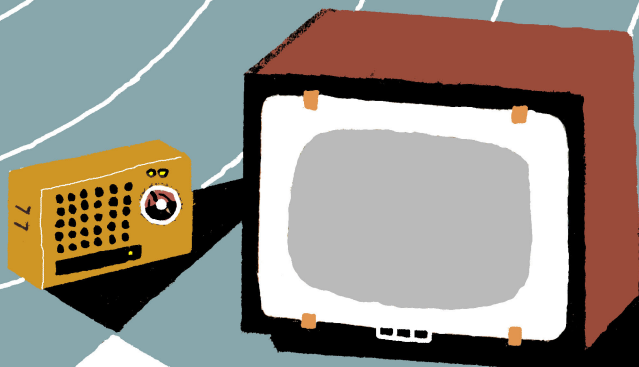


COLECȚIA RADIO ȘI TELEVIZIUNE



NICOLAE PATRAȘ

ALIMENTAREA APARATURII RADIO DE MICA PUTERE

Ing. NICOLAE PATRAȘ

ALIMENTAREA APARATURII RADIO DE MICĂ PUTERE



EDITURA TEHNICĂ
București — 1962

Broșura conține sumare explicații teoretice și date practice asupra surselor clasice și mai noi de alimentare electrică a aparaturii radio de mică putere. Sînt descrise sursele chimice (pile electrice, baterii anodice, acumulate electrice). Se prezintă alimentarea instalațiilor radio de la rețeaua de curent alternativ (dîndu-se indicații de construire a redresoarelor) și de la rețeaua de curent continuu (vibratoare, convertizoare, grupuri electrogene, generatoare termoelectrice ș.a.).

Este tratată și alimentarea aparaturii radio cu tranzistoare.

Broșura conține date asupra surselor de alimentare mai noi: microacumulatorul argint-zinc, acumulate cu gaz, elemente fier-cărbune, acumulate alcaline miniaturizate, bateria solară, bateria atomică, convertizoare termoionice ș.a.

Se adresează radioamatorilor, tehnicienilor radio și posesorilor de aparate de radiorecepție din mediul rural.

Pentru orice observații, propuneri și sugestii, cititorii sînt rugați să se adreseze Editurii Tehnice, București, Oficiul P.T.T.R. 45, str. Știrbei Vodă nr. 37.

PREFAȚĂ

Alimentarea aparaturii radio de mică putere prezintă un interes larg, deoarece ea intră în preocupările marii mase de posesori de aparate de radio (în special cei din mediul rural, din satele încă neelectrificate), radioamatorilor și tehnicienilor radio.

Interesul pentru cunoașterea surselor de alimentare trebuie privit din două puncte de vedere: pe de o parte, de a se cunoaște și folosi cu mai bun randament sursele clasice de alimentare electrică în uz general, pe de altă parte, de informare asupra surselor noi de alimentare.

Editura Tehnică a căutat ca prin această broșură să răspundă tocmai acestor necesități.

Astfel, sînt date indicații de realizare acolo unde este posibil, dar mai ales de exploatare, asupra surselor electrice de alimentare a aparaturii radio de mică putere. S-a avut în vedere și alimentarea aparaturii cu tranzistoare, care se va dezvolta în mare măsură în țara noastră, o dată cu intrarea în funcțiune a fabricii de semiconductoare.

Broșura informează și asupra surselor de alimentare mai noi ca: microacumulatoare, bateria solară, bateria atomică ș.a.

Editura Tehnică are convingerea că această broșură va fi de ajutor în special radioamatorilor începători și posesorilor de aparate de radiorecepție din mediul rural.

EDITURA TEHNICĂ

INTRODUCERE

Aparatura radio modernă conține montaje complexe în care intră piese și circuite ce se combină cu tuburile electronice. În ultimul timp a luat o largă dezvoltare aparatura care conține semiconductoare (diode semiconductoare și tranzistoare) și amplificatoare magnetice.

Aparatura radio de mică putere — radioreceptoarele, emițătoarele, televizoarele, amplificatoarele de toate categoriile (de picup, magnetofon, gitară, proteză auditivă și stații de radioamplificare etc.) ș.a. — toate aceste aparate consumă energie atât sub formă de curent continuu cât și sub formă de curent alternativ. Curentul continuu se folosește pentru alimentarea filamentelor, circuitelor anodice și de ecran ale tuburilor electronice, pentru alimentarea tranzistoarelor, pentru negativarea grilelor, pentru alimentarea microfoanelor sau a laringofoanelor. Curentul alternativ se folosește pentru alimentarea filamentelor tuburilor electronice, a amplificatoarelor magnetice, a electromotoarelor etc.

Puterile cerute de aparatele și instalațiile radio tratate în această carte sînt cuprinse între cîțiva miliwați (cazul alimentării aparaturii cu tranzistoare) și cîteva sute de wați (televizoare, emițătoare radio). Tensiunile sînt cuprinse între cîțiva volți (tranzistoare) și sute de volți (anozii emițătoarelor radio).

Curenții necesari unei astfel de aparaturi au valori cuprinse între fracțiuni de miliamper și sute de miliamperi.

Aparatura radio actuală necesită alimentări stabile (tensiuni și curenți stabili) atât cînd alimentarea se face de la surse de curent alternativ cât și de la surse de curent continuu.

Ca surse de alimentare în curent continuu se folosesc: sursele chimice care conțin elemente galvanice, bateriile anodice și acumulatorii. Acumulatorii au avantajul că pot fi încărcate și descărcate, deci energia chimică se transformă în energie electrică și invers, pe cînd elementele galvanice transformă energia chimică în electrică pînă la epuizare (procesul nu se poate repeta).

Generatoarele de curent continuu pot fi puse în mișcare de un motor cu explozie — grup electrogen, de energie electrică — convertizoare, de energia vîntului — generator eolian, de energia apelor curgătoare etc.

Tot în categoria surselor de curent continuu intră și termogeneratoarele; în aceste surse energia termică (de la soare, flacăra etc.) se transformă în energie electrică. Aceste surse se mai numesc și termoelemente.

Curentul continuu mai poate fi obținut și din curent alternativ folosind redresoare, sau generatoare de curent continuu.

Aparatura radio de putere mică folosește pe scară mai largă energia sub forma curentului continuu (90—95% la receptoare și 75—80% la emițătoare) decât energia sub forma curentului alternativ.

Varietatea de piese, circuite și tuburi electronice cere tensiuni de diferite valori.

Sursa primară de energie cea mai răspândită la noi în țară este rețeaua de curent alternativ. Curentul continuu se obține cu ajutorul redresoarelor electronice.

Pentru alimentarea instalațiilor radio mobile (emițătoare radio de amatori, receptoare portabile, instalațiile de cinematograf etc.), de cele mai multe ori ca surse de bază se folosesc sursele chimice de curent, dar se pot folosi și grupuri electrogene, care formează rețele autonome.

Frecvența rețelelor de curent alternativ este de 50 Hz; la rețelele autonome se pot folosi frecvențe mai mari (de obicei, 400 Hz), pentru a micșora greutatea și dimensiunile transformatoarelor, filtrelor și a altor elemente din redresor.

Sursele chimice de curent constituie sursa primară de energie în foarte multe instalații radio și uneori sînt chiar sursa de energie de rezervă pentru cazurile de avarie. Pentru tensiuni înalte se folosesc vibratoare, convertizoare sau transformatoare de curent continuu cu tranzistoare, la care sursa de bază este o sursă chimică de curent.

Sistemele moderne de alimentare a aparaturii radio trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- siguranță în funcționare, adică lucru fără întreruperi în cazul diferitelor regimuri ale sarcinii și la diferite condiții climaterice;

- dimensiuni și greutate mică;

- să fie economice, adică randamentul sursei de alimentare să fie cît mai mare, deci sistemul să introducă pierderi cît mai mici;

- să permită o exploatare ușoară.

Din analiza acestor condiții reiese care din sursele de alimentare prezentate sînt mai potrivite pentru diferite situații.

CAPITOLUL 1

SURSELE CHIMICE DE CURENT FOLOSITE PENTRU ALIMENTAREA APARATURII RADIO

1. Generalități

Prin surse chimice de curent se înțeleg acele dispozitive în care energia proceselor chimice se transformă în mod direct în energie electrică. Energia electrică astfel obținută poate fi transmisă cu ajutorul conductoarelor și utilizată în instalațiile radio.

Sursele chimice de curent pot fi de două tipuri: reversibile și ireversibile.

Surselor reversibile, după ce au fost folosite, li se poate transmite din afară energia electrică, formînd astfel substanțele chimice active inițiale și deci sursa poate debita din nou energie electrică. Acumulatorul este o sursă reversibilă. La acumulator, pe timpul încărcării, energia electrică se transformă în energie chimică. Cînd acumulatorul debitează curent, atunci energia chimică se transformă în energie electrică (se descarcă).

Sursele ireversibile nu pot fi încărcate; ele pot fi folosite doar atît timp cît au energie chimică conținută în substanțele chimice ce le compun. În această categorie intră elementele galvanice, care se mai numesc și elemente primare, acumulatelele numindu-se și elemente secundare.

Bateriile anodice se construiesc din elemente galvanice. Sursele chimice de curent care se folosesc în instalațiile radio-tehnice de mică putere trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— sistemul electro-chimic folosit să dea o forță electromotoare (f.e.m.) maxim posibilă;

- rezistența internă a sursei de curent să fie cît mai mică;
- descărcarea sursei cînd nu este folosită să fie minimă;
- durata de funcționare a sursei chimice de curent să fie cît mai mare;
- costul materialelor și substanțelor chimice din care se confecționează o astfel de sursă să fie cît mai mic;
- exploatarea și întreținerea surselor să se poată face ușor și economic;
- gabaritul și greutatea surselor să fie mici, astfel ca să poată fi transportate ușor.

Elementele galvanice se folosesc pentru alimentarea aparaturii radio de mică putere. Astfel, pilele se folosesc pentru alimentarea filamentelor tuburilor electronice din radio-receptoare, emițătoare, stații de amplificare. Bateriile de tensiune mică (de buzunar) se folosesc pentru alimentarea aparatelor cu tranzistoare (radioreceptoare, emițătoare, amplificatoare pentru proteze auditive etc.). Bateriile de tensiuni mai mari (90 V) se folosesc pentru alimentarea anozilor și grilelor-ecran ale tuburilor electronice din receptoare, amplificatoare, emițătoare etc. Aparatele de măsură folosesc și ele elemente galvanice. Uneori, elementele galvanice sînt folosite ca etaloane de tensiune în schemele electronice de stabilizare a tensiunii.

Acumulatorii se folosesc pentru alimentarea filamentelor tuburilor din radioreceptoare și emițătoare. De cele mai multe ori, acumulatorii se folosesc ca surse primare de energie într-o instalație radio care alimentează atît filamentele tuburilor cît și un vibrator sau convertizor ce dau înaltă tensiune pentru anozii și grilele-ecran ale tuburilor electronice. De asemenea, acumulatorii pot lucra tampon, adică sînt instalate între o altă sursă de energie electrică (redresor, generator) și aparatura sau instalația radio cu scopul de a se aplica pe aceasta o tensiune stabilă. Stabilizarea se realizează datorită rezistenței interioare mici a acumulatorului față de redresor, acesta preluînd astfel toate fluctuațiile de tensiune. Dacă generatorul ar debita direct în sarcină, atunci turația lui, deci și tensiunea de alimentare, ar varia o dată cu sarcina. Dacă sarcina este un emițător, atunci consumul de energie este diferit după regimul de lucru, antenă etc.

2. Pile electrice

a. Generalități

Pila este o sursă chimică de curent electric, compusă din electrolit și doi electrozi de natură chimică diferită, sau care au stări fizico-chimice diferite.

Reacția chimică care are loc în zona de contact a electrolitului cu electrozii are ca efect apariția unor potențiale electrice. Uneori electrozii sînt în contact cu electroliti de diferite compoziții, separați prin diafragme poroase, pentru a menține legătura electrică prin pori.

În fig. 1.1 se prezintă o pilă electrică.

Sensul convențional al curentului în circuitul exterior este acela al sensului de deplasare a particulelor pozitive și este invers sensului deplasării electronilor. Trecerea curentului electric este însoțită de formarea și descărcarea la cei doi electrozi a ionilor proveniți din ionizarea atomilor electrozilor și din disocierea moleculelor electrolitului.

Curentul electric exterior circulă prin conductor metallic, pe cînd în electrolit transportul sarcinilor se face prin conductoare ionice.

Pilele sînt ireversibile, adică în acestea nu se pot repeta reacțiile chimice. În mod practic, ele pot fi utilizate numai pînă la epuizarea materiilor active. Materiile active nu pot fi regenerate prin metode simple, cum ar fi de exemplu reîncărcarea de la o sursă exterioară.

Caracteristicile electrice ale pilelor. Pilele electrice au anumite caracteristici electrice (parametri electrici) care dau

indicații asupra performanțelor acestora. Aceste caracteristici electrice ale pilelor sînt: forța electromotoare, tensiunea, rezistența interioară și capacitatea pilei.

Forța electromotoare (f.e.m.) este cauza care provoacă curentul electric în circuitele exterior și interior ale pilei. Pila care are f.e.m. cea mai mare dă energia cea mai mare,

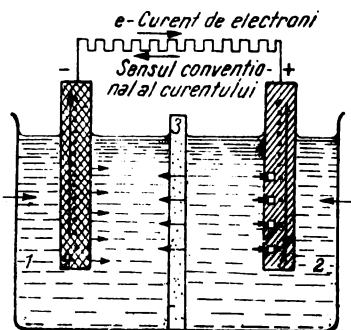


Fig. 1.1. Schema unei pile:
1 — compartiment anodic; 2 — compartiment catodic; 3 — diafragmă;
4 — anod; 5 — catod.

deoarece energia electrică este proporțională cu f.e.m. Astfel:

$$W = Q \cdot E,$$

unde W este energia electrică (jouli), Q — cantitatea de electricitate (coulombi), E — f.e.m. a pilei (volți).

F.e.m. este diferența de potențial între electrozi atunci când pila nu furnizează curent. O pilă bună are o f.e.m. mare și aceasta se menține constantă pe timpul descărcării. F.e.m. se poate măsura cu un voltmetru cu rezistență proprie mare, pentru ca prin el să treacă un curent foarte mic, deci se neglijează pierderile interioare din pilă. Când este nevoie de determinarea mai exactă a f.e.m., se fac măsurători speciale prin metode mai complexe.

Tensiunea pilei (U) este diferența de potențial între electrozii pilei când aceasta debitează un curent care nu se poate neglija. Tensiunea este întotdeauna mai mică decât f.e.m. din cauză că o parte din această f.e.m. se pierde pe rezistența interioară a pilei r iar altă parte pentru compensarea f.e.m. de polarizare inversă E_{inv} . Aceasta se poate exprima cu relația

$$U = E - E_{inv} - I \cdot r.$$

Forța electromotoare de polarizare inversă E_{inv} este proporțională cu curentul I

$$E_{inv} = I \cdot k,$$

unde k este un coeficient de proporționalitate. Deci tensiunea se mai poate scrie

$$U = E - I (k + r).$$

Suma $(k + r)$ poate fi considerată ca o rezistență interioară aparentă a pilei.

La determinarea tensiunii pilei se pot obține valori diferite, funcție de condițiile de încercare. De aceea, la compararea pilelor trebuie să se păstreze condiții identice de măsurători, acestea alegându-se de obicei apropiate de condițiile în care va lucra pila în practică.

Rezistența interioară. Rezistența r este rezistența interioară a pilei. Aceasta nu este egală cu rezistența ohmică a pilei. Dacă se măsoară f.e.m. (E), U , I , la descărcarea ele-

mentului pe rezistența exterioară R , atunci pentru calculul lui r se folosește relația

$$r = \frac{R}{U}(E - U).$$

Rezistența interioară trebuie să fie cît mai mică; pentru aceasta distanța între electrozi trebuie să fie cît mai mică, electrolitul să aibă o conductibilitate bună și în plus se iau și alte măsuri constructive.

Capacitatea pilei este principala caracteristică a unui element. Capacitatea se măsoară în amperi-ora și reprezintă cantitatea de electricitate pe care o poate debita pila. Dacă pila se descarcă cu un curent de intensitate constantă I , atunci capacitatea este dată de relația

$$C_I = I \cdot t,$$

în care: C_I este capacitatea pilei, în funcție de curent;
 t — durata descărcării, în ore.

Această relație nu arată însă întreaga cantitate de electricitate pe care o poate da pila pînă ce f.e.m. ajunge la zero.

Din punct de vedere practic, descărcarea pilei prezintă interes pînă în momentul cînd tensiunea ei atinge o valoare sub care exploatarea nu mai este avantajoasă. Este mai bine ca o pilă să se descarce cu un curent mai mic pe o durată mai mare de descărcare; în acest caz depolarizarea se face mai bine.

În practică se mai folosește și capacitatea de energie a pilei. Capacitatea de energie, sau capacitatea în watt-ore (A) reprezintă valoarea energiei electrice pe care o poate da pila atunci cînd sarcina pilei este o rezistență exterioară ce își păstrează valoarea constantă.

b. Tipuri de pile electrice

Cea mai simplă pilă electrică este *pila Volta*. Pila este construită dintr-un vas izolan (sticlă, bachelită etc.) în care se introduce o soluție de acid sulfuric (H_2SO_4). În această soluție se introduc două plăci metalice — una de cupru și alta de zinc (fig. 1.2). Această pilă are proprietatea de a menține un surplus de electroni pe placa de zinc și o lipsă de electroni pe placa de cupru. Cuprul se află deci la un potențial pozitiv, iar zincul la un potențial negativ.

Plăcile de cupru și de zinc poartă numele de electrozi și anume: placa de cupru este electrodul pozitiv, iar placa de zinc este electrodul negativ. Lichidul din vas poartă numele de electrolit. Capetele exterioare ale electrozilor sînt scoase sub formă de borne și se numesc polii pilei. Dacă

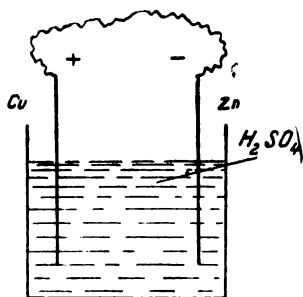


Fig. 1.2. Pila electrică Volta.

între cei doi poli se conectează o rezistență, atunci prin această rezistență va circula un curent continuu avînd sensul de la polul pozitiv (potențial superior) spre polul negativ (potențial inferior). Circuitul curentului se închide prin electrodul +, rezistență, electrodul -, electrolit.

Acesta este sensul convențional al curentului.

Dacă pila Volta este lăsată să debiteze un curent prin rezistența de sarcină mai mult timp, se observă că acesta începe să slăbească și apoi se întrerupe complet. Acest fenomen se datorește faptului că în timpul trecerii curentului electric acidul sulfuric din electrolit se descompune degajîndu-se hidrogen. Gazul acesta se depune sub formă de bule pe placa de cupru. Hidrogenul fiind izolant, împiedică trecerea mai departe a curentului electric. Fenomenul acesta se numește *polarizarea pilei*. Pentru a *depolariza pila*, adică pentru a o readuce la starea normală de funcționare, este necesar să se scoată electrodul de cupru din electrolit și să se curețe. Acesta este un dezavantaj al acestei pile.

O altă pilă este cea de tipul *Daniell-Iacobi*. Aceasta este o pilă cupru-zinc. Ea este formată dintr-un vas de sticlă în care se găsește un cilindru gol de tablă subțire de zinc, iar în interiorul cilindrului se află un vas poros de porțelan în care se găsește catodul de cupru (fig. 1.3). În vasul de sticlă se găsește o soluție de sulfat de zinc. Forța electromotoare a acestei pile este mică: 1,1 V. Rezistența interioară are valori peste 1 Ω . Avantajul acestei pile este menținerea tensiunii constante în timpul funcționării.

Pila este folosită în circuitele de comunicații telegrafice, unde sînt necesare descărcări de lungă durată.

Pînă în prezent s-au construit foarte multe feluri de pile electrice; la acestea, în majoritatea cazurilor electrodul

negativ este zincul iar electrodul pozitiv este cărbunele sau cuprul. Depolarizantul poate fi un gaz, o soluție apoasă sau o substanță solidă.

