelor	247
3. Receptoare cu amplificare directă	249
4. Superheterodine	262

Radioreceptoare de unde ultrascurte

1. Receptoare cu amplificare directă. Superreacția	286
2. Receptoare superheterodină pentru unde ultrascurte	288

Capitolul VIII

Radioemisătoare de unde scurte

1. Generalități	290
2. Oscilatoare pilot	291
3. Etajul separator (buffer)	306
4. Etajele intermedii	307
5. Etajul final (amplificatorul de putere)	308
6. Neutrodiinarea	312
7. Modulația și manipulația radioemisătoarelor	314

Capitolul IX

Laboratorul radioamatorului

1. Sursă de primă dozare. Amenajarea laboratorului	329
2. Antena și priza de pămînt	331
3. Confectionarea șasijurilor	336

4. Executarea conexiunilor	338
5. Verificarea radioreceptoarelor și amplificatoarelor	342
6. Alinierea radioreceptoarelor tip superheterodină	351
7. Eșalonarea radioreceptoarelor	355
Montaje radio	358
1. Receptor O-V-I pentru unde scurte	358
2. Superheterodină simplă, cu detecția pe grilă	361
3. Superheterodină cu cinci tuburi și reacție pozitivă	367
4. Superheterodină cu dublă schimbare de frecvență	373
5. Emițător de 15 W	378
6. Emițător de 50W	385
7. Adaptor pentru 144 — 146 MHz	391
8. Receptor superheterodină pentru 144 — 146 MHz	391
9. Emițător U.S. pentru 145 MHz	395
10. Generatoare de ton	398
11. Un aparat util: rezonanțmetrul	402
12. Undametrie cu absorbție	407

Capitolul X

Perfurbarea receptiei emisiunilor de radio și televiziune	416
Reducerea armonicilor generate	416
Alegerea circuitelor și așezarea pieselor	416
Prevenirea radiației emițătorului	418
Prevenirea radiațiilor armonicilor de către antenă	419
Filtre	420

Partea a doua

RADIOTELEGRAFIE

Capitolul I

Metodica învățării transmiterii la manipulator

1. Scopurile și etapele de învățare	425
2. Transmiterea semnelor alfabetului morse	426
3. Așezarea și apucarea manipulatorului	430
4. Învățarea transmiterii semnelor scurte	434
5. Învățarea transmiterii semnelor lungi	435
6. Învățarea transmiterii semnelor alfabetului morse	436
7. Creșterea vitezei de transmitere	439
8. Organizarea ședințelor de învățare a transmiterii semnelor alfabetului morse	440

Procesul învățării receptiei după auz a semnelor alfabetului morse

1. Viteza de transmitere a semnelor la învățarea receptiei alfabetului morse	441
2. Învățarea receptiei semnelor morse	442
3. Creșterea vitezei de receptie	444
A. Metodele creșterii vitezei de receptie după auz	444
B. Metoda fixării vitezei de receptie	446
C. Desfășurarea ședințelor pentru creșterea vitezei de receptie după auz	447

Capitolul II

Învățarea receptiei după auz a transmiterii la manipulator a semnelor morse

— Texte ce urmăză a fi învățate la receptie și transmitere	448
--	-----



EDITURA STADION