Una din pilele folosite mai mult este *elementul Leclanché* la care electrodul negativ este zincul iar electrodul pozitiv

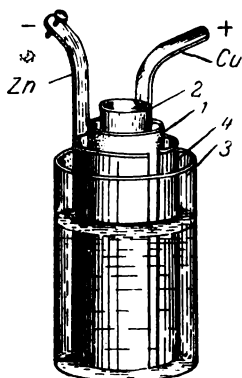


Fig. 1.3. Pila Daniell-Iacobi:

1 — diafragma cilindrică poroasă; 2 — catodul de cupru; 3 — vasul de sticlă; 4 — anodul de zinc.

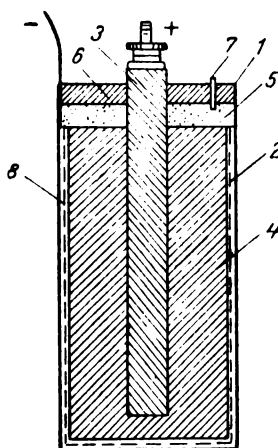


Fig. 1.4. Pila uscată.

este cărbunele, electrolitul este o soluție de clorură de amoniu, iar depolarizantul este bioxidul de mangan. Forța electromotoare a pilei este cuprinsă între 1,4 și 1,65 V. Rezistența interioară este cuprinsă între 2 și 5 Ω . La descărcare, forța electromotoare scade foarte repede. Rezultate mai bune se obțin la descărcări sub formă de întreruperi; de aceea, pila este folosită la instalațiile telefonice, pentru semnalizări sonore etc.

O categorie de pile foarte folosite sînt *pilele uscate*. O pilă uscată (fig. 1.4) se construiește dintr-un vas de zinc 1, care servește ca electrod negativ și care este căptușit cu cîteva straturi de hîrtie poroasă 2 pentru a asigura un contact bun între electrolit și electrod. În centrul vasului este așezată o vergea de cărbune 3 care servește drept electrod pozitiv, avînd în jurul său un amestec de depolarizare 4. În partea superioară se pune un disc de carton, apoi rumeguș sau nisip 5. Deasupra, pila este acoperită cu rășină 6, avînd o deschidere 7 pentru eliminarea gazelor. Cutia de carton este reprezentată prin 8.

Ca depolarizant se folosește bioxidul de mangan.

Aceste pile trebuie puse în funcțiune imediat după fabricare, deoarece electrolitul se usucă destul de repede. O calitate a acestor pile este rezistența interioară foarte mică.

O importanță practică o prezintă *pila în formă de sac*. La această pilă (fig. 1.5), electrodul pozitiv este o vergea de cărbune 1 în jurul căreia este presat depolarizantul 2, înfășurat cu pînză și legat cu sfoară subțire.

Electrodul negativ este format dintr-o cutie de zinc 3. Pentru a evita un scurtcircuit între electrozi, la fundul cutiei se așază un disc de carton parafinat 4. Între electrozi se află electrolitul sub forma unei paste viscoase 5. Poziția depolarizantului este menținută de o șaiță de carton 6. Deasupra șaiței de carton se pune rumeguș sau nisip 7, iar vasul se închide cu șaiță de rășină 8, lăsându-se orificiul 9 pentru degajarea gazelor. Și la această pilă, depolarizantul este bioxidul de mangan.

Fig. 1.5. Pilă uscată în formă de sac.

În practica radiotehnică se mai folosesc pilele care se umplu cu apă și care se încarcă singure.

Din punct de vedere constructiv, acestea se aseamănă cu pilele uscate. Spațiul ce rămîne între pereții cutiei de zinc și depolarizant este umplut cu carton, vată sau gelatină, substanțe care absorb bine apa. Deasupra, pila este acoperită cu un strat de rășină sau smoală în care există două orificii. Prin orificiul mare se toarnă apă la încărcarea pilei, iar orificiul mic servește pentru evacuarea gazelor. Apa turnată dizolvă clorura de amoniu formînd astfel o soluție care este absorbită de masa poroasă ce este așezată între electrozi. Aceste pile pot fi păstrate sau depozitate 5—10 ani, dacă nu se toarnă apă în ele. Pila poate fi întrebuințată după cel mult 60 ore din momentul în care s-a turnat apă. Valoarea f.e.m. inițială a unei pile uscate este de cel puțin 1,45 V. În unele cazuri ea este mai mare și poate atinge valori pînă la 1,9 V. Dacă se descarcă pe o rezistență, tensiunea pilei

scade pînă la 0,75 V, valoare de la care descărcarea nu mai are loc.

Capacitatea pilelor variază între 1 și 1,5 Ah.

Pilele obișnuite se pot păstra cîțiva ani (1—3), iar cele umede cel puțin 3 ani.

Rezistența interioară are valori cuprinse între 0,1 Ω (pentru pilele mari telegrafice) și 0,20 Ω (celelalte). Datorită apariției unui precipitat pe suprafața depolarizantului, o dată cu descărcarea pilei crește rezistența interioară.

Pilele se păstrează bine într-o cameră unde temperatura este de 0—5°C. Dacă păstrarea se face la o temperatură mai mare de 25°C, atunci reacțiile de autodescărcare se intensifică și capacitatea pilei scade. Pînă la temperatura de 25°C, capacitatea pilei crește cu temperatura. Aceasta se explică prin activarea reacțiilor chimice. Temperatura de înghețare a electrolitului este de la —20 pînă la —24°C pentru pilele uscate și de la —17 pînă la —18°C pentru cele cu apă.

În afară de aceste pile, de multă vreme în folosință, în ultimii ani s-au realizat noi tipuri de pile cum sînt: pila cu depolarizant—peroxid de argint, pila cu magneziu care înlocuiește anodul de zinc, pila cu depolarizant—oxid de mercur.

Pila cu depolarizant—peroxid de argint este construită dintr-o placă de zinc montată între două plăci de argint care au pe părțile interioare o pastă pe bază de oxid de argint și hidrat de potasiu. Electrolitul este format dintr-o soluție apoasă de hidrat de potasiu. Capacitatea acestei pile este mai mare decît a celor obișnuite și se poate depozita în stare neactivată. Cînd este depozitată și pe timpul descărcării, ea nu degajă gaze și deci nu prezintă un pericol pentru aparatele din jur. După activare cu electrolit, pila trebuie folosită în interval de 24—72 ore.

Pilele obișnuite se pot descărca sub un curent de ordinul a 0,01 A/g depolarizant, la un coeficient de utilizare a masei active de circa 20%, iar la descărcări de 0,001 A/g depolarizant, coeficientul de utilizare este de 40%; pila cu depolarizant peroxid de argint permite debite de ordinul 1 A/g depolarizant și un coeficient de utilizare de 80%. Această pilă se caracterizează printr-o descărcare la o tensiune constantă; tensiunea la borne este de 1,5—1,6 V.

Pila cu magneziu care înlocuiește anodul de zinc. Constructiv, această pilă are anodul de magneziu și catodul for-

mat dintr-o masă depolarizantă normală cu bioxid de mangan și negru de fum, iar electrolitul dintr-o soluție de bromură de magneziu. Capacitatea unei astfel de pile este de două ori mai mare decât aceea a pilei cu anodul de zinc. Umplerea acestei pile cu electrolit se face în momentul folosirii, iar dacă nu s-a consumat și dorim s-o folosim mai târziu ea trebuie golită de electrolit.

Magneziul are un potențial normal de electrod de $-2,4\text{ V}$, față de $+0,76\text{ V}$ valoarea potențialului normal al zincului; magneziul, fiind mult mai ușor decât zincul, are o capacitate de masă de $2\,200\text{ Ah/kg}$ față de 815 Ah/kg a zincului.

Deoarece magneziul este supus coroziunii la electroliții uzuali, se folosesc alți electroliți ca de exemplu cei alcalini, cei de acid cronic etc.

Electrodul de magneziu poate să înlocuiască în principiu electrodul de zinc în pilele uscate obținându-se o capacitate specifică de două ori mai mare.

Pila cu depolarizant — oxid de mercur. Această pilă are electrodul pozitiv format din cărbune, electrodul negativ din zinc, electrolitul din hidrat de potasiu, iar depolarizantul din oxid de mercur. Pila poate avea perioade lungi de conservare în condiții grele de temperatură și umiditate, și de aceea poate fi folosită în aparatura electronică care lucrează în aceste condiții.

Această pilă prezintă avantajul unui coeficient de utilizare a maselor active de $80\text{--}90\%$, deci mult mai mare în comparație cu pilele obișnuite; aceasta se datorește unei construcții foarte compacte.

c. Conectarea pilelor electrice

Pilele electrice se pot conecta în serie, paralel sau mixt, formînd astfel o baterie electrică. Aceste conectări se fac avîndu-se în vedere obținerea unei tensiuni mari sau a unui curent mare.

Conectarea în serie a pilelor (fig. 1.6, a) se face legînd borna negativă a primului element cu borna pozitivă a celui de al doilea etc.

Să considerăm că vrem să legăm în serie cinci elemente identice care au aceeași f.e.m. E și aceeași rezistență interioară r . Bornele A și B ale bateriei formate sînt unite prin rezistența exterioară R . Cu un voltmetru se măsoară f.e.m.

a fiecărui element E și apoi a întregii baterii, circuitul fiind deschis (comutatorul K deschis).

Se constată că f.e.m. a bateriei este egală cu suma f.e.m. a fiecărui element legat în serie, adică $E_{B1} = 5E$ (E_{B1} fiind tensiunea bateriei). Rezistența interioară a bateriei r_{B1} este

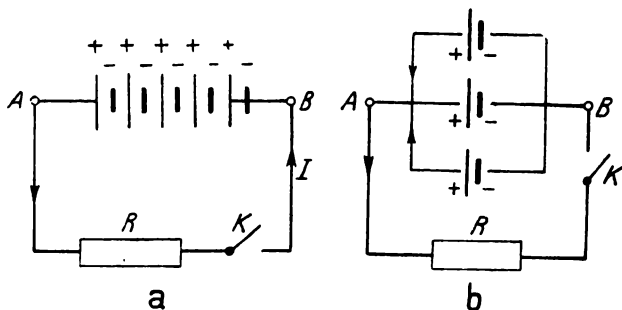


Fig. 1.6. Conectarea pilelor electrice:
a – conectarea în serie; b – conectarea în paralel.

egală cu suma rezistențelor interioare ale elementelor $r_{B1} = 5r$, acestea fiind legate în serie.

Dacă se închide comutatorul K , prin circuit se stabilește un curent I . Legea lui Ohm aplicată întregului circuit va da

$$I = \frac{5E}{R + 5r}.$$

În general, pentru n elemente identice legate în serie, curentul se calculează cu relația

$$I = \frac{nE}{R + nr}.$$

De aici se deduce că elementele se leagă în serie atunci când este nevoie de o tensiune electrică mare. Acest mod de conectare este avantajos când rezistența interioară a fiecărui element este mică, astfel ca rezistența interioară totală nr să poată fi neglijată față de R . Se poate scrie $I = \frac{nE}{R}$, adică și intensitatea curentului dat de baterie crește de n ori față de cel dat de un singur element.

Conectarea în paralel a pilelor (fig. 1.6, *b*) se face legând între ele toate bornele pozitive ale elementelor care formează borna pozitivă *A* a bateriei și bornele negative care formează borna negativă *B* a bateriei. Se observă că f.e.m. a bateriei este aceeași cu f.e.m. a fiecărui element în parte. Rezistența interioară a bateriei este de *n* ori mai mică decât rezistența interioară *r* a unui singur element, deoarece aceste rezistențe sînt legate în paralel. Deci bateria de *n* elemente legate în paralel este echivalentă cu un singur element care ar avea aceeași f.e.m. *E*, dar cu rezistența interioară de *n* ori mai mică $\left(\frac{r}{n}\right)$.

Legea lui Ohm dă intensitatea curentului *I* în cazul cînd se închide circuitul prin rezistența exterioară *R*

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}.$$

Dacă rezistența interioară $\frac{r}{n}$ este neglijabilă față de *R*, atunci $I = \frac{E}{R}$ ca și în cazul unui singur element. În schimb, intensitatea *I* din circuitul exterior este dată de toate cele *n* elemente, adică fiecare element furnizează numai $\frac{I}{n}$ din intensitatea curentului principal. Deci, conectarea elementelor în paralel se face atunci cînd nevoile practice cer un curent mai mare.

Uncori, elementele se grupează mixt, adică un număr de elemente se grupează în serie, iar mai multe asemenea grupări formate din elemente legate în serie se leagă în paralel.

3. Bateria anodică

a. Generalități

Pentru construirea bateriilor se folosesc pile electrice de mare serie (industriale). De obicei aceste pile au ca depolarizant bioxidul de mangan, aerul sau un sistem combinat din cele două procedee. Fabricarea elementelor din compu-

herea bateriilor se face cu mașini automate, atingând producții de ordinul a zeci de mii de pile într-un schimb.

Din elemente galvanice se pot construi: baterii de buzunar, baterii anodice (normale, cu galeți — sau pastilă), baterii de telecomunicații.

La elementele din baterii se folosesc păhărele de zinc ca electrozi negativi, care se fabrică prin presarea unor discuri mici de zinc.

Montarea elementelor în baterii se face cositorind la fiecare electrod de zinc câte un conductor subțire (din cupru cositorit) și învelind elementele în hîrtie impregnată cu parafină. Elementele astfel pregătite se așază în cutii de carton parafinat, care sînt împărțite în interior în celule cu ajutorul unor pereți tot din carton gen fagure de albine. Capătul liber al conductorului, care este sudat de păhărelel de zinc, se sudează la căpăcelul de alamă care este fixat pe electrodul de cărbune al elementului vecin. La capătul bateriei se sudează conductoare flexibile izolate care formează bornele de ieșire ale circuitului exterior. După aceste operații, bateria se introduce într-un amestec fierbinte de parafină cu colofoniu. Deasupra elementelor se toarnă rășină.

Funcție de tipul bateriei variază și numărul de elemente. Astfel, la bateriile de buzunar fabricate în R.P.R. de tip BUB se introduc 3 elemente a câte 1,5 V fiecare, obținîndu-se tensiunea de 4,5 V. La bateria de producție romînească ARMT se introduc 60 de elemente, obținîndu-se astfel o tensiune de 90 V.

Bateriile rezistente la temperaturi joase au pe etichetă o dungă roșie, iar bateriile de tip universal au două benzi verzi în diagonală.

Pentru instalațiile radio de gabarit redus și pentru instalațiile ce folosesc tranzistoare, se folosesc *baterii cu galeți* (baterii de tip pastilă). La aceste baterii depolarizantul se presează în formă de galeți. La montarea bateriei, galeții se așază pe o placă de zinc peste care s-a pus un carton impregnat cu soluția electrolitului. Se așază apoi galeții, iar deasupra se pune în același mod o altă placă de zinc. De plăcile metalice se sudează conductoarele exterioare.

Bateria cu galeți prezintă următoarele avantaje față de bateria cu elemente cilindrice.

Datorită presării se poate așeza o cantitate mai mare de depolarizant în același volum și astfel lipsesc spațiile neutilizate.

Formele plane ale electrozilor de cărbune și aglomerat măresc capacitatea elementelor cu 25%.

Datorită suprafeței mari de contact a electrodului pozitiv cu stratul de grafit, curentul de descărcare este mai mic și deci scade rezistența internă.

Bateriile cu galeți se notează cu simbolul BASG (baterie anodică uscată din galeți). Asamblarea bateriei cu galeți se face sub forma unei coloane din elemente suprapuse, astfel că partea superioară a unui electrod este în contact cu partea inferioară a celui alt electrod. Pentru realizarea legăturii dintre diferite elemente ale coloanei se folosesc electrozi bipolari care servesc simultan drept pol negativ al unui element și drept pol pozitiv al elementului vecin. Un astfel de electrod se construiește dintr-o placă de zinc la care pe o parte se așază un strat special subțire de amestec de grafit cu negru de fum de acetilenă, cementat cu o soluție de colofoniu și ulei de ricin. Acest amestec are o bună conductibilitate electrică. La noi în țară se fabrică baterii cu galeți la întreprinderea ARMT.

În Uniunea Sovietică se fabrică baterii speciale cu galeți de dimensiuni mici, numite „maliutka“, care au o f.e.m. de 700 V, iar capacitatea de 0,05 Ah.

b. Tipuri de baterii în folosință

La noi în țară se fabrică o varietate de baterii. Caracteristicile bateriilor și elementelor care se produc în R.P.R. sînt date în standardele de stat (STAS 808 și 809-49). Conform acestor standarde clasificarea (și notarea) bateriilor galvanice uscate cu depolarizant bioxid de mangan (D.M.U.) și mixt (D.M.O.U.) fabricate în R.P.R. este următoarea:

BUZ — baterie uscată pentru iluminat cu celulă (elementul) A;

BVA — baterie uscată anodică cu celulă (elementul) B și C;

EUT — element uscat pentru telecomunicație cu celula D, E, Ea, F;

EUFR — element uscat pentru filamente radio cu celulă G și H.

Într-o completare a acestui standard (STAS 808-55) care a intrat în vigoare din anul 1956, în locul notațiilor EUT sau EUFR urmate de indicarea tipului celulei D, E, Ea, F, G, H

se notează respectiv cu PU 16, PU 35, PU 30, PU 50, PU 300, PU 500.

În STAS 808-49 și 809-49 se dau tabele cu dimensiunile elementelor și proprietățile electrice. Astfel în tabela „Dimensiunile vasului și ale pieselor componente ale elementelor uscate cu bioxid de mangan” se dau dimensiunile elementelor A, B, C, D, E, Ea, F, G și H.

Caracteristicile electrice ale câtorva elemente cu bioxid de mangan fabricate la noi în țară sînt date în tabela 1.1.

Tabela 1.1

Caracteristicile electrice ale elementelor cu bioxid de mangan

Tipul elementului	Tipul bateriilor la care se folosește	Tensiunea inițială, V	Tensiunea după descărcare, V	Capacitatea, Ah	Durata de funcționare, h	Rezistența de descărcare, Ω	Regimul descărcării
A	BUL	1,5	0,6	0,25	1,5	5	continuu
B	BUL	1,5	0,6	0,6	3	5	„
C	BVA	1,5	0,6Ui	1,2	2,40	5	intermitent 4 h/zi
D	EUT	1,5	0,7	16	240	5	continuu
E	EUT	1,5	0,7	35	350	5	„

Bateriile anodice fabricate în R.P.R. sînt prezentate în tabela 1.2. În această tabelă se dau principalele caracte-

Tabela 1.2

Caracteristicile bateriilor anodice fabricate în R.P.R.

Tipul bateriei	F.E.M., V	Tensiunea inițială, V	Rezistența de descărcare, Ω	Curentul de descărcare, mA	Regimul descărcării	Tensiunea finală, V	Capacitatea, Ah	Durata de funcționare, h
BUA 3	3	2,5	10	—	continuu	1,4	0,25	1,5
BUB 4,5	4,5	3,9	15	—	„	2,1	0,6	3
BUC 22,5	22,5	20	—	15	4 h/zi	0,6	1,2	80
BUB 45	45	39	—	5	4 h/zi	0,6	0,6	240
BUB 90	94,5	82	—	5	4 h/zi	0,6	0,6	240
BUB 100	105	91	—	5	4 h/zi	0,6	0,6	240
BUB 120	126	109	—	5	4 h/zi	0,6	0,6	240
BUB 150	157,5	137	—	5	4 h/zi	0,6	0,6	240

teristici electrice ale bateriilor anodice. Literele care indică tipul bateriei au următoarele semnificații: Primele două litere (BU) înseamnă „baterie uscată“, iar literele următoare A, B etc. indică tipul constructiv al elementelor. Numărul care urmează indică valoarea rotunjită a forței electromotoare.

c. *Calculul duratei de funcționare a bateriilor*

Se va calcula durata de funcționare a radioreceptorului cu tranzistoare de tip „Litoral“, fabricat de „Uzinele Electronica“ la sfârșitul anului 1960.

Receptorul se alimentează de la două baterii de lanternă, avînd fiecare 4,5 V.

Pentru calculul duratei de funcționare a radioreceptorului ne interesează consumul tuturor tranzistoarelor și capacitatea bateriei. Consumul radioreceptorului pentru o audiție normală este de 35 mA. Acest consum se poate măsura cu un miliampermetru introdus între colectoarele tranzistoarelor și sursele de alimentare. Bateria BUB (El-BA Super) care se găsește pe piață are capacitatea de 0,6 Ah.

Durata de funcționare se află făcînd raportul între capacitatea bateriei și consumul aparatului

$$\text{Durata bateriei} = \frac{\text{capacitatea bateriei (mAh)}}{\text{curentul consumat (mA)}} = \frac{600}{35} = 172 \text{ h.}$$

Curenții s-au transformat în mA.

Considerînd că aparatul ar funcționa cîte 2 h pe zi, atunci două baterii de lanternă ar asigura funcționarea radioreceptorului

$$- \frac{172}{2} = 86 \text{ zile, deci aproape 3 luni.}$$

Pentru alimentarea unei stații de amplificare de mică putere pentru radioficarea la sate se poate folosi un aparat de radiorecepție de producție romînească „Olt“ (S-555 B). Pentru alimentarea acestui aparat de la elemente și baterii, va trebui să alegem pilele și bateriile corespunzătoare tensiunilor și curenților necesari.

Tuburile acestui radioreceptor de tip superheterodină sînt: 1R 5-T (schimbătoare de frecvență); 1T 4-T (amplificatoare de frecvență intermediară); 1S 5-T (detectoare și

preamplificatoare de audiofrecvență); 3V 4 (amplificatoare finale).

Aceste tuburi trebuie alimentate cu următoarele tensiuni:
 $U_f = 1,4 \text{ V}$; $U_a = 90 \text{ V}$.

Consumul filamentelor este de maximum 250 mA ($I_f = 250 \text{ mA}$). Consumul anodic este de 18 mA ($I_a = 18 \text{ mA}$).

Astfel din tabela 1.1 se poate alege pila de tipul EUT-E-1,5 care are o capacitate de 35 Ah pentru alimentarea filamentelor.

Pentru alimentarea cu tensiune anodică se alege din tabela 2 bateria BUB 90 ce are o capacitate de 0,6 Ah.

Durata de funcționare se calculează împărțind capacitatea la curentul necesar

$$U_f = \frac{35 \text{ Ah}}{0,250 \text{ A}} = 140 \text{ ore.}$$

Considerînd că stația funcționează în medie 5 ore pe zi, atunci pila va dura $\frac{140}{5} = 28$ zile.

Durata de funcționare a bateriei anodice este

$$D_A = \frac{0,6 \text{ Ah}}{0,018 \text{ A}} \approx 33 \text{ ore.}$$

În acest mod se aleg sursele de alimentare și se calculează durata lor de funcționare.

d. *Regenerarea bateriilor anodice*

Datorită depozitărilor îndelungate (2—3 ani), bateriile anodice își pierd din capacitatea inițială, deoarece electrolitul se usucă sau bateria se autodescarcă. Tensiunea acestor baterii scade sub valorile normale, mai ales atunci cînd acestea se măsoară în sarcină. Uneori chiar tensiunea măsurată în gol scade rapid.

Aceste baterii nu trebuie aruncate, deoarece printr-o regenerare simplă ele vor fi cel puțin tot atît de bune cași bateriile noi, iar uneori chiar mai bune. Bateriile se regenerează dacă se încarcă timp de 2—3 ore cu un curent de aproximativ 30 mA, în sens invers celui de descărcare. În acest scop, se poate folosi un redresor obișnuit care dă tensiunea bateriei. Dacă nu se dispune de un redresor,

atunci regenerarea se poate face simplu folosind partea de redresare dintr-un radioreceptor. În acest caz, se pot regenera chiar cîte două baterii anodice o dată. Bateriile se conectează în serie avînd minusul legat la şasiu, iar plusul (printr-o rezistenţă de reglare a curentului) la unul din picioruşele de filament ale diodei redresoare. Pentru a nu suprasolicita redresorul este bine ca tuburile electronice să fie scoase din circuit. Dacă după o asemenea regenerare a bateriei se observă o cădere a tensiunii în gol, atunci va trebui să se introducă în fiecare element (cu ajutorul unei pipete) puţină apă, pentru ca electrolitul să-şi revină. După ce s-a introdus apa, bateria se lasă într-un mediu a cărui temperatură este bine să fie crescătoare ajungînd pînă la 25—30°C.

Redresoarele pentru regenerarea bateriilor se pot construi simplu din 4 sau mai multe celule de seleniu (diametrul 100 mm). După experienţele efectuate în U.R.S.S. de V. S. Leonov şi V. N. Bulicev, s-a constatat că nu este nevoie de filtru de redresare, deci construcţia unui astfel de redresor este simplă. Curentul de încărcare trebuie să fie de 300—500 mA la o încărcare în decurs de 15 minute, sau de 100—150 mA la o încărcare de 1—2 ore.

Bateriile de buzunar de tip KBS, BUB etc. se regenerează bine prin această metodă. S-a constatat chiar că bateriile de buzunar tratate în acest mod după o oră de descărcare pe o sarcină normală aveau o tensiune mai mare decît bateriile noi.

La aparatele cu tranzistoare, radioreceptoare şi mai ales emiţătoare, se recomandă să se facă acest tratament chiar la bateriile proaspete, putîndu-se astfel mări tensiunile şi capacităţile, deci puterea aparatelor; prin această metodă se pot folosi doar două elemente din baterie în loc de trei, efectul fiind acelaşi. Acest lucru este foarte important la aparatele cu tranzistoare, unde se urmăreşte realizarea unui volum mic.

4. Acumulatorile cu plăci de plumb (acide)

a. Generalităţi

Dacă într-un vas izolant ce conţine o soluţie de acid sulfuric se introduc două plăci de plumb (fig. 1.7, a) se realizează un acumulator acid. Procesul chimic care are loc este următorul: acidul sulfuric atacă plumbul şi produce la

suprafața plăcilor sulfat de plumb (PbSO_4). Dacă se conectează cele două plăci la o sursă de curent continuu se observă că electrodul pozitiv se acoperă cu un strat de oxid roșu de plumb (PbO_2), iar cel negativ cu plumb spongios. În

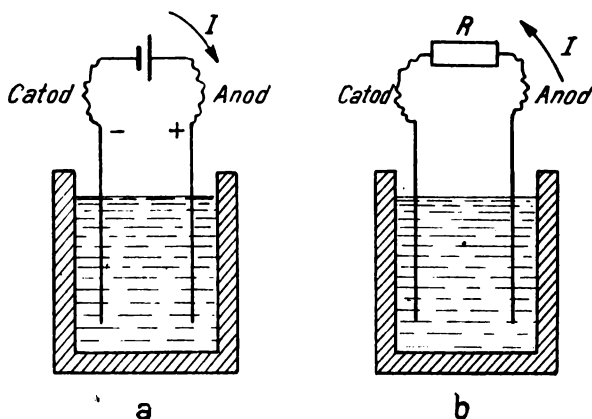
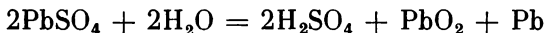


Fig. 1.7. Acumulatorul cu plumb:

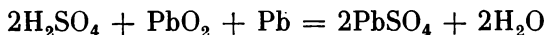
a — încărcarea acumulatorului; *b* — descărcarea acumulatorului.

sistem circulă un curent cu sensul arătat în fig. 1.7, *a*. Reacția chimică ce are loc poate fi redată principal astfel:



Această reacție arată că două molecule de sulfat de plumb se combină cu două molecule de apă pentru a da două molecule de acid sulfuric, o moleculă de oxid roșu de plumb și o moleculă de plumb spongios. Se observă că din reacție apare și acid sulfuric, deci în funcționare (la încărcare) electrolitul își mărește concentrația cu acid.

Dacă se deconectează sursa de curent și în locul ei se conectează o rezistență R , se constată că în sistem circulă un curent de sens invers celui de la încărcare (fig. 1.7, *b*). În acest timp, depunerile de oxid roșu de plumb și de plumb spongios se micșorează, iar acidul sulfuric se diluează. Reacția chimică poate fi scrisă acum astfel



Adică este o reacție inversă față de cea precedentă. Aceste reacții sînt reversibile deci și sursa chimică de curent este reversibilă, putîndu-se încărca și descărca.

Oxidul de plumb și plumbul spongios sînt substanțe ce intervin în mod deosebit în reacțiile chimice la încărcarea și descărcarea acumulatorului; acestea se numesc substanțe active.

Între două plăci de plumb identice ce s-au cufundat în acid sulfuric diluat nu se observă o diferență de potențial. Dacă aceste plăci se conectează la polii unei surse de curent continuu, se produce electroliza. Acest curent se numește „de încărcare”. Dacă se întrerupe acest curent, se constată că între plăcile acumulatorului există o forță electromotoare care dă naștere într-un circuit exterior închis la un curent electric de sens opus celui de încărcare, denumit curent „de descărcare”.

Forța electromotoare care apare se datorește gradului diferit de oxidare a celor două plăci, în urma electrolizei din timpul încărcării.

În timpul descărcării, forța electromotoare scade, iar curentul de descărcare se micșorează progresiv pînă ce dispare. Plăcile de plumb au din nou aceeași culoare, dar diferită de cea inițială. Această nouă culoare se datorește sulfatului de plumb (PbSO_4) care se află la suprafața celor două plăci.

Prin repetarea încărcărilor și descărcărilor, la suprafața plăcilor se formează din ce în ce mai multă materie activă (peroxid de plumb la o placă și plumb spongios la cealaltă).

Scăderea concentrației electrolitului arată că acesta participă nemijlocit la reacție conform relației chimice arătate mai înainte.

Acumulatorul poate fi folosit în exploatare după ce s-a format. Formarea acumulatorului se face prin introducerea electrolitului și prin încărcări și descărcări succesive pînă ce acesta este capabil să dea o cantitate suficientă de electricitate. Cantitatea de electricitate acumulată într-un acumulator poartă numele de capacitatea acumulatorului. Capacitatea unui acumulator sau a unei baterii de acumulare se măsoară în amperi-ore (Ah).

Raportul între cantitatea de electricitate pe care un acumulator o dă la descărcare și cantitatea de electricitate pe care a primit-o la încărcare se numește *randament în cantitate*.

Raportul între energia electrică dată la descărcare și energia primită la încărcare se numește *randament în energie*.

La acumulatele cu plumb, randamentul în cantitate variază între 0,85 și 0,95, iar randamentul în energie între 0,7 și 0,8. Capacitatea unei baterii de acumulatele cu plăci de plumb se poate socoti în medie de circa 10—12 Ah.

b. Caracteristicile electrice ale acumulateleor cu plumb

Pentru ca acumulatelele să poată fi folosite în bune condițiuni la alimentarea aparatelor radio, ele trebuie să îndeplinească o serie de condiții, și anume:

- forța electromotoare trebuie să fie cât mai mare și să varieze cât mai puțin la încărcare și descărcare;
- cedarea energiei să se facă astfel încît energia acumulată să fie debitată în totalitate;
- rezistența interioară să fie cât mai mică;
- capacitatea să fie cât mai mare, pentru o anumită greutate și un volum dat;
- acumulatorul să se autodescarce cât mai puțin;
- costul acumulatorului să fie minim.

Curbele de încărcare și descărcare. În fig. 1.8 se dau curbele de încărcare și descărcare ale unui acumulator cu plumb.

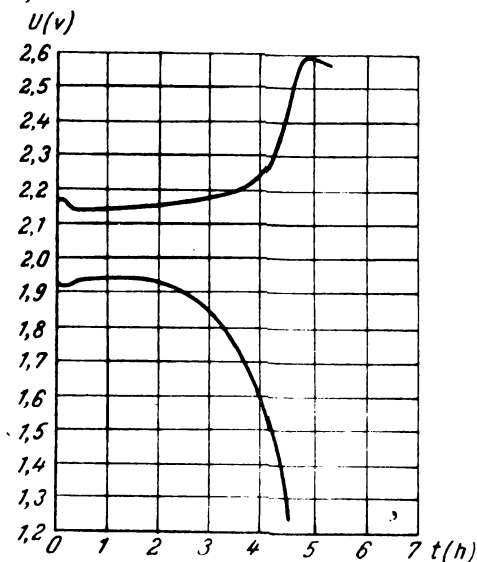


Fig. 1.8. Curbele de încărcare și descărcare ale acumulatorului cu plumb.

La încărcare (curba de sus fig. 1.8) se observă că tensiunea crește rapid la început de la 2,1 la 2,17 V apoi scade pînă la 2,13 V după care urmează încărcarea principală care se face încet pînă la 2,2 V. Tensiunea crește apoi repede pînă la 2,6 V datorită degajării gazelor pe electrozi. După încărcare, tensiunea acumulatorului scade la valoarea normală de 2—2,1 V (funcție de concentrația acidului); de la această valoare a tensiunii începe descărcarea.

La descărcare (curba de jos, fig. 1.8), la început se produce o scădere rapidă a tensiunii pînă la 1,92 V, apoi aceasta rămîne constantă pînă la 1,8 V. În practică, acumuloarele nu se descarcă mai mult, deoarece altfel tensiunea scade pînă la zero, aceasta ducînd la distrugerea acumulatorului.

Curbele de încărcare și descărcare se modifică funcție de concentrația electrolitului și de temperatură.

Rezistența interioară. Acumuloarele de plumb au rezistență interioară maximă de 0,1 Ω (la cele mai mici acumuloarele). La acumuloarele mari, rezistența interioară este de ordinul cîtorva zecimi de miimi de ohm. Căderea de tensiune pe rezistența interioară este de cîteva sutimi de volt. La acumuloarele vechi, rezistența interioară crește. Rezistența interioară crește o dată cu scăderea temperaturii, deoarece se modifică conductibilitatea electrolitului.

Capacitatea acumuloarelor cu plumb. Capacitatea este principala caracteristică a unui acumulator. Capacitatea acumulatorului se măsoară în amperi-oră (Ah) și reprezintă cantitatea de electricitate pe care o poate debita.

În tehnică se înțelege prin capacitatea în amperi-oră a unui acumulator cu plumb acea cantitate de electricitate pe care o dă în timpul descărcării pentru o reducere cu 10% a tensiunii acumulatorului încărcat. Capacitatea în watt-oră reprezintă cantitatea de energie cedată de acumulator în aceleași condiții (ea este egală cu produsul între capacitatea în amperi-oră și tensiunea medie la descărcare).

Capacitatea acumulatorului poate fi mărită prin următoarele procedee constructive: mărirea cantității de substanță activă și îmbunătățirea construcției în sensul realizării de plăci cît mai subțiri, descărcarea cu întreruperi, folosirea acidului sulfuric în concentrație de 30% care dă cea mai bună conductibilitate, creșterea temperaturii.

Se poate considera că la o densitate de curent normală pentru o creștere a temperaturii (peste 15%) cu un grad corespunde o creștere a capacității acumulatorului cu 1%.

Pentru o temperatură mai mică de 0°C, difuziunea se face foarte greu. Din această cauză, la descărcare, acidul din pori poate să dispară aproape complet. Apa pură rămasă în pori îngheață ușor, deși în vasul acumulatorului se află electrolit lichid.

De aceea, la geruri puternice trebuie să se folosească un acid mai concentrat (H_2SO_4) 39% (greutate specifică 1,30).

Randamentul. Acumulatorul cu plumb nu lucrează ca o pilă reversibilă. De aceea, cantitatea de energie consumată pentru încărcare este mai mare decât cantitatea de energie care se obține în timpul descărcării.

Aceasta se datorește reacțiilor secundare (ca descompunerea apei) și autodescărcării acumulatorului.

Randamentul acumulatorului reprezintă gradul de folosire a cantității de electricitate sau a energiei în procente; dacă arată gradul de folosire a cantității de electricitate, atunci poartă denumirea de randament în amperi-ore, iar în cazul în care arată folosirea energiei — randament în watt-ore.

Valoarea practică a randamentului în amperi-ore (η_{Ah}) al unui acumulator cu plumb este de circa 85%.

Randamentul în amperi-ore se determină astfel. Acumulatorul încărcat se descarcă cu un curent I , pînă la tensiunea fixată U . Acumulatorul se încarcă apoi cu aceeași intensitate a curentului, pentru a i se da cantitatea de energie obținută la descărcare. Urmează o nouă descărcare cu curentul I pînă la tensiunea finală.

În exploatare o mare importanță o are randamentul în watt-ore. În practică $\eta_{Wh} = 65...75\%$.

Autodescărcarea. Atunci cînd acumulatorul este păstrat fără a fi folosit, pierde în timp de 24 ore de la 0,5 pînă la 2% din capacitatea sa. Cauzele autodescărcării sînt impuritățile de metale din acumulator care la depunere pe catod formează cupluri scurtcircuitate. Cele mai active metale sînt: platina, aurul, argintul, nichelul, cobaltul, cuprul, fierul etc.

O altă cauză a autodescărcării este reacția acidului sulfuric cu plumbul spongios, măcinat fin. Această reacție

devine vizibilă atunci cînd se folosește acid mai concentrat și cînd crește temperatura.

Autodescărcarea depinde și de starea acumulatorilor și anume de starea elementelor, de scurtcircuitele produse între plăci, de rezistența de izolație față de pămînt a acumulatorului. Autodescărcarea este mai mare la acumulatorii uzate și la cele întreținute prost.

În prescripțiile standardelor din țara noastră se arată că la o depozitare de 30 zile a acumulatorului media pe zi a autodescărcării nu trebuie să întrecă 1% din capacitatea corespunzătoare regimului de descărcare în 10 ore.

c. Tipuri de acumulatori cu plumb fabricate în R.P.R.

Caracteristicile acumulatorilor cu plumb fabricate în R.P.R. sînt date în STAS 443-52.

Acumulatorii cu plăci pozitive de mare suprafață se notează prin inițialele ZO30 și ZO40; cifra de la sfîrșit arată suprafața utilă a plăcii pozitive (ZO30 are $S = 30 \text{ dm}^2$, iar ZO40 are $S = 40 \text{ dm}^2$). Cifra romană care se află înaintea literei Z arată numărul de plăci pozitive conținute în fiecare element. Elementele de tipul GO au plăcile pozitive de mare suprafață, iar cele de tipul Le și Wm au plăcile groase din pastă.

Principalele caracteristici ale acestor acumulatori sînt date în tabela 1.3.

Tabela 1.3

Caracteristicile acumulatorilor cu plumb fabricate în R.P.R.

Tipul acumulatorului	Tensiunea nominală, V	Capacitatea, Ah	Curentul de încărcare, A	Greutatea acumulatorului cu acid, kg
I. ZO30	2	22	5,5	5,3
II. ZO30	2	—	11	9,1
I. ZO40	2	30	7,3	7,2
II. ZO40	2	—	14,6	11,1
III. ZO40	2	—	22	16,6
I. D. GO14	4	10	2,2	6,5
Le 1	2	12	1,2	2,44
Le 4	2	12	4,8	6,8
D. Le 1	4	—	1,2	7,5
5. W.n. 1	10	0,7	0,007	0,82

Montarea acumulatorilor. Acumulatorile cu plumb se montează ușor; de aceea, operația se execută manual. Plăcile și electrolitul se introduc într-un vas. Vasele au de obicei pereții de formă dreptunghiulară, iar materialul din care sînt confecționate trebuie să fie rezistent la acțiunea acidului sulfuric. Vasele de sticlă sînt cele mai bune, deoarece permit și observarea proceselor la încărcare și descărcare. Acumulatorile transportabile au vasele construite din ebonită sau masă plastică.

Vasele de lemn sau ceramică se folosesc mai rar.

Plăcile pozitive și negative se leagă în blocuri. Între fiecare grup de electrozi de semn opus se introduce un separator care înlătură posibilitatea de scurtcircuitare. De urechile plăcilor se sudează o punte de asamblare (bareta). Plăcile se introduc în vas, iar deasupra se pune un capac ce are deschideri pentru borne și o deschidere pentru turnarea electrolitului.

În partea superioară a acumulatorului se toarnă smoală. Uneori plăcile negative se așază pe piciorușe de sprijin care se află la fundul vasului, iar cele pozitive pe o vergea de ebonită care se află peste plăcile negative.

În vas se introduce electrolitul format dintr-o soluție de acid sulfuric cu concentrația de 27—39% (densitate 1,2—1,3 g/cm³). Acidul se diluează cu apă distilată.

Există și acumulatori cu electrolit care nu se varsă (acid sulfuric cu vîscozitate mărită prin adăugarea silicatului de sodiu), dar acestea au o capacitate redusă și o rezistență interioară mare.

În ultimul timp se fabrică acumulatori încărcate fără a avea în ele electrolit. Aceste acumulatori cu plăcile încărcate pot fi transportate ușor și păstrate mult timp, fără autodescărcare mare. Înainte de folosire, se introduce electrolitul în vas. Spre deosebire de celelalte acumulatori, acestea trebuie să aibă plăcile cît mai uscate.

d. Formarea și încărcarea acumulatorilor

Pentru a intra în exploatare este necesar să se umple acumulatorul cu electrolit. Culoarea plăcilor pozitive trebuie să fie castanie. Acidul sulfuric pentru acumulatorii folosiți în radiotehnică trebuie să aibă o greutate specifică de 1,20 g/cm³. Soluția de acid sulfuric se toarnă în vase pînă la nivelul normal (15 mm peste nivelul plăcilor), apoi se lasă

în repaus 6—12 ore, pentru ca plăcile și separatoarele să se îmbibe cu electrolit. Electrolitul se introduce rece. Umplerea trebuie să se facă repede, pentru că acidul sulfatiază plăcile. Acidul se formează în vase speciale în care se toarnă înainte apa, apoi acidul.

Prima încărcare. De obicei, fabrica constructoare sau standardele de stat indică modul în care se realizează prima încărcare.

Încărcarea se face de la un redresor sau de la o altă sursă de curent continuu care au tensiuni și puteri corespunzătoare acumulatorului ce se încarcă. În caz că acumulatorul nu are instrucțiuni, atunci prima încărcare se face cu un curent cu 60% din curentul de descărcare, la un regim de descărcare de 10 ore. De exemplu, un acumulator cu capacitatea de 60 Ah la regimul de 10 ore se poate descărca cu 6 Ah. În acest caz, prima încărcare se poate face cu $0,06 \times 60 = 3,6$ A, ceea ce reprezintă 60% din curentul de descărcare. Pentru încărcare, electrodul pozitiv al acumulatorului (PbO_2) se conectează la polul pozitiv al sursei de încărcare, iar cel negativ (Pb) la polul negativ. În tot timpul încărcării trebuie să se controleze densitatea electrolitului, să se noteze timpul cât se încarcă, tensiunea la începutul și sfârșitul încărcării și curentul de încărcare care trebuie să fie constant. Metoda de încărcare trebuie să fie în trepte, adică cu ajutorul unei rezistențe introdusă în serie cu acumulatorul se modifică curentul de încărcare. La prima treaptă, curentul se menține pînă ce tensiunea la borne ajunge la 2,35—2,40 V de element. În a doua treaptă de încărcare, curentul se reduce la jumătate; această treaptă durează pînă ce tensiunea ajunge la 2,50 V de element. Pe ultima treaptă, valoarea curentului este redusă la un sfert. Acest regim se păstrează pînă la sfârșitul încărcării. La sfârșitul încărcării se produce o degajare abundentă de gaze; din acest moment măsurările de tensiune și de densitate se fac mai des. În tot timpul încărcării, temperatura trebuie să se mențină în limitele de la + 30 la + 40°C. După încărcare, electrolitul trebuie readus la densitatea normală.

Pentru a se mări durata de funcționare și capacitatea acumulatorului este bine să se încarce și să se descarce de cîteva ori la un regim de 20 ore (adică timp de 20 ore, la un curent cu valoarea de $1/20$ din capacitatea nominală). Abia după aceste operații acumulatorul poate fi dat în exploatare.

Încărcarea și descărcarea normală a acumulatorului se fac în timpul exploatării. Încărcarea trebuie să se facă imediat după descărcare. Dacă din neglijență acumulatorul se lasă 2—3 zile neîncărcat, acesta se sulfatează. Încărcarea normală a acumulatorului se face la o tensiune ceva mai mare decât cea nominală a acumulatorului și la un curent cu o valoare $1/10$ din capacitatea lui considerată la un regim de descărcare de 10 ore.

De exemplu un acumulator cu plumb care are în regimul de descărcare de 10 ore o capacitate de 50 Ah la 2 V se va încărca timp de 10 ore cu un curent maxim de 5 A la o tensiune de 2,7—3,4 V. De obicei, acumulatorul se încarcă cu un curent mai mic, deoarece în acest mod se conservă mai bine plăcile acumulatorului.

Încărcarea mai multor acumulatori care au aceeași capacitate se face simplu, conectând acumulatorii în serie și fixând de la redresor o tensiune egală cu tensiunea totală; curentul se calculează ca în cazul normal. Dacă acumulatorii au capacități diferite, conectarea este tot în serie, dar curentul se deduce prin același calcul ca în cazul încărcării normale dar pentru acumulatorul de cea mai mică capacitate. Încărcarea exagerată a acumulatorului, precum și nefolosirea acestuia, micșorează durata de exploatare. Semnele care indică sfârșitul încărcării sînt: tensiunea la borne rămîne constantă timp de 2 h, acumulatorul începe să „fiarbă” degajînd gaze din toate plăcile atunci cînd după o întrerupere scurtă se pune din nou la încărcat. Observațiile asupra încărcării trebuie făcute urmărind toate elementele acumulatorului. Culoarea plăcilor acumulatorului atunci cînd acesta este încărcat este brună pentru plăcile (+) și cenușie pentru plăcile (—). Acumulatorul poate fi încărcat conectîndu-se și tampon, prin introducerea între sursă și sarcină. Descărcarea acumulatorilor se face la un curent cît mai mic (limita fiind curentul cu care s-a încărcat). Descărcarea trebuie oprită atunci cînd unele elemente ale bateriei au ajuns la sfârșitul descărcării.

Randamentul acumulatorului crește dacă descărcarea nu se face continuu ci cu întreruperi. În timpul descărcării trebuie să se evite scurtcircuitările.

Acumulatorii sînt livrați de fabrici neformate. Plăcile proaspăt fabricate au o capacitate inițială mai mică decât cea nominală. De aceea, la acumulatorii noi se face o încărcare specială numită primă încărcare. Dacă este nevoie

de o capacitate mai mare, acumulatorul este supus unui ciclu de încărcări la curent normal și descărcări la valoarea curentului necesar exploatării.

Controlul acumulatorilor. După aproximativ 6 luni, acumulatorile acide se supun unui ciclu de control. Prin acest control se urmărește să se determine care din acumulatori sunt bune, care nu sunt bune și care elemente din baterii sunt uzate.

Controlul constă din două încărcări: prima încărcare se face cu un curent de $1/20$ din capacitatea normală în regim de 20 ore, după care urmează o descărcare la un curent de regim de 10 ore. A doua încărcare se face imediat după descărcare, acumulatorul considerându-se încărcat atunci când tensiunea rămâne constantă timp de 3—4 ore. Dacă se face raportul între capacitatea la descărcare și capacitatea la încărcare, se găsește randamentul în cantitate. Dacă randamentul este sub 80%, acumulatorul se consideră uzat; dacă este peste 80%, atunci se redă în exploatare. Dacă acumulatorul are un randament scăzut, atunci se caută a se înlătura cauzele care au produs această scădere (sulfatarea etc.)

De exemplu încărcînd cu un curent de 1,2 A în regim de 20 ore un acumulator ce are o capacitate de 24 Ah, se constată că acesta se descarcă la un curent de 2,4 A în regim de 10 ore, în timp de 9 ore.

Randamentul în cantitate al acumulatorului se găsește făcînd raportul între capacitatea la descărcare ($9 \times 2,4 = 21,6$ Ah) și cea de la încărcare (24 Ah). Deci

$$\eta = \frac{21,6}{24} \times 100 = 90\%.$$

Rezultă că acest acumulator are o capacitate mai mare de 80%; deci, poate fi exploatat în continuare.

e. Calculul consumului acumulatorului

Să presupunem că un radioamator și-a construit un radio-receptor după schema-bloc din fig. 1.9, de tip superheterodină. Radioreceptorul conține următoarele tuburi sovietice: o octodă CO-242, schimbătoare de frecvență, care este și heterodină, două etaje amplificatoare de frecvență intermediară cu tuburile 2K2M, un etaj detector echipat tot cu

tubul 2K2M conectat cu diodă, un tub preamplificator de joasă frecvență (2K2M) și un tub amplificator final (2Π1Π).

Tuburile se leagă la acumulator ca în fig. 1.10, adică în paralel. Consumul de filament este următorul: tubul CO-242

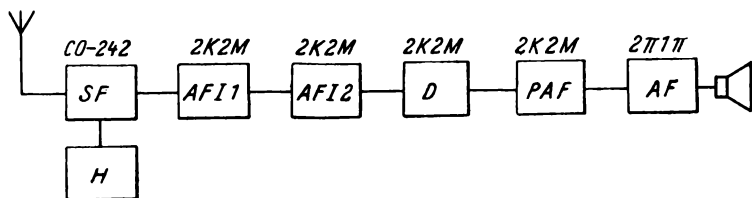


Fig. 1.9. Schema-bloc a unui receptor de tip superheterodină. Ce urmează a fi alimentat:

PAF — preamplificator de audiofrecvență; AF — amplificator final; SF — schimbător de frecvență; H — heterodină; AFI — amplificator de frecvență intermediară; D — detector.

are $I_f = 0,16$ A; tubul 2K2M are $I_f = 0,06$, iar 2Π1Π are $I_f = 0,06$ A.

Calculul consumului total al tuburilor se face adunându-se curenții de filament ai tuburilor:

$$I_T = I_{tub\ 1} + I_{tub\ 2} + \dots + I_{tub\ 6}$$

$$I_T = 0,16 + 0,06 + 0,06 + 0,06 + 0,06 + 0,06 = \\ = 0,16 + 5 \times 0,06 = 0,16 + 0,3 = 0,46 \text{ A.}$$

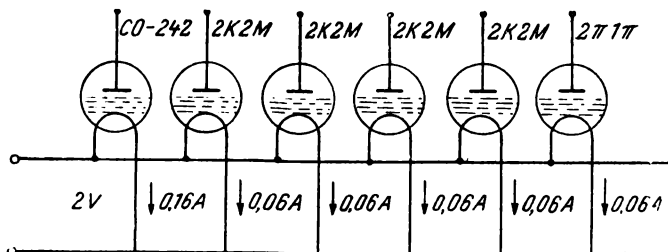


Fig. 1.10. Modul de conectare a filamentelor.

Deci întregul radioreceptor consumă pentru încălzirea filamentelor un curent total de 0,46 A ($I_T = 0,46$ A).

Dacă acumulatorul folosit are tensiunea de 2 V și capacitatea de 96 Ah, atunci durata de funcționare a acumulatorului încărcat se obține împărțind capacitatea la consumul

radioreceptorului. $T = \frac{\text{Capacitatea acumulatorului}}{\text{Consumul radioreceptorului}} = \frac{96 \text{ Ah}}{0,46 \text{ A}} = 208 \text{ h}$. Deci radioreceptorul poate funcționa un timp de 208 ore. Considerînd că în medie se audiază emisiunile timp de 3 ore pe zi, putem afla cîte zile va dura acumulatorul încărcat prin împărțirea numărului total de ore la 3 (numărul de ore de funcționare pe zi).

$$\text{Nr. de zile} = \frac{208}{3} = 70 \text{ zile.}$$

După 70 de zile, acumulatorul trebuie încărcat.

Calculul se poate face și împărțind energia acumulată de acumulator la încărcare, la energia consumată de radioreceptor.

5. Acumulatorile alcaline (fero-nichel și cadmiu-nichel)

a. Generalități

Acumulatorul alcalin este format dintr-un vas care conține o soluție de hidroxid de potasiu în care se află electrozii. Ca electrod pozitiv este folosit hidroxidul de nichel cu un adaos de grafit pentru a-i da o bună conducibilitate electrică, iar ca electrod negativ se folosește cadmiul spongios cu un adaos de fier spongios. Deci electrozii pozitivi sînt de nichel, iar cei negativi de fier sau cadmiu. Acumulatorile au primit denumirea de fero-nichel sau cadmiu-nichel, după metalele folosite. În timpul încărcării, hidroxidul de nichel al electrodului pozitiv se oxidează transformîndu-se într-un hidroxid superior de nichel, iar hidroxidul electrodului negativ se reduce la fier metalic, la acumulatorul Ni-Fe, și în cadmiu metalic, la acumulatorul Ni-Cd.

La descărcare, reacția este inversă: electrodul pozitiv se reduce și electrodul negativ se oxidează, reluînd astfel stările de hidroxid de fier și respectiv hidroxid de cadmiu.

Electrolitul acumulatorilor alcaline este format dintr-o soluție de potasă caustică care în timpul încărcării și descărcării nu-și schimbă concentrația prea mult. Aceasta se datorește faptului că în timp ce la un electrod se mărește concentrația, la celălalt scade.

La noi în țară nu se fabrică acumulatori alcaline.

b. Caracteristicile electrice ale acumulatorilor alcaline

La acumulatorii alcaline folosiți pentru alimentarea aparaturii radio de putere mică, caracteristicile electrice sînt aceleași ca și la acumulatorii acide.

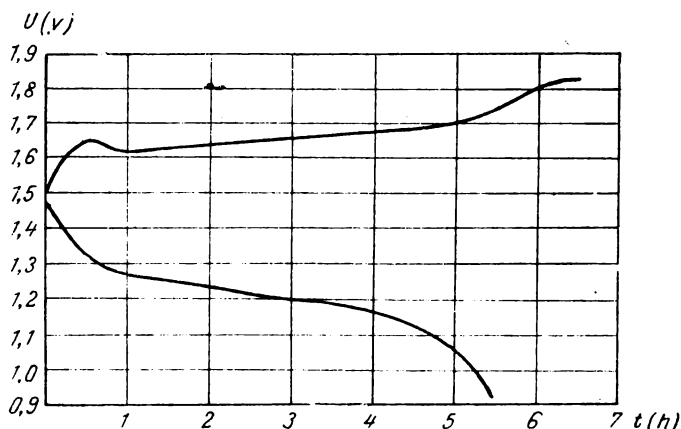


Fig. 1.11. Curbele de încărcare și descărcare ale acumulatorului alcalin.

Curbele de încărcare și descărcare. La încărcare, tensiunea crește repede la 1,60—1,67 V, apoi scade puțin datorită creșterii temperaturii și a schimbării rezistenței interioare, apoi încărcarea are loc cu o creștere mică a tensiunii. La sfîrșitul încărcării, tensiunea ajunge la 1,8—1,85 V (fig. 1.11).

Din curba de descărcare se vede că f.e.m. la începutul descărcării este de 1,48 V și scade rapid pînă la 1,32—1,36 V. Descărcarea, în practică, se poate face pînă la 1—1,1 V. La acumulatorul cadmiu-nichel, curba de descărcare este mult mai lină.

Rezistența interioară. La acumulatorii alcaline, rezistența interioară este de 0,003 Ω , deci mai mare decît a acumulatorilor cu plumb (0,0016 Ω). La sfîrșitul descărcării, rezistența internă crește pînă la 0,0075 Ω . Rezistența scade cu mărirea temperaturii.

Capacitatea acumulatorilor alcaline. Capacitatea acumulatorului depinde de masa activă; de aceea, la curba de descărcare se observă o scădere rapidă, deoarece se epuizează masa activă.

Capacitatea depinde de regimul de descărcare, de calitatea electrolitului și de temperatura mediului înconjurător.

Spre deosebire de acumulatele cu plumb, acumulatele alcaline păstrează același aspect al curbei de descărcare atât la intensități mari de curent, cât și la intensități mici. La coborîrea temperaturii, capacitatea acumulatelelor alcaline scade, deoarece fierul devine pasiv și rezistența interioară crește. La temperaturi joase, se recomandă să se lucreze cu curenți mari, deoarece căldura produsă prin descărcare ridică temperatura de funcționare.

Randamentul. Randamentul acumulatorului alcalin este cuprins între 70 și 80% (în Ah), iar în energie între 50 și 60% (în Wh). La acumulatele Cd-Ni, randamentul este mai mare.

Durata de serviciu. Acumulatele Cd-Ni pot fi exploatate minimum 500 de cicluri de încărcare-descărcare, iar cele Fe-Ni 1 000 cicluri, fără a pierde 20% din capacitate.

Autodescărcarea. Cea mai mare descărcare a acestor acumulate se produce în primele 24—80 ore după încărcare, datorită descompunerii bioxidului de nichel și a proceselor de autooxidare a fierului. În această privință, acumulatele Cd-Ni sînt mai avantajoase.

c. Formarea, încărcarea și controlul acumulatelelor alcaline

Formarea și încărcarea acumulatelelor alcaline se fac astfel: se introduce electrolitul în vas, apoi se realizează prima încărcare la un curent egal cu 0,6 din curentul normal de descărcare la 8 ore (sau 0,075 din capacitatea nominală a bateriei de acumulate la 8 ore).

De exemplu acumulatorul NKN-100 poate fi încărcat cu 7,5 A, căci $0,075 \times 100 = 7,5$ A.

■ Încărcarea se face 18—20 ore, pînă ce acumulatorul este complet încărcat. În tot timpul încărcării trebuie să se observe densitatea electrolitului, temperatura, tensiunea la începutul și sfîrșitul încărcării și intensitatea curentului de încărcare.

La sfîrșitul încărcării, tensiunea pe element atinge 1,80 V. Temperatura electrolitului în timpul încărcării nu trebuie să întreaacă 30—40°C. Dacă temperatura ajunge + 40°C, încărcarea se întrerupe, acumulatorul se răcește și apoi se reia încărcarea (la +30°C).

După prima încărcare, acumulatorul se descarcă cu același curent cu care s-a încărcat pînă ce tensiunea acumulatorului atinge valoarea de 1 V. Acumulatorul fiind încărcat se poate introduce în sarcină după 2—3 ore de la prima încărcare.

Ca și în timpul încărcării, la descărcare trebuie să se măsoare densitatea electrolitului (la începutul și sfîrșitul descărcării), tensiunile în gol și sarcină; cînd tensiunea se apropie de 1 V, măsurările trebuie să se facă mai des, pentru ca descărcarea să fie oprită la 1 V pe element. După descărcare, acumulatorul se încarcă pînă ce tensiunea atinge 1,80—1,85 V pe element.

După cel de-al doilea ciclu, acumulatorul se poate da în exploatare normală.

Controlul acumuloarelor alcaline. După un an de exploatare, acumulatorul alcalin trebuie controlat. Controlul se face prin două cicluri de încărcare-descărcare. Prima încărcare se face într-un timp mai mare cu 2 ore decît la încărcarea normală. Descărcarea și ciclul următor se fac ca și în exploatarea normală. În timpul controlului se verifică toți parametrii care au fost menționați la încărcarea și descărcarea normală, în plus se verifică capacitatea cînd acumulatorul este încărcat și apoi descărcat. Dacă se constată că acumulatorul are un randament mai scăzut cu 20% față de randamentul acumulatorului nou, atunci acumulatorul nu se mai poate folosi, el trebuind regenerat.

Capacitatea acumulatorului poate să scadă și datorită acumulării carbonatului de potasiu în electrolit; în acest caz, acumulatorul se poate regenera prin înlocuirea electrolitului. Regenerarea acumuloarelor alcaline se poate face și prin fierbere și spălarea elementelor, în care timp, substanța activă devine spongioasă iar depunerile pe plăci sînt înlăturate.

Păstrarea acumuloarelor alcaline. Acumulatorul format cu electrolit poate fi păstrat pînă la 12 luni. La durate mai mari de păstrare, acumulatorul se ține fără electrolit, în încăperi uscate și la o temperatură de maximum 25°. Nu se pot păstra acumuloarele alcaline la un loc cu cele cu plumb.

d. Avantajele și dezavantajele acumulateorilor alcaline față de cele acide

Acumulatorul alcalin prezintă următoarele avantaje față de acumulatorul cu plăci de plumb:

- este mai robust, deci are o rezistență mecanică mai mare;

- substanța activă nu formează reziduuri la fundul vasului și deci nu apar scurtcircuite datorită acesteia;

- nu se sulfatează și nu emană gaze care ar putea ataca aparatele aflate în apropiere;

- întreținerea este foarte ușoară, iar durata de funcționare este mare.

Dezavantajele pe care le prezintă acumulatorul alcalin sînt următoarele:

- prețul de cost este de 2—5 ori mai mare (la capacitate egală) decît al acumulatorului cu plumb; acest neajuns este compensat de durata mai mare a acestuia;

- la greutate egală, spațiul ocupat de acumulateorile alcaline este mai mare;

- randamentul acestui tip de acumulator este mai mic;

- starea de descărcare a acumulatorului se poate cunoaște mai greu.

CAPITOLUL 2

ALIMENTAREA INSTALAȚIILOR RADIO DE LA REȚEAUA DE CURENT ALTERNATIV

1. Generalități

În majoritatea cazurilor, aparatele radio sînt alimentate în curent continuu. Astfel, tuburile electronice ale radioreceptoarelor folosesc energia sub formă de curent continuu în proporție de 90—95%, iar emițătoarele în proporție de 75—80% (anozii, ecranele, filamentele, negativările).

De cele mai multe ori, sursa principală de energie este însă în curent alternativ, așa cum sînt rețelele electrice din orașele țării noastre. Transformarea curentului alternativ în curent continuu se face cu ajutorul *redresorului*.

Rețelele de curent alternativ existente în țara noastră au tensiunile de 120, 220, 380 și 500 V, la o frecvență de 50 Hz.

Cele mai convenabile dispozitive de transformare a curentului alternativ în curent continuu sînt redresoarele electrice. Acestea pot fi folosite pentru încărcarea acumulatorilor (redresoare separate), sau pentru alimentarea magnetofonelor, aparatelor radio (radioreceptoare, amplificatoare de picup, sau chiar radioemițătoare); în acest ultim caz redresoarele intră în compunerea aparatului respectiv.

Schema-bloc a unui redresor se prezintă în fig. 2.1.

Transformatorul este piesa care face ca tensiunea de curent continuu să aibă valoarea dorită față de o valoare dată a rețelei; el separă circuitele de curent alternativ de cele de curent continuu.

Elementul redresor poate fi un tub electronic (diodă) sau diode semiconductoare. Acest element are rolul de a redresa, adică de a transforma tensiunea de curent alterna-

tiv în tensiune care are pulsuri într-un singur sens (tăind pulsurile negative, de exemplu).

Tensiunea rezultantă este sub formă de pulsuri. Pentru a netezi, a filtra aceste pulsuri, se folosesc filtrele.

În afară de părțile descrise, la un redresor se mai folosesc uneori și o serie de circuite ajutătoare, cum sînt:

- circuite pentru stabilizarea tensiunii;
- elemente de reglare a parametrilor tensiunii;

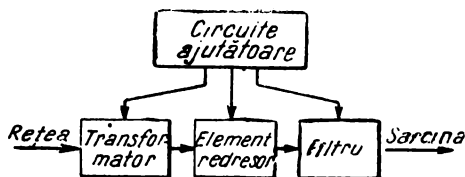


Fig. 2.1. Schema-bloc a redresorului.

- dispozitive de conectare și deconectare a redresorului;
- aparate de control și măsură a tensiunilor.

2. Dispozitive redresoare și funcționarea lor

Redresoarele pot fi construite pentru redresarea unei singure alternanțe, pentru ambele alternanțe sau în schemă de multiplicare a tensiunii. Alegerea montajului de redresare pentru aparatele radio se face ținând seamă de dimensiunile minime, de randament și filtrajul bun la ieșirea redresorului. Pentru aparatele radio se folosesc redresoare monofazate, iar filtrele de netezire încep cu un condensator, deci sarcina redresorului are un caracter capacitiv.

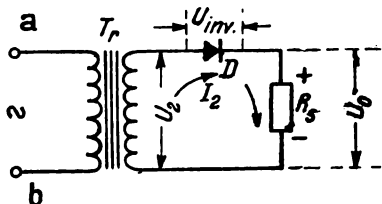


Fig. 2.2. Schema unui redresor cu diodă semiconductoare.

Redresarea se poate face cu unul sau mai multe elemente de redresare, dintre cele descrise anterior. Cea mai simplă schemă de redresor se prezintă în fig. 2.2.

Redresorul se compune dintr-un transformator T_r , un element de redresare (diodă, diodă semiconductoare D) și o rezistență de sarcină R_s . Acest montaj redresează o singură alternanță, deoarece curentul circulă prin înfășurarea secun-

dară a transformatorului în timpul unei semiperioade. Dacă la intrarea transformatorului se aplică tensiunea rețelei (punctele a , b), grafic pe caracteristica curent-tensiune a elementului redresor se obțin pulsuri de curent ca în fig. 2.3.

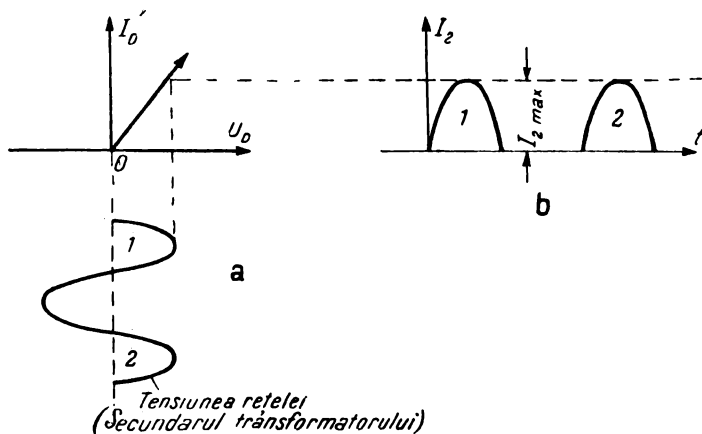


Fig. 2.3. Fenomenul de redresare explicat prin forma caracteristicii elementului de redresare:

a — caracteristica de curent-tensiune a elementului redresor și tensiunea rețelei;
 b — pulsurile de curent rezultate după redresare.

Elementul redresor conduce doar atunci cînd potențialul ce se aplică pe anodul diodei semiconductoare este pozitiv. Prin sarcină circulă un curent pulsatoriu. Atît diagrama curentului cît și diagrama tensiunii la ieșire este aceeași, deoarece între curent și tensiune nu există nici un defazaj, sarcina fiind rezistivă. Asemenea sarcini pot fi: filamentele unui radioreceptor, circuitele anodice ale unui emițător etc.

Redresorul cu sarcină capacitivă (fig. 2.4) are la ieșire un filtru capacitiv. Funcționarea acestui montaj este urmă-

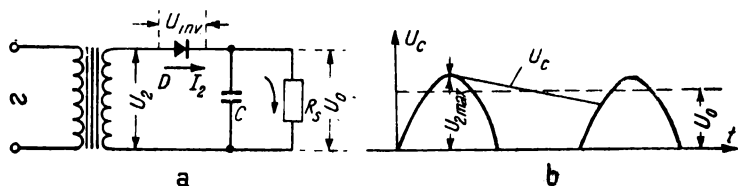


Fig. 2.4. Redresor cu sarcină capacitivă:

a — schema de principiu; b — variația tensiunii redresate.

toarea: cînd se aplică tensiunea de la rețea, dioda redresoare va conduce atunci cînd anodul ei este pozitiv. Condensatorul C se încarcă și tensiunea la bornele lui va crește. Cînd tensiunea pe condensator ajunge la valoarea U_{2max} (fig. 2.4), adică tensiunea maximă din secundarul transformatorului, încărcarea condensatorului încetează. Deoarece la pulsul următor tensiunea la bornele transformatorului începe să scadă, anodul diodei redresoare devine negativ față de catod și deci aceasta nu va conduce. Condensatorul fiind conectat la rezistența de sarcină, se va descărca pe aceasta. Pe măsura descărcării, tensiunea la bornele sale va scădea.

Dacă se ia condensatorul cu o capacitate mare (de ex. $10 \mu F$), atunci descărcarea lui se face lent, astfel încît la începutul perioadei următoare el va mai păstra o tensiune destul de mare (fig. 2.4, *b*). Elementul redresor va începe să conducă doar atunci cînd tensiunea din secundarul transformatorului va fi mai mare decît tensiunea de pe condensator. Procesul se repetă la fiecare puls pozitiv. Din reprezentarea grafică (fig. 2.4, *b*) se vede că folosind capacitatea, crește componenta continuă a tensiunii redresate și în plus se realizează un filtraj, adică se micșorează pulsația acestei tensiuni.

Se pot construi montaje de redresare a ambelor alternanțe, care funcționează la fel ca și la redresarea unei sin-

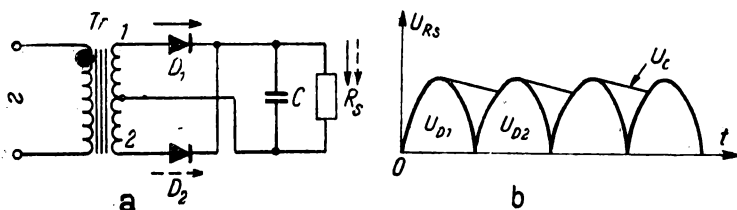


Fig. 2.5. Redresarea ambelor alternanțe:

a — schema redresorului; *b* — forma tensiunii redresate.

gure alternanțe, doar că frecvența este dublă. La pulsul pozitiv conduce o diodă, iar la cel negativ se blochează această diodă și conduce cealaltă (fig. 2.5).

În această schemă cele două diode se conectează cu anozii la secundarul transformatorului, iar catodzii în paralel la sarcină. Celălalt capăt al sarcinii se leagă la priza mediană a transformatorului.

Se poate considera că acest montaj se compune din două redresoare separate care au o sarcină comună.

Priza mediană din secundarul transformatorului dă posibilitatea obținerii unor tensiuni sinusoidale și defazate la 180° pe cele două jumătăți ale secundarului. Deci tensiunile care se aplică pe diodele redresoare sînt defazate la 180° .

În fiecare jumătate a secundarului transformatorului curentul circulă doar într-o semiperioadă; de aceea, schema este într-un singur timp.

La prima semiperioadă cînd potențialul punctului 1 (fig. 2.5, *a*) este pozitiv, iar potențialul punctului 2 este negativ față de punctul median, curentul circulă prin dioda D_1 , iar prin rezistența de sarcină R_s , în sensul arătat de săgeata cu linie continuă. În acest moment dioda D_2 este blocată și pe ea se aplică tensiunea inversă.

La semiperioada următoare, cînd potențialul punctului 2 devine pozitiv iar cel al punctului 1 negativ, curentul circulă prin dioda D_2 și sarcina R_s după sensul arătat de săgețile desenate punctat. În acest moment, dioda D_1 este blocată și pe ea se aplică tensiunea inversă.

Se observă că cei doi curenți circulă în același sens prin sarcină, atît la semiperioada pozitivă cît și la semiperioada negativă a tensiunii de la rețea.

În fig. 2.5, *b* se prezintă forma tensiunii redresate. Pulsurile redresate sînt asemănătoare cu cele obținute la redresorul pentru o singură alternanță cu deosebirea că numărul pulsurilor se dublează, deci se dublează frecvența lor.

Deoarece în paralel cu rezistența de sarcină se conectează un condensator C (fig. 2.5, *a*), se micșorează pulsațiile tensiunii redresate, întrucît condensatorul se încarcă pe timpul cît circulă curent prin sarcină și se descarcă pe sarcină atunci cînd tensiunea pe aceasta scade. În acest mod se obține forma U_c (fig. 2.5, *b*) a tensiunii redresate, formă care este apropiată de aceea a tensiunii continue.

Uneori se folosesc redresoare în punte care redresează ambele alternanțe. Deosebirea față de montajul cu două elemente redresoare constă în aceea că transformatorul nu are priză mediană, deci este mai ușor de construit.

Deoarece transformatorul este străbătut de un curent alternativ și în primar și în secundar, dimensiunile sale sînt mai mici.

Cînd este nevoie de tensiuni mai mari decît cele care se obțin în mod normal în secundarul transformatorului, se

folosesc montaje de redresoare cu dublarea tensiunii. Aceste montaje se folosesc și atunci cînd transformatorul nu are raportul de transformare dorit și se cer multiplicări de tensiune.

În fig. 2.6 se prezintă o schemă de dublare a tensiunii, în care se vede că se folosesc două elemente redresoare și

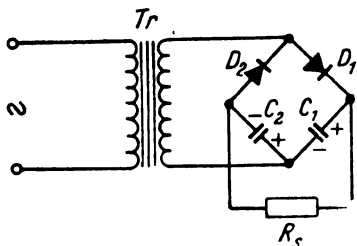


Fig. 2.6. Schema redresorului cu dublarea tensiunii.

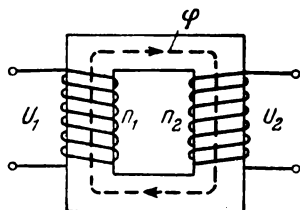


Fig. 2.7. Schema electrică a transformatorului.

două condensatoare C_1 și C_2 . În timpul unei alternanțe, curentul circulă prin D_1 și încarcă condensatorul C_1 , iar în cea de-a doua alternanță încarcă condensatorul C_2 . După cele două alternanțe, condensatoarele se descarcă pe sarcină, iar tensiunea la ieșire este dublă.

Transformatorul împreună cu elementul de redresare (celula de cuproxid, seleniu, dioda sau cristalul) formează părțile cele mai importante ale unui redresor.

3. Transformatorul de rețea

Transformatorul are rolul de a transforma curenți alternativi de joasă tensiune în curenți de intensitate mică și înaltă tensiune și invers.

Transformatorul este format dintr-un miez de fier (fig. 2.7) care constituie circuitul magnetic și două înfășurări: un circuit primar cu n_1 spire și un circuit secundar cu n_2 spire.

La un transformator, raportul tensiunilor din înfășurări este direct proporțional cu raportul numărului de spire. Dacă U_1 și U_2 sînt tensiunile din primar și secundar, iar n_1

și n_2 numărul de spire din primar și secundar atunci există proporția:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} = n,$$

unde n este raportul de transformare.

O dată cu aplicarea unei tensiuni alternative pe înfășurarea primară, aceasta este parcursă de un curent alternativ i_1 , care produce un flux magnetic alternativ φ (fig. 2.7). Acest flux variabil induce în circuitul secundar o tensiune electromotoare.

Miezul de fier se folosește din considerente practice; altfel la frecvența de 50 Hz numărul de spire al înfășurărilor ar fi prea mare și nu ar putea fi realizat pentru valorile practice ale inductanțelor. Miezul de fier închide liniile de forță formînd un circuit magnetic. Această proprietate a corpurilor de a ușura trecerea liniilor de forță se numește conductibilitate magnetică sau permeabilitate (μ).

Miezul de fier are dezavantajul că introduce pierderi. Pierderile de energie se datoresc atât curenților Foucault cît și fenomenului de hysterezis. Pentru ca aceste pierderi să fie cît mai mici, miezul de fier trebuie secționat în tole care sînt izolate între ele. Cînd transformatorul lucrează la plină sarcină, pierderile se pot neglija, încît puterea din circuitul primar este egală cu puterea din secundar.

$$U_1 I_1 = U_2 I_2;$$

deci,

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{n}.$$

Deci raportul curenților este egal cu inversul raportului de transformare.

Dacă se face raportul între tensiunea măsurată la bornele înfășurării și intensitatea curentului, se găsește rezistența aparentă. În cazul transformatorului fără pierderi, raportul rezistențelor aparente ale celor două înfășurări este direct proporțional cu raportul pătratelor numărului de spire

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{n_2^2}{n_1^2} = n^2.$$

Relația se mai poate pune și sub forma

$$R_1 = \frac{1}{n^2} R_2.$$

Această formulă arată că la un transformator ideal, sarcina din secundar are același efect ca și cînd s-ar lega în primar o rezistență de valoarea $R_2 \frac{1}{n^2}$.

Transformatoarele care se folosesc în instalațiile radio sînt pentru rețele monofazate, iar puterea lor se limitează la cîteva sute de wați.

Constructiv, miezul este format din tole care sînt de următoarele tipuri: E, U, T și I.

Tolele se confecționează din tablă de fier moale, în special aliaj de fier cu siliciu, care are o permeabilitate magnetică foarte bună.

4. Elemente de redresare

a. Clasificarea elementelor de redresare

Prin element de redresare se înțelege dispozitivul care conduce curentul mai bine într-un sens decît în sens invers.

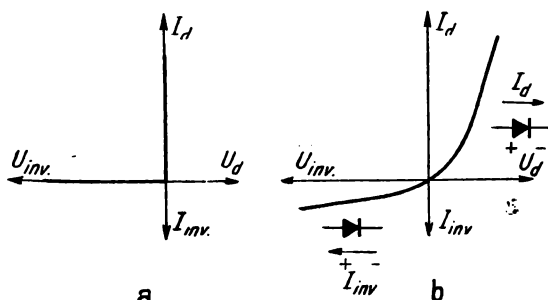


Fig. 2.8. Caracteristicile curent-tensiune la elementele redresoare: a — elementul de redresare ideal; b — elementul de redresare real.

O clasificare a redresoarelor se poate face în redresoare electrice și mecanice. În cele ce urmează ne vom ocupa de elementele de redresare electrice, care pot fi: cu tuburi electronice cu vid, tuburi electronice cu gaz, semiconductoare.

La instalațiile radiotehnice de puteri mici, cel mai mult se folosesc redresoarele cu tuburi electronice cu vid și semi-conductoarele.

Un redresor electric se caracterizează prin curentul pe care-l lasă să treacă în sensul conducției.

În sensul conducției se folosesc termenii: curent direct, tensiune directă și rezistență interioară directă.

Un redresor ideal trebuie să conducă curentul într-un sens — rezistența lui trebuie să fie zero, iar în celălalt sens să nu conducă — rezistența trebuind să fie infinită. În fig. 2.8 se vede curba curent-tensiune a unui astfel de redresor. La elementul de redresare real, rezistența inversă are o valoare finită (fig. 2.8, b).

b. Redresor cu tub electronic

Tuburile folosite sînt diode. Filamentul tubului fiind încălzit, emite electroni. Anodul fiind la un potențial pozitiv iar catodul negativ, atunci se creează un cîmp electric sub acțiunea căruia electronii se deplasează în direcția anodului. În circuitul exterior apare un curent cu sensul arătat de săgeată (fig. 2.9, a).

Cîmpul electric are în acest moment polaritatea normală (+ pe anod). Curentul ce trece prin rezistența de sarcină R_s face să apară o cădere de tensiune. La schimbarea polarității, cîmpul electric se schimbă și apare curentul invers (fig. 2.9, b). De aici se deduce funcționarea diodei ca element de redresare. Dioda conduce în momentul în care tensiunea care se aplică pe placă este pozitivă (față de catod). Curentul invers se poate neglija.

Diodele redresoare pot fi cu încălzire directă sau cu încălzire indirectă (tubul are și catod și filament). Diodele cu încălzire directă pot să fie încălzite cu curent continuu sau cu curent alternativ.

Redresoarele pot fi simple diode sau duble diode, pentru redresarea unei singure alternanțe sau a ambelor alternanțe ale rețelei de curent alternativ.

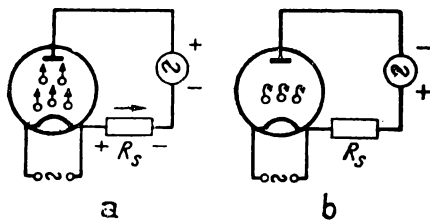


Fig. 2.9. Dioda redsoare:
a — curentul direct prin diodă; b — curentul invers prin diodă.

Rezistența interioară a redresorului este dată de relația

$$R_i = \frac{U_d}{I_d},$$

în care:

R_i este rezistența interioară a diodei redresoare;

U_d — tensiunea aplicată diodei;

I_d — curentul prin diodă.

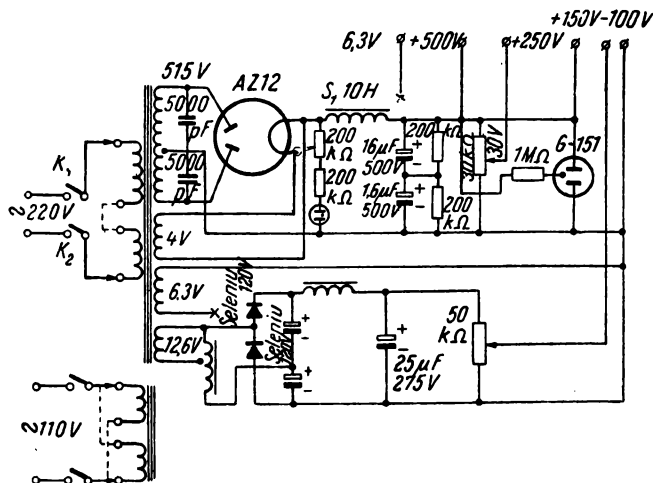


Fig. 2.10. Schema de principiu a unui redresor cu dublă diodă pentru alimentarea unui emițător de 50 W.

Rezistența de sarcină a diodei trebuie să fie mult mai mare decât rezistența interioară a tubului.

În fig. 2.10 se prezintă schema de principiu a unui redresor cu dublă diodă cu valori practice ale pieselor, cu ajutorul căreia se poate alimenta un emițător de o putere de 50 W.

Redresorul dă tensiunile și curenții:

$$E_a = 500 \text{ V}$$

$$I_a = 100 \text{ mA}$$

$$E_{g2} = 250 \text{ V}$$

$$I_{g2} = 100 \text{ mA} \text{ (sau } E_a \text{ și } I_a \text{ pentru alte tuburi)}$$

$$E_{g2} = 150 \text{ V}$$

$$I_{g2} = 15 \text{ mA}$$

$$E_{g1} = -100 \text{ V}$$

$$I_{g1} = 5 \text{ mA}$$

stabilizate cu tub
cu gaz

c. Redresor cu semiconductoare

Semiconductoarele au o structură cristalină ca și metalele cu deosebirea că numărul electronilor este mai mic. În prezent, cristalul de germaniu este cel mai folosit pentru construcția redresoarelor cu semiconductoare.

Cu toate că cristalul de germaniu conține un număr mare de electroni, aceștia sînt legați fie de nucleul atomului, fie de legăturile covalente (electronii periferici care realizează legăturile de valență) și nu se pot mișca liber în interiorul cristalului chiar dacă există un cîmp electric ce acționează.

În cristalul de germaniu pot să apară sarcini electrice (electroni și goluri) prin acțiunea energiilor exterioare (luminosă, termică, radioactivă etc.), care smulg electronii de valență și-i fac liberi, și prin adaosuri chimice. Adaosurile care pot crea purtători de sarcini, electroni liberi sau „goluri”, sînt elementele pentavalente sau trivalente.

Atomii străini înlocuiesc atomii de germaniu din rețeaua cristalină a acestuia și, datorită faptului că posedă un număr diferit de electroni de valență, creează electroni secundari sau „goluri”. Un cristal impurificat cu elemente pentavalente conține un exces permanent de electroni, iar cristalul se numește de tip *n* (negativ). Conductibilitatea unui astfel de cristal se numește electronică.

Un cristal de germaniu impurificat cu elemente trivalente are o lipsă de electroni. Acest cristal se numește de tip *p* (datorită sarcinilor echivalente pozitive). Această lipsă de electron în legătura covalentă se numește „gol”. Golul poate fi privit ca o sarcină pozitivă în rețeaua cristalină a germaniului, egală în mărime absolută cu sarcina electronului.

La ambele tipuri de cristale *n* și *p*, numărul purtătorilor de sarcini depinde de numărul de atomi străini, deci conductibilitatea electrică depinde de densitatea de impurități.

Dacă se pun în contact două cristale, unul de tip *n* și altul de tip *p*, se formează o joncțiune. Joncțiunea *pn* prezintă o caracteristică tensiune-curent similară cu cea a unei diode. Elementul semiconductor construit astfel se poate folosi ca redresor.

Rezistența elementului redresor variază cu sensul și cu valoarea tensiunii care se aplică pe el.

Parametrii elementelor redresoare sînt: densitatea de curent admisibilă în sens direct, tensiunea inversă maximă admisă și capacitatea electrozilor.

Cele mai folosite elemente redresoare cu semiconductoare sînt: celulele cu cuproxid (elemente cu oxid cupros), celulele cu seleniu și elemente cu germaniu.

În fig. 2.11 se prezintă un redresor stabilizat cu diode cu germaniu care poate fi folosit pentru alimentarea aparaturii radio cu tuburi electronice care au la filament un curent de 0,3 A.

Acest redresor se poate construi foarte ușor, deoarece este fără transformator de rețea.

Pe lângă tensiunea de filament, de la redresor se mai poate obține tensiunea anodică de 300 V, la un curent de 150 mA.

Pentru alimentarea heterodinei unui radio-receptor, redresorul dă tensiunea de 150 V stabilizată la un curent de 30 mA. Redresorul are ieșiri și pentru tensiunile de 40—50 V la un curent de 0,3 A, de asemenea stabilizate.

Alimentarea de la rețea se face de la tensiunile de 110, 127 și 220 V (50 Hz). Atunci cînd se alimentează de la rețeaua de 110 sau 127 V, montajul funcționează ca redresor cu dublarea tensiunii. Condensatoarele C_1 și C_2 sînt conectate în serie. La alimentarea de la 220 V, montajul funcționează ca redresor în punte.

Condensatoarele C_1 și C_2 sînt conectate în paralel.

Bobina de șoc L_s are 2 100 spire din conductor de diametru 0,23 mm bobinate pe miez de 24 mm grosime. Valoarea inductanței este de 5 H.

În locul unei singure diode semiconductoare este bine să se conecteze două diode semiconductoare de tipul ДГ-И 27 sau ДГ-И 24, șuntîndu-le pe fiecare cu cîte o rezistență de 100 kΩ. Aceasta va mări siguranța redresorului, iar în cazul folosirii diodelor ДГ-И 24 se va obține un curent mai mare.

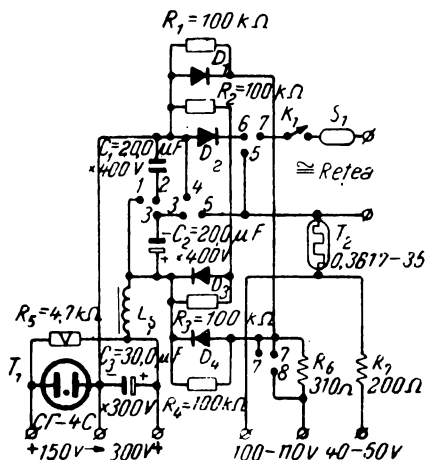


Fig. 2.11. Schema de principiu a unui redresor cu diode semiconductoare fără transformator.

Comutarea pentru diferite tensiuni ale rețelei se obține cu ajutorul unui suport (culotă) de tub electronic cu 10 piciorușe.

Legăturile în cele trei poziții se fac ca în fig. 2.12.

Redresorul se montează pe un șasiu de duraluminu de dimensiunile $100 \times 150 \times 40$ mm.

Deasupra șasiului se montează baretorul, stabilizatorul, bobina de șoc și condensatoarele electrolitice. Restul pieselor se montează sub șasiu.

Dimensiunile exterioare ale redresorului sînt: $100 \times$

$\times 150 \times 140$ mm, iar greutatea este de aproximativ 1 kg.

Acest redresor se poate folosi pentru alimentarea radio-receptoarelor și a amplificatoarelor de joasă frecvență.

Redresor cu cuproxid. Celula redresoare cu cuproxid este o diodă redresoare care este compusă dintr-o șaibă și un disc sau o placă de cupru care este acoperită pe o față (prin prelucrare termică) cu un strat de protoxid de cupru. Între protoxidul de cupru care este sub formă de peliculă de 0,1 mm și cupru se formează o zonă de contact. Protoxidul de cupru este semiconductor de tip *p*, iar cuprul, de tip *n*. Deci discul de cupru formează catodul diodei, iar cuproxidul formează anodul diodei. Pelicula de protoxid de cupru (cuproxid) se protejează cu argint coloidal sau cositor pulverizat. Discurile se assemblează apoi prin presare cu tije izolate. Pentru răcire se prevăd aripioare de la care se iau și contactele electrice.

Celula de cuproxid secționată, precum și celula asamblată se văd în fig. 2.13, *a* și *b*.

Vom prezenta cîteva proprietăți electrice ale elementelor de cuproxid. În fig. 2.14 se dă o familie de caracteristici statice curent-tensiune pentru elementele de cuproxid. Aceste caracteristici permit aprecierea proprietăților electrice ale elementelor redresoare. După cum se poate observa, curbele depind de temperatură. O dată cu creșterea temperaturii de la 17°C la 52°C scade rezistența directă și inversă a elementului, ceea ce duce la o creștere rapidă a curentului direct și invers. De aici se deduce că elementele

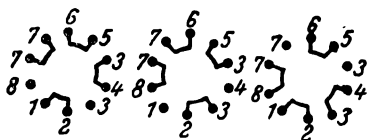


Fig. 2.12. Schemele [conectării redresorului cu diode] semiconductoare la rețea.

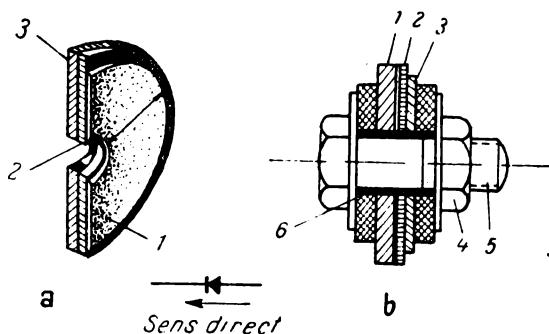


Fig. 2.13. Construcția elementului redresor cu cuproxid:

- a — secțiune prin element;
 1 — cositor pulverizat; 2 — peroxid de cupru (cuproxid); 3 — cupru;
 b — elementul redresor montat în piese de prindere:
 1 — cupru; 2 — peroxid de cupru (cuproxid); 3 — saibă; 4 — piuliță de stringere; 5 — șurub; 6 — cilindru izolat.

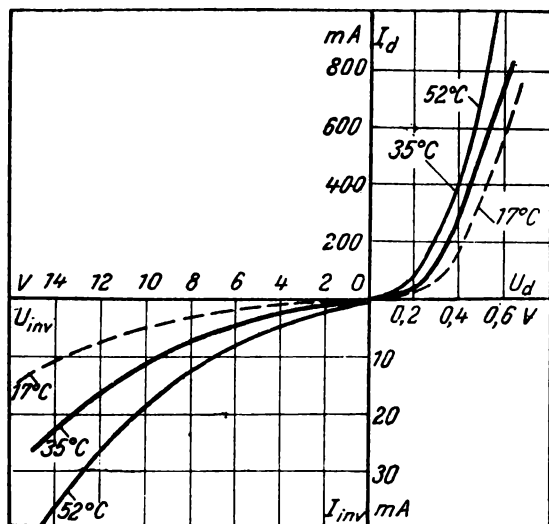


Fig. 2.14. Familia de caracteristici curent-tensiune a elementelor cu cuproxid.

redresoare cu cuproxid se pot exploata în limitele de temperatură ale mediului cuprinse între $+ 50^{\circ}\text{C}$ și -30°C . Din curbe reiese și tensiunea maximă inversă, care nu poate întrece 8—12 V. Densitatea de curent admisă este cuprinsă între 40—50 mA/cm². La densitatea de 50 mA/cm² corespunde

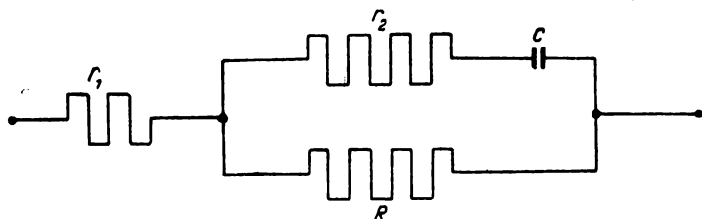


Fig. 2.15. Schema echivalentă a unui element redresor cu cuproxid: r_1 — rezistența între cei doi electrozi; r_2 — rezistența de pierderi a capacității; C — capacitatea electrozilor; R — rezistența în curent continuu, funcție de tensiunea aplicată.

punde o cădere de tensiune directă de 0,6 V. Unei tensiuni inverse de 10 V îi corespunde un curent de 10 mA.

Din cauza stratului de cuproxid, în schema echivalentă a elementului de cuproxid intervine o capacitate C care la frecvențe mai mari șuntează rezistența elementului. Schema electrică echivalentă a elementului cu cuproxid este dată în fig. 2.15.

Capacitatea elementului de cuproxid este de ordinul 0,01 $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ și când redresorul lucrează la 50 Hz efectul capacității este neînsemnat.

Celulele sînt străpunse de o tensiune de 20—70 V — dar trebuie să se ia un coeficient de siguranță mai ales atunci cînd se leagă mai multe elemente în serie. În decursul exploatării s-a constatat că celulele îmbătrînesc; o dată cu trecerea timpului crește rezistența în sensul direct. De obicei, se procedează la o stabilizare a parametrilor elementelor printr-o îmbătrînire artificială, prin încălzire la temperaturi de la 60 pînă la 70°C, timp îndelungat.

În practică se folosesc coloane asamblate de cuproxid cu diode sub formă de discuri.

În fig. 2.16 se reprezintă schema unui redresor cu celule de cuproxid.

Schema este cu dublarea tensiunii. Transformatorul Tr are o secțiune a tolelor de 6,5 cm². Înfășurarea de rețea I pentru conectarea la tensiunea de 127 V are 880 spire cu

conductor cu diametrul de 0,3 mm. Pentru conectarea la rețeaua de 220 V se adaugă un număr de 770 spire din conductor cu diametrul de 0,2—0,25 mm. Înfășurarea *II* pentru alimentarea filamentelor tuburilor electronice are 50 spire din conductor cu diametrul de 0,8—1 mm.

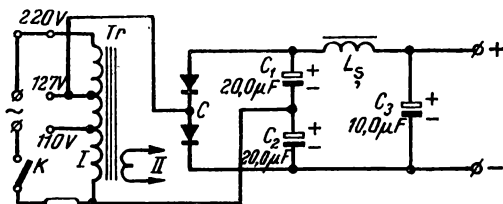


Fig. 2.16. Schema unui redresor cu celule de cuproxid.

Coloana de celule cu cuproxid *C* are 11—12 discuri cu diametrul de 18 mm.

Bobina de șoc L_s are miezul turnat din tole de tip E-16 sau E-19 cu o secțiune a miezului de 3—3,5 cm².

Înfășurarea bobinei conține 3 500 spire de conductor cu diametrul de 0,15 mm. Întrefierul este de 0,3—0,5 mm și se obține punind hîrtie între tolele de tip E și cele de tip I.

Acest redresor dă tensiunile necesare unui radioreceptor și anume 6,3 V pentru filamente și 180—250 V pentru anodi. Curentul la filamente poate ajunge pînă la 1 A.

Redresor cu seleniu. În ultimul timp, celulele cu seleniu se folosesc tot mai mult datorită parametrilor lor care sînt superiori celor cu cuproxid.

Celulele cu seleniu sînt confecționate din seleniu cristalin depus prin sublimare în vid pe o placă de oțel moale nichelat sau pe o placă de aluminju sablat. După sablare, plăcile de aluminju se acoperă cu un strat de bismut. Seleniul depus cristalizează prin încălzire aproape de punctul de fuziune (215°C); stratul de cristal nu depășește 0,1 mm. Peste seleniu se depune un aliaj catodic (cositor sau plumb). Stratul de seleniu formează anodul și cositorul formează catodul. Sensul de circulație al curentului este de la placa de bază la seleniu. În fig. 2.17 se prezintă construcția celulei de seleniu.

Elementele de seleniu se aranjează pe suportți formînd coloane. Elementele de dimensiuni mari se construiesc de formă pătrată sau de disc. Cele de dimensiuni mai mici au mărimea unor pastile și se introduc în tuburi izolante.

Caracteristicile curent-tensiune sînt asemănătoare cu cele ale celulelor de cuproxid (fig. 2.18).

Panta caracteristică depinde de temperatura mediului

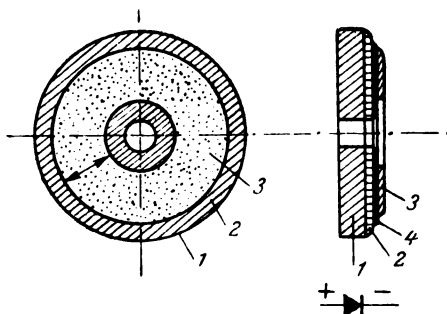


Fig. 2.17. Construcția celei de seleniu:

1 — disc de aluminiu; 2 — stratul de seleniu; 3 — stratul catodic (suprafața activă); 4 — stratul de contact.

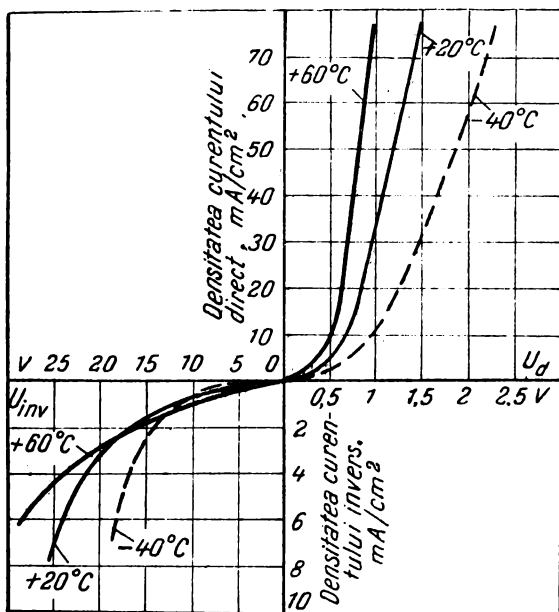


Fig. 2.18. Caracteristicile curent-tensiune la celulele cu seleniu.

înconjurător. Densitatea de curent admisă de un element este mai mică decât pentru celulele cu cuproxid, putîndu-se

lua de 50 mA/cm³. Curentul invers este mai mare, putînd să ajungă 4 mA/cm².

Limitele de temperatură între care se folosesc celulele cu seleniu sînt între + 60°C și - 40°C, deci limite mai mari decît la celulele cu cuproxid. Rezistența inversă crește cu temperatura, spre deosebire de celulele cu cuproxid.

Tensiunile inverse suportate sînt mai mari decît la cuproxid: $U_{inv} = 25$ V. Tensiunea de străpungere este de 50—80 V.

Capacitatea elementelor este comparabilă cu cea a elementelor cu cuproxid; aceasta însă variază cu tensiunea aplicată, scăzînd cu creșterea tensiunii.

Celulele de seleniu se leagă în coloane. Atunci cînd legarea se face în serie trebuie să se considere tensiunile inverse care determină străpungerea elementelor, iar la legarea în paralel interesează rezistențele directe care fac ca cele două celule să se încarce în mod corespunzător.

Modul de conectare a celulelor de seleniu (și cuproxid) se arată în fig. 2.19. În această figură, modurile de conectare 3 și 4 sînt în punte. Modurile de conectare 1, 2, 3 se văd în schemele 1, 2, 3 (fig. 2.20).

În comparație cu celulele de cuproxid, cele cu seleniu se folosesc mai des pentru că suportă o tensiune inversă mai mare. Celulele cu cuproxid au însă un randament mai bun. Celulele de seleniu sînt mai stabile în timp și lucrează în limite mai mari de temperatură. Celulele cu cuproxid se folosesc în construcția aparatelor de măsurat pentru că au rezistența directă mică în zona tensiunilor mici ale caracteristicii curent-tensiune. Celulele cu seleniu se folosesc în redresoarele pentru încărcat acumulatori, în redresoarele de laborator și în redresoarele radioreceptoarelor.

O celulă de seleniu poate redresa o tensiune maximă de 10 V.

Dacă tensiunea pe care trebuie s-o redresăm întrece această valoare, se conectează în serie mai multe celule sub formă de coloane. Numărul de celule necesare se poate determina cu formula

$$n = \frac{U}{10},$$

în care: n este numărul de celule necesar,

U — valoarea tensiunii ce urmează a fi redresată.

De exemplu pentru rețeaua de 120 V sînt necesare 12 celule.

Mărimea curentului redresat depinde de diametrul discului sau pastilei de seleniu și este cu atît mai mare cu cît este mai mare și diametrul.

Redresor cu germaniu. Elementele de redresare de acest tip sînt construite dintr-un cristal de germaniu de tipul n

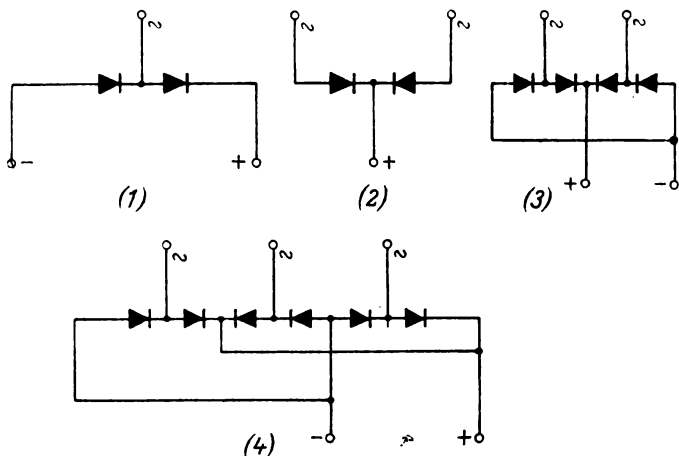


Fig. 2.19. Modul de conectare a celulelor redresoare:

1 — conectarea celulelor pentru redresarea cu dublarea tensiunii; 2 — conectarea celulelor pentru redresarea ambelor puncte alternanțe; 3 — conectarea celulelor în punte.

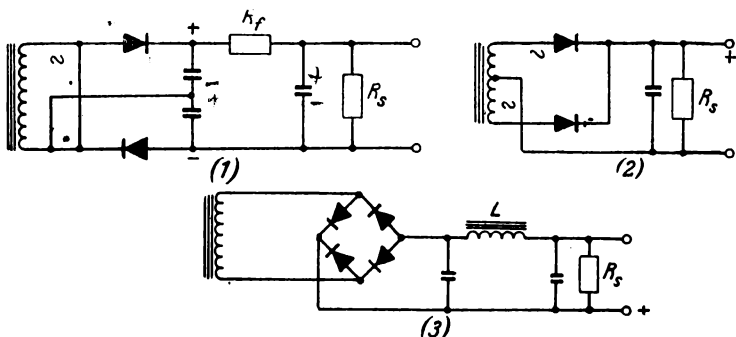


Fig. 2.20. Scheme de redresoare cu celule de seleniu:

1 — montaj pentru redresare cu dublarea tensiunii redresate, cu filtru format din rezistență (R_f); 2 — montaj pentru redresarea ambelor puncte alternanțe; 3 — montaj redresor în punte cu filtru inductiv (L).

pe care apasă un vîrf de ac ascutit (realizat sub forma unui arc de wolfram). Suprafața de contact între arc și cristal realizează redresarea. Anodul cristalului este vîrfurile arcului, iar catodul cristalului este germaniul. Deoarece suprafața de contact este foarte mică (de ordinul micronilor pătrați), calea galvanică de curent nu se închide.

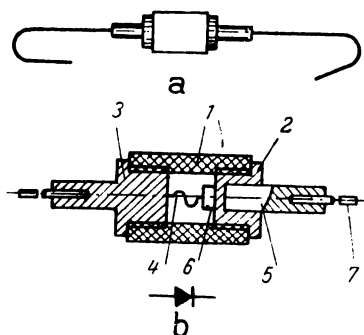


Fig. 2.21. Construcția diodei semiconductoare:

a - vedere exterioră; b - secțiune prin diodă semiconductoare;
 1 - cilindru de ceramică; 2, 3 - flanșe metalice; 4 - arc de wolfram cu vîrf ascuțit; 5 - suportul cristalului; 6 - cristallul de germaniu; 7 - conductor metalic.

Vederea și secțiunea printr-o astfel de diodă cu contact punctiform se vede în fig. 2.21, a și b.

Diodele cu contact punctiform admit trecerea unui curent de maximum 25 mA. Pentru curenți mai mari se construiesc diode cu joncțiune la care cristallul de germaniu este de tipul n -la capul căruia se lipește o picătură de indiu. Indiu, pătrunzînd în germaniu, formează o zonă de semiconductor de tip p - acesta este anodul diodei, catodul fiind cristallul. În ultimul timp s-au construit diode cu joncțiune

care admit trecerea curenților de ordinul zecilor și chiar sutelor de amperi.

Ca redresoare, în radioreceptoare și în receptoarele de televiziune, se folosesc diodele cu germaniu cu joncțiune.

Caracteristicile curent-tensiune a unei astfel de diode sînt date în fig. 2.22.

Din aceste caracteristici reiese că tensiunea inversă este de cîteva sute de volți. Densitatea de curent este de ordinul a 30 A/cm². Din caracteristici se mai observă că funcționarea diodei cu germaniu este mult influențată de temperatură. Spre deosebire de elementele cu cuproxid și seleniu, dioda cu germaniu este bine ermetizată și deci poate lucra în medii umede fără ca funcționarea să sufere. Randamentul diodei cu germaniu este de 90—95%. Aceste elemente redresoare se pot conecta în serie sau în paralel. Temperaturile limită la care pot funcționa diodele moderne sînt cuprinse între -65°C și +150°C.

Un avantaj net al acestor redresoare față de cele cu cuproxid și cu seleniu este acela că ele au un volum mic, permițând construcții de gabarit mic.

Aceste redresoare se folosesc în instalațiile radiotehnice de putere mică (la un curent de ordinul zecilor de amperi și la tensiuni de la câțiva volți pînă la sute de volți).

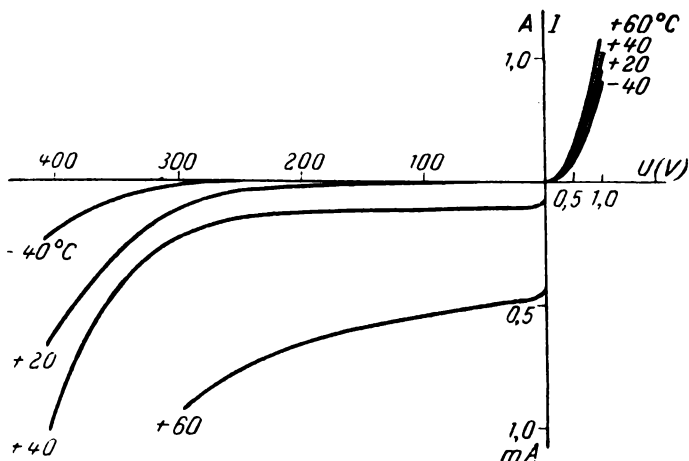


Fig. 2.22. Caracteristicile curent-tensiune la o diodă cu germaniu.

În comparație cu celelalte elemente de redresare, diodele cu germaniu mai au următoarele avantaje: robustețe mecanică, durată mare de funcționare, simplitate în exploatare și pierderi mici de putere.

5. Calculul redresorului

Dacă tehnicianul radio (radioamatorul) se decide să alimenteze emițătorul, aparatul de radiorecepție sau amplificatorul de la rețeaua de curent alternativ, atunci trebuie să-și aleagă o schemă de redresor adecvată.

Schemele de redresare a unei singure alternanțe se recomandă pentru puteri mici, cel mult 10 W, pe cînd schemele de redresare a ambelor alternanțe se indică în toate cazurile. Deoarece pulsațiile tensiunii redresate sînt mult mai mici în cazul redresării ambelor alternanțe, această redresare se preferă. Alegerea uneia din scheme se va face după cerințele

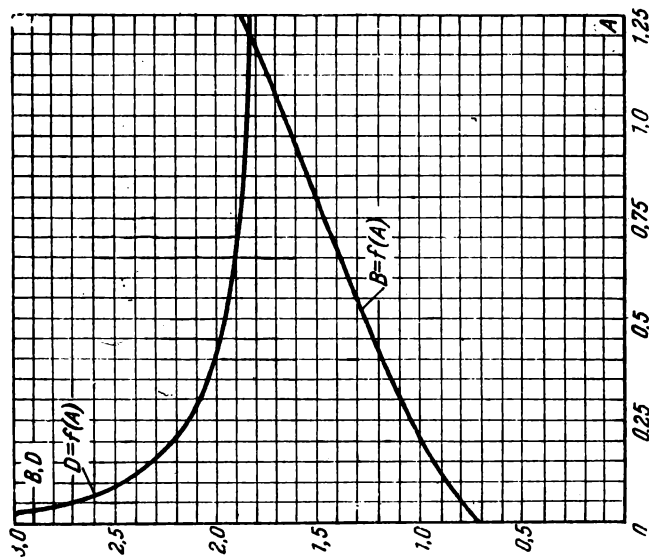


Fig. 2.23. Curbele parametrilor B și D funcție de A .

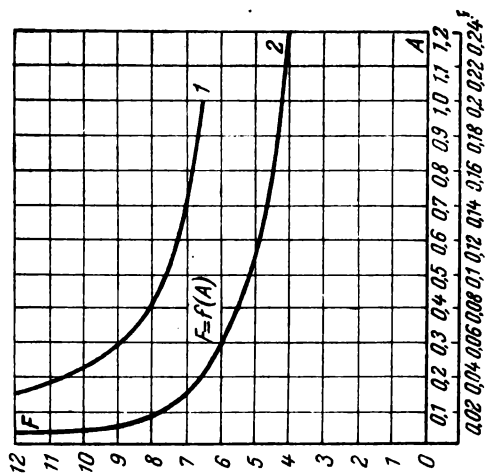


Fig. 2.24. Curba variației parametrului F funcție de A ;

1 — redresarea unei singure alternanțe; 2 — redresarea ambelor alternanțe.

aparaturii ce se alimentează (amplificator cu tranzistoare, radioreceptor cu tuburi electronice sau televizor) și mai ales după piesele avute la dispoziție.

Pentru calculul redresorului se dă o tabelă cu formulele necesare pentru redresorul cu sarcină capacitivă, acesta

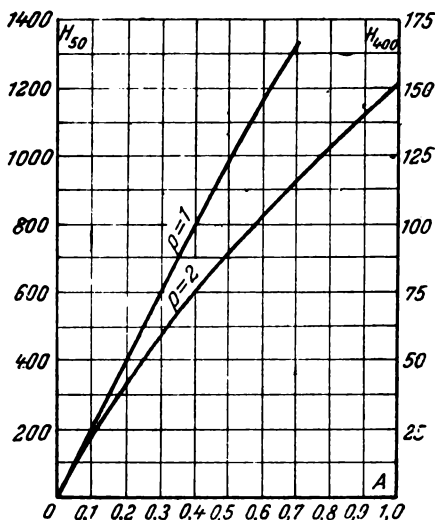


Fig. 2.25. Curbele de variație ale parametrului H funcție de A pentru frecvențele rețelelor de 50 și 400 Hz.

fiind cel mai des folosit. După ce se alege schema (care se află pe coloanele tabelului 2.1) se alege tubul electronic sau grupul de seleniu.

Pentru determinarea parametrilor trebuie să se cunoască valoarea lui A :

$$A = \frac{I_0 \pi \cdot r}{p U_0},$$

unde I_0 este componenta continuă a curentului redresat (A);

U_0 — componenta continuă a tensiunii redresate (V);

$\pi = 3,14$;

$r = R_i + R_{tr}$, în care R_i este rezistența internă a elementului redresor (Ω), iar R_{tr} este rezistența totală (sumă) a înfășurărilor transformatorului (Ω);

p — numărul impulsurilor de curent redresate.

Relațiile de calcul al unui redresor cu sarcină capacitivă

Denumirea parametrilor		Schema de redresoare			
		Pentru o singură alternanță	Pentru dublă alternanță	În punte	Cu dublare
Transformatorul	Tensiunea în secundarul transformatorului U_2	BU_0	BU_0	BU_0	$0,5 BU_0$
	Curentul în circuitul secundarului I_2	DI_0	$0,5 DI_0$	$0,707 DI_0$	$1,41 DI_0$
	Curentul din primarul transformatorului I_1	$\frac{I_0}{k} \sqrt{D^2 - 1}$	$0,707 D \frac{I_0}{k}$	$0,707 D \frac{I_0}{k}$	$1,41 D \frac{I_0}{k}$
	Puterea solicitată din transformator P_{Tr}	$0,5B(D + \sqrt{D^2 - 1})U_0 I_0$	$0,85 BDU_0 I_0$	$0,707 BDU_0 I_0$	$0,707 BDU_0 I_0$
Elementul redresor	Tensiunea inversă pe elementul de redresare U_{inv}	$2,82 BU_0$	$2,82 BU_0$	$1,41 BU_0$	$1,41 BU_0$
	Valoarea medie a curentului prin dioda redresoare I_{0D}	I_0	$0,5 I_0$	$0,5 I_0$	I_0
	Valoarea efectivă a curentului elementului de redresare I_D	DI_0	$0,5 DI_0$	$0,5 DI_0$	DI_0
	Curentul maxim (amplitudinea) prin redresor I_{max}	FI_0	$0,5 FI_0$	$0,5 FI_0$	FI_0
	Numărul de elemente redresoare	1	2	4	2
Pulsația	Frecvența pulsației f_0	$f_{rețea}$	$2f_{rețea}$	$2f_{rețea}$	$2f_{rețea}$
	Coeficientul de pulsație K_p	$\frac{H}{rC}$	$\frac{H}{rC}$	$\frac{H}{rC}$	$\frac{H}{rC}$

Calculul redresorului se face folosind graficele din fig. 2.23, 2.24 și 2.25, în care se dau valorile parametrilor B , D , F și H funcție de parametrul A .

Dacă transformatorul nu are înfășurări suplimentare valoarea acestei rezistențe se află cu ajutorul formule

$$R_{tr\ tot} = R_2 + n^2 R_1,$$

în care: R_2 este rezistența înfășurării secundare, în Ω ;
 R_1 — rezistența înfășurării primare, în Ω ;
 n — raportul de transformare.

Dacă redresorul se construiește cu tub electronic, atunci se poate folosi cu destulă exactitate relația

$$R_{tr} = R_i,$$

unde R_{tr} este rezistența transformatorului;

R_i — rezistența internă a tubului redresor.

Cînd în secundar sînt și înfășurări suplimentare pentru alimentarea filamentelor unui radioreceptor și a tubului redresor, atunci $R_{tr\ tot}$ se calculează cu formula

$$R_{tr\ tot} = \frac{R_{tr}}{P} \left(1 + \frac{P_{tr}}{P_{tr\ tot}} \right),$$

în care: P_{tr} este puterea din secundar (VA);

$P_{tr\ tot}$ — puterea întregului transformator, în care intră și influența înfășurărilor suplimentare.

Exemplu de calcul. Se va calcula un redresor pentru alimentarea unui radioreceptor cu diodă pentru ambele alternanțe la care se dau:

- tensiunea redresată: $U_0 = 400$ V;
- curentul redresat: $I_0 = 300$ mA;
- tensiunea rețelei: $U_{re\tau ea} = 220$ V;
- frecvența rețelei: $f = 50$ Hz.

Alegerea tubului redresor. Pentru a putea alege un tub redresor convenabil trebuie să se cunoască valoarea maximă a curentului din secundar. Acest curent se calculează cu relația

$$I_{2\ max} = \frac{I_0}{p} F,$$

unde I_0 este curentul redresat,

p — numărul de alternanțe redresate,

F — parametru; tensiunea inversă ($U_{inv} = 2\sqrt{2} B U_0$) și valoarea medie a curentului prin dioda redresoare ($I_{0D} = 0,5 I_0$; vezi tabela 2.1).

Ca să se determine aceste valori se găsesc parametrii F și B cu relații aproximative. Deci tubul se alege funcție de mărimea curentului.

Parametrul F are valori cuprinse între 5,5 și 7,5. Se ia valoarea medie $F = 6,5$.

Parametrul B are valori cuprinse între limitele 0,9 și 1,15; se alege valoarea medie $B = 1,03$.

$$\text{Rezultă: } I_2 \max \approx \frac{0,3}{2} 6,5 = 0,975 \text{ A};$$

$$\begin{aligned} U_{inv} &\approx 2,82 \times 1,03 \times 400 = 1\,160 \text{ V}; \\ I_{0D} &= 0,5 \times 0,3 = 0,15 \text{ A}. \end{aligned}$$

Din cataloage se alege tubul care să răspundă acestor cerințe. Tubul 5U8C are:

$$I_2 \max = 1,2 \text{ A} > 0,975 \text{ A}; \quad Pd = 30 \text{ W};$$

$$U_{inv} = 1\,700 \text{ V} > 1\,160 \text{ V}; \quad U_f = 5 \text{ V};$$

$$I_{0D} = 0,21 \text{ A} > 0,15 \text{ A}; \quad I_f = 5 \text{ A};$$

$$R_i \text{ (la o diodă)} = 100 \, \Omega.$$

Deci, acest tub avînd două diode și suportînd tensiunile și curenții determinați satisface pe deplin condițiile impuse.

Calculul transformatorului. Puterea transformatorului se calculează cu formula

$$P_{tr} = 0,85 \, U_0 I_0 B D,$$

la care se adaugă puterile înfășurărilor suplimentare. În cazul studiat există o înfășurare suplimentară pentru încălzirea filamentului tubului redresor, deci

$$P_{tr \, tot} = P_{tr} + P_f,$$

unde P_f este puterea consumată pentru încălzirea filamentului.

Parametrul D are valori limită între 2,4 și 2,03; se ia valoarea medie $D = 2,2$.

$$P_{tr} = 0,86 \times 400 \times 0,3 \times 1,03 \times 2,2 \approx 230 \text{ VA};$$

$$P_f = U_f I_f = 5 \times 5 = 25 \text{ VA};$$

$$P_{tr \, tot} = 230 + 25 = 255 \text{ VA}.$$

Calculul rezistențelor înfășurărilor transformatorului. Calculul rezistenței se face cu formula

$$r = R_i + R_{tr \, tot}.$$

Dacă de exemplu se alege rezistența secundarului transformatorului $R_{tr} = 80 \, \Omega$, atunci se poate calcula $R_{tr \, tot}$

$$R_{tr \, tot} = \frac{R_{tr}}{2} \left(1 + \frac{P_{tr}}{P_{tr \, tot}} \right) = \frac{80}{2} \left(1 + \frac{230}{255} \right) = 76 \, \Omega.$$

Deci,

$$r = 100 + 76 = 176 \, \Omega.$$

Deoarece pînă acum s-au ales valorile parametrilor B, D , calculul are un caracter orientativ.

Din acest moment se poate trece la calculul exact.

Determinarea parametrului A. Determinarea parametrului A se face cu formula

$$A = \frac{I_0 \pi r}{P U_0} = \frac{0,3 \times 3,14 \times 176}{2 \times 400} = 0,208.$$

Determinarea parametrilor B, D, F și H. Acești parametri se găsesc în graficele din fig. 2.23, 2.24 și 2.25.

Pentru $A = 0,208$ găsim: $B = 1,0$; $D = 2,2$; $F = 6,5$; $H = 350$ (pentru $p = 2$).

Determinarea parametrilor transformatorului. Relațiile ce se folosesc sînt cele date în tabela 2.1 (coloana a doua).

Tensiunea în secundar:

$$U_2 = B U_0 = 400 \times 1,0 = 400 \, \text{V}.$$

Curentul în secundar:

$$I_2 = 0,5 D I_0 = 0,5 \times 2,2 \times 0,3 = 0,33 \, \text{A}.$$

Curentul din primar:

$$I_1 = 0,707 D \frac{I_0}{K} = 0,707 \times 2,2 \frac{0,3}{0,55} = 0,85 \, \text{A}.$$

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{400} = 0,55.$$

Puterea transformatorului

$$P_{tr} = 0,85 U_0 I_0 B D = 0,85 \times 400 \times 0,3 \times 1,0 \times 2,2 \approx 220 \, \text{VA}.$$

Puterea totală:

$$P_{tr \, tot} = 226 + 25 = 251 \, \text{VA}.$$

Calculul parametrilor elementului de redresare

Tensiunea inversă:

$$U_{inv} = 2,82 B U_0 = 2,82 \times 1,0 \times 400 = 1130 \, \text{V}.$$

Curentul mediu redresat:

$$I_{0D} = 0,5 I_0 = 0,15 \, \text{A}.$$

Curentul efectiv:

$$I_D = 0,5 DI_0 = 0,5 \times 2,2 \times 0,3 = 0,33 \text{ A.}$$

Calculul astfel efectuat dă posibilitatea construirii redresorului. Schema de principiu a acestui redresor este dată

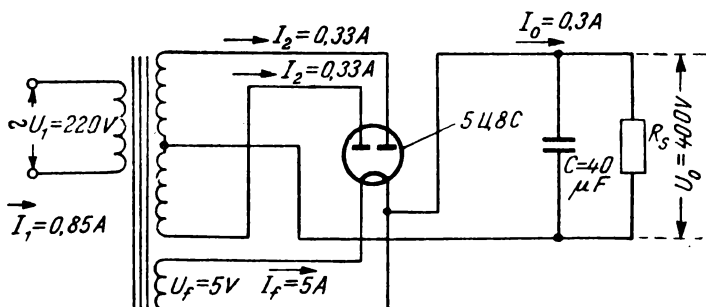


Fig. 2.26. Schema de principiu a redresorului calculat.

în fig. 2.26. Pe această figură s-a trasat sensul curenților indicându-se și valorile lor. Pe sarcina redresorului R_s se obține tensiunea de 400 V redresată.

6. Filtre de netezire

Filtrele de netezire se folosesc pentru eliminarea componentelor alternative datorite pulsurilor de curent, care ar cauza zgomote și perturbații de frecvențe de 50 Hz sau 100 Hz.

Pentru redresorul calculat (fig 2.26) se folosește un filtru simplu format dintr-o capacitate C conectată în paralel pe rezistența de sarcină.

Valoarea capacității acestui condensator se calculează cu formula

$$C = \frac{100 H}{r \cdot k_p},$$

în care: C este valoarea capacității condensatorului, în μF ;
 H — parametrul care a fost determinat la calculul redresorului;

$r = R_i + R_{tr}$ — suma dintre rezistența internă a tubului redresor și cea a transformatorului;

k_p — coeficientul de neuniformitate a pulsurilor de curent redresate.

De la calculul redresorului se cunosc: $H = 350$ și $r = 176 \Omega$.

Coeficientul de neuniformitate, în practică, este cuprins între 5% și 15%.

Dacă se alege $k_p = 5\%$ și înlocuind valorile respective în formula capacității de filtraj se obține

$$C = \frac{100 H}{r \cdot k_p} = \frac{100 \times 350}{176 \times 0,05} = 40 \mu F.$$

Această valoare a condensatorului asigură o neuniformitate a pulsurilor de 5%.

Pentru un redresor de calitate superioară, filtrul simplu format dintr-o singură capacitate nu este suficient.

Atunci când dorim să obținem un coeficient de neuniformitate mai mic, se introduc între capacitatea C calculată ($40 \mu F$) și sarcină filtre mai complexe. Cîteva tipuri de astfel de filtre se prezintă în fig. 2.27.

Filtrele sînt formate din bobine de inductanță și condensatoare (fig. 2.27, *a*, *b*), iar uneori inductanțele (bobinele de șoc) se pot înlocui cu rezistențe (fig. 2.27, *c* și *d*).

Filtrul *a* (fig. 2.27) este de tip „ Γ ” (literă din alfabetul limbii ruse), deoarece inductanța și capacitatea sînt așezate în această formă. Filtrul *b* (fig. 2.27) este de tip II,

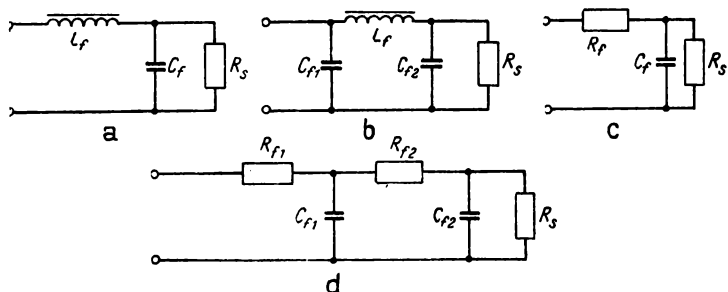


Fig. 2.27. Tipuri de filtre folosite pentru netezirea pulsațiilor unui redresor:

a — filtru de tip Γ cu inductanță și capacitate; *b* — filtru tip Π cu inductanță; *c* — filtru RC de tip „ Γ ”; *d* — filtru RC cu două celule „ Γ ”.

deoarece inductanța și cele două capacități se aranjează după laturile care formează această literă.

Pentru îmbunătățirea formei curentului redresat se va introduce înainte de sarcina redresorului calculat (fig. 2.26) un filtru de tip Γ (fig. 2.27, *c*).

Din calculul redresorului au rezultat valorile elementelor care vor folosi la calculul acestui filtru.

Din calculul anterior a rezultat $C = 40 \mu\text{F}$, $U_0 = 400 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $I_0 = 0,3 \text{ A}$ și coeficientul de neuniformitate a pulsațiilor $k_p = 5\%$. Se urmărește ca la ieșirea filtrului acest coeficient să fie de $k_p = 0,5\%$.

Rezistența de sarcină:

$$R_s = \frac{U_0}{I_0} = \frac{400}{0,3} = 1\,330 \, \Omega.$$

Rezistența filtrului:

se ia $R_f = 0,25 R_s = 0,25 \times 1\,330 \approx 340 \, \Omega$.

Puterea disipată de rezistență:

$$P = R_f I_0^2 = 340 \times 0,3^2 = 30,6 \text{ W}.$$

Coeficientul de filtrare:

$$K_f = \frac{k_p}{k_f} = \frac{5}{0,5} = 10.$$

Condensatorul de filtraaj:

$$C_f = 3\,200 \frac{k_f}{p} \frac{R_f + R_s}{R_f \cdot R_s} = \frac{10}{2} \cdot \frac{340 + 1\,330}{1\,230 \times 340} = 59,3 \mu\text{F}.$$

Se alege $C_f = 60 \mu\text{F}$ la tensiunea de 500 V.

7. Stabilizatoare de tensiune, curent și reglarea tensiunii rețelei

În unele instalații radiotehnice este nevoie să se păstreze tensiunile de alimentare ale anozilor și ale grilelor ecran constante. Asemenea instalații sînt: aparatele electronice de măsurat, oscilatoarele emițătoarelor, heterodinele radioreceptoarelor, tuburile instalațiilor multicanal, stații de radiotelegrafie etc.

La aceste aparate, stabilizarea tensiunii se realizează cu ajutorul stabilizatoarelor cu gaz, numite stabilovolt. Ele au aspectul tuburilor electronice și se compun dintr-un număr de electrozi conținuți într-un balon de sticlă, în care există și un gaz inert, de obicei neon (fig. 2.28, a).

Fiecare electrod corespunde unei anumite tensiuni stabilizate U_1, U_2 etc. Funcționarea stabilizatorului de tensiune reiese din caracteristica tubului tensiune-curent (fig. 2.28, c). La variațiile curentului (deci ale sarcinii) între limitele I_{min} și I_{max} tensiunea se menține constantă.

Cel mai simplu stabilizator se conectează în schema de alimentare ca în fig. 2.29. Rezistența R_l este o rezistență de limitare și se calculează cu formula

$$R_l = \frac{U_{intr} + U_{st}}{I_{st} + I_0},$$

în care:

- U_{intr} este tensiunea de la intrarea stabilizatorului;
- U_{st} — tensiunea stabilizată;
- I_{st} — curentul stabilizat;
- I_0 — curentul prin tub.

Stabilizatoare de curent (baretoare). Acest gen de stabilizare se folosește la alimentarea filamentelor tuburilor. Baretorul este format dintr-un balon de sticlă în care există un filament de fier într-o atmosferă de hidrogen. Rezistența fierului crește o dată cu curentul, prin încălzire; această creștere face la rindul ei să scadă curentul.

În fig. 2.30, *a* este prezentată construcția baretorului, iar în fig. 2.31 — modul în care se conectează baretorul în circuitul de încălzire al tuburilor electronice. Menționăm că stabilizatoarele de curent (baretorii) se conectează în serie cu sarcina căreia trebuie să i se asigure curentul constant. În serie cu filamentele tuburilor se conectează pe lângă baretor beculețele de scală b_1, b_2 și o rezistență de reducere a tensiunii. Baretorul înlătură șocul de pornire al radioreceptorului.]

Reglarea tensiunii rețelei. Sursa de curent cea mai folosită pentru aparatura radio staționară este rețeaua de c.a. Tensiunile standardizate și cele mai folosite la noi în țară sînt cele de 220 și 120 V. În viitor în toate orașele țării se va introduce tensiunea de 220 V, care prezintă o serie de avantaje. Cînd sarcina crește, mai ales seara, tensiunea rețelei la abonați scade. Pentru ca să se păstreze constantă această tensiune, trebuie să se folosească stabilizatoare de tensiune.

Cele mai folosite stabilizatoare de tensiune sînt regulatele de tipul electromecanic, regulatele inductive,

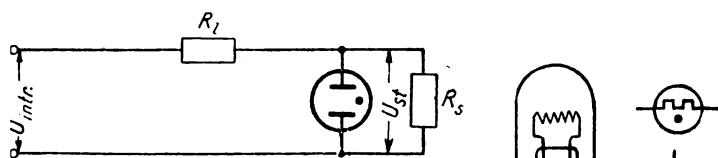
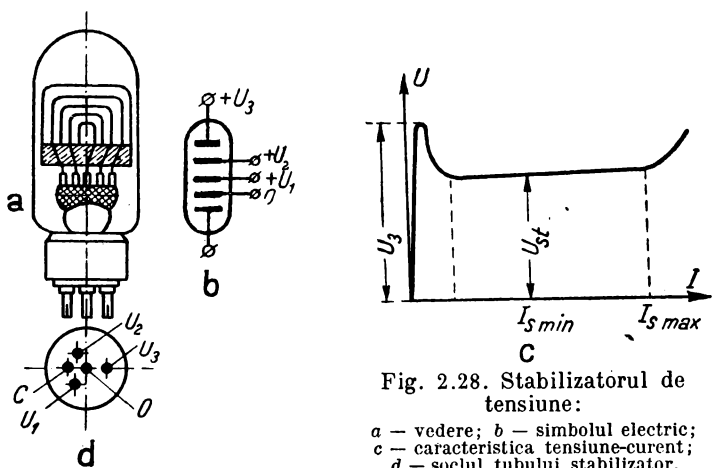
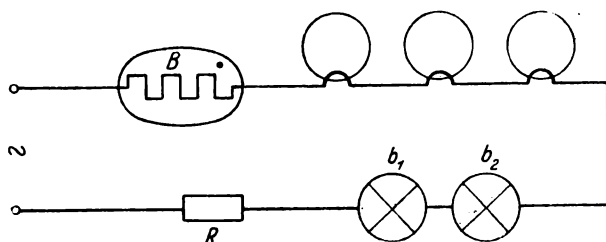


Fig. 2.30. Construcția baretorului:

a - vedere; b - simbolul electric.



variaturi și autotransformatoare cu buclă scurtcircuitată mobilă. Pentru nevoile practice (păstrarea tensiunii pentru alimentarea televizoarelor, a aparatelor de radio, amplificatoarelor, magnetofonelor, stațiilor de radioamplificare), variacul este dispozitivul cel mai indicat. Variacul este un autotransformator de o construcție specială care se folosește la reglarea tensiunii de c.a. Miezul autotransformatorului

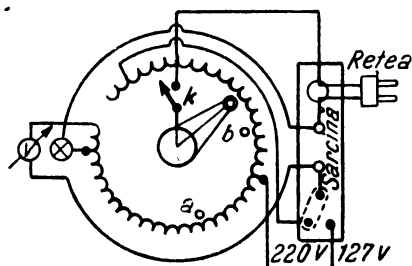


Fig. 2.32. Schema unui variac.

se face sub formă toroidală, pentru a ocupa cât mai puțin loc; deci și tolele trebuie să fie de această formă. Se pot folosi și tole deschise (de tip I). Pe miez se bobinează sîrma foarte strîns, pe un singur strat. Pe un ax central se află un cursor care are o lamelă sau un cărbune ce realizează contactul variabil. Pe traseul cursorului conductoarele sînt dezizolate.

În fig. 2.32 este dată schema electrică a unui tip de variac. De obicei, bornele se scot pe un mic panou sub formă de jacuri.

Variacurile au un mare randament, o rezistență interioară mică și trebuie să aibă volum și greutate cât mai mici.

Cu ajutorul acestor dispozitive, tensiunea rețelei se poate modifica lin chiar din volt în volt. În felul acesta, dacă rețeaua își scade tensiunea, putem s-o mărim menționînd-o la valoarea indicată pentru aparatul respectiv.

În U.R.S.S. se fabrică variacuri de toate tipurile. Cel mai potrivit pentru nevoile unei case este THH-35. Acest tip are $P = 0,5$ kVA; $U_{rețea} = 120/220$ V; $U_{reglată} = 0 - 250$ V; $I_0 = 2$ A; greutate = 5 kg; miez-toroidal.

Un reușit regulator de tensiune construit în U.R.S.S. este APH-250 care se poate folosi la rețelele de 127 V (cînd tensiunea rețelei se poate modifica în limitele 85—140 V) și la 220 V (cu o variație a tensiunii de rețea în limitele

140—250 V). Dispozitivul are un mic aparat de măsură care indică în orice moment tensiunea de alimentare. Variația tensiunii se poate face lin fără întreruperea curentului de alimentare. Schema electrică a acestui regulator se dă în fig. 2.33.

Puterea acestui regulator este de 250 W și cu ajutorul lui putem alimenta radioreceptorul și televizorul.

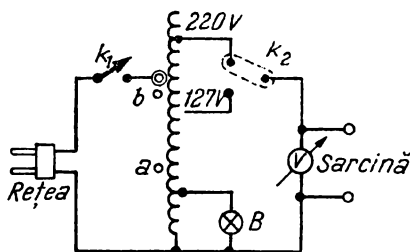


Fig. 2.33. Schema electrică a regulatorului tensiunii de rețea de tip APH-250.

8. Construcția unui redresor de alimentare a aparaturii radio

Este bine ca radioamatorii și tehnicienii radio să aibă un redresor de la care să obțină diferite tensiuni de alimentare, necesare alimentării diferitelor instalații radio. În cele ce urmează se descrie construcția unui redresor ce dă următoarele tensiuni:

- $U_a = 250 \text{ V}$ (curentul $I_{0\max} = 60 \text{ mA}$);
- U_s (stabilizată) = 150 V (curentul $I_{e\max} = 30 \text{ mA}$);
- U_R (tensiunea reglabilă) = 12—150 V ($I_r \approx 30 \text{ mA}$);
- U_f (tensiunea joasă) = 1—6 V (50—250 mA), pentru alimentarea tuburilor la baterie;
- $U_f = 6,3 \text{ V}$, tensiunea alternativă pentru alimentarea tuburilor electronice cu încălzire indirectă.

Schema de principiu a redresorului se prezintă în fig. 2.34, a.

Montajul se fixează pe un șasiu de textolit sau duraluminu de 2 mm, iar de șasiu se prinde panoul frontal care se

confeționează din textolit sau alt material izolant de o grosime de 3—4 mm.

Dimensiunile și orificiile ce se practică în panoul frontal și șasiu sînt date în fig. 2.35, *a* și *b*.

Pe panoul frontal sînt montate următoarele piese (fig. 2.36). Sus în partea centrală se fixează aparatul de măsurat, iar dedesubt se află un soclu de tub pe care se aplică un suport pentru tub electronic ce face legăturile aparatului de măsurat (pentru curenți sau tensiuni). Modul de conectare a aparatului de măsurat se vede din fig. 2.34, *b*.

În stînga sus este un bec de neon T_4 (care indică funcționarea redresorului), iar dedesubt este comutatorul K_1 (de pe schema de principiu fig. 2.34, *a*) — de pornire a redresorului.

În dreapta se află comutatorul K_2 și un bec cu neon T_5 (de tip MH-5).

Tensiunile de la redresor se scot de la patru perechi de bușe care se află montate central pe panoul frontal, sub comutatorul aparatului de măsurat.

La stînga acestor bușe se află butonul reostatului R_7 care permite modificarea tensiunii redresate.

În dreapta bușelor se află un buton care modifică poziția cursorului unui potențiomtru K_3 care modifică valorile tensiunilor aplicate pe grilele triodelor. În acest mod se modifică valoarea curenților prin tuburi și deci și tensiunea redresată; cu cît este mai mare negativarea, cu atît este mai mică tensiunea la ieșire.

Tensiunea obținută poate avea valori cuprinse între 12 și 155 V.

În partea inferioară a panoului frontal sînt fixate patru socluri de tuburi electronice.

Deasupra șasiului se montează transformatorul de forță Tr_1 , bobina de șoc L , condensatoarele electrolitice C_1 și C_2 , precum și tuburile electronice T_1 , T_2 și T_3 (fig. 2.37).

Sub șasiu se montează bobina de șoc L_2 , condensatoarele C_3 și C_4 și elementele redresoare cu seleniu BC-1 (fig. 2.38).

Ordinea de montare a pieselor este următoarea. La început, se montează piesele pe panoul frontal, după ce acesta a fost prins în șuruburi de șasiu. Se fixează apoi piesele pe șasiu, după care se fac conexiunile, după schema de principiu, cu conductoare izolate cu clorvinilin.

Caseta redresorului se poate face din textolit, placaj sau tablă de aluminiu.

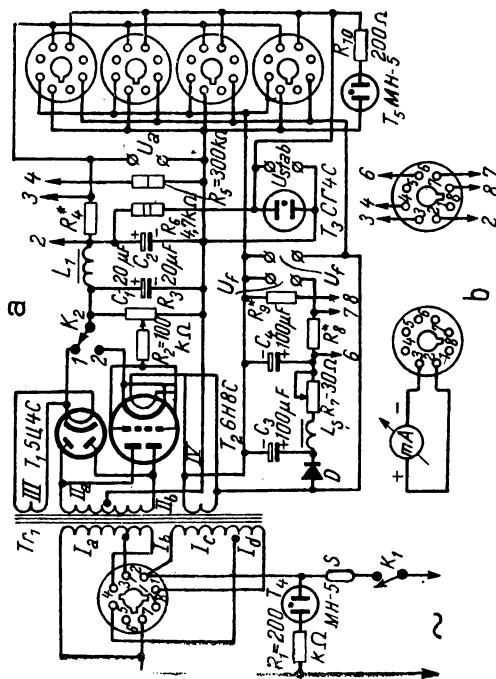


Fig. 2.34. Schema redresorului construit:

a — schema de principiu; b — modul de conectare a aparatului de măsurat și legăturile la soclul de contact.

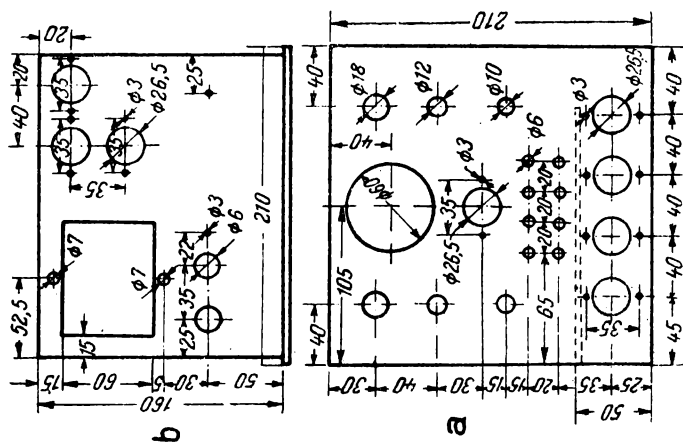


Fig. 2.35. Dimensiunile plăcilor și ale orificiilor:

a — panoul frontal; b — șasiul.

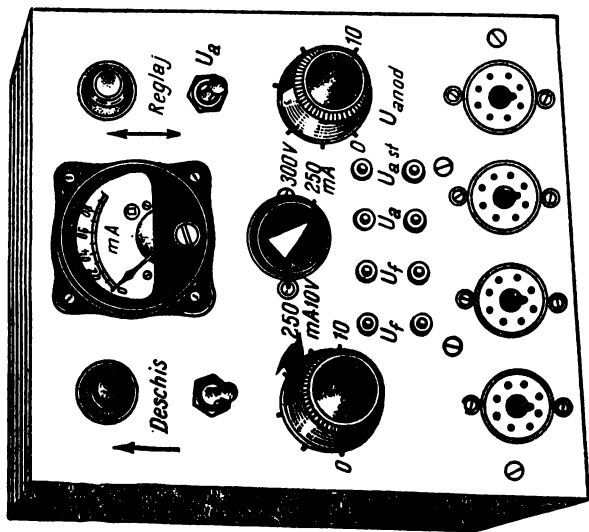


Fig. 2.36. Vedere a panoului frontal cu componentele și piesele dispuse pe acesta.

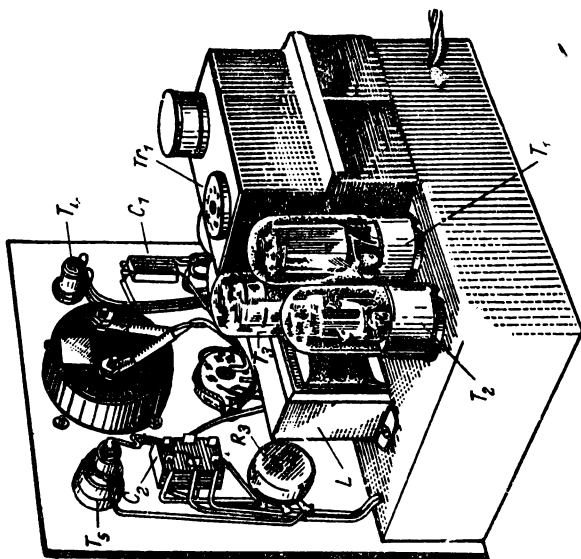


Fig. 2.37. Modul de dispunere a pieselor deasupra șasiului.

Transformatorul de rețea are datele constructive din tabela 2.2.

Bobina de șoc L_1 poate fi construită sau se poate folosi o bobină procurată de pe piață.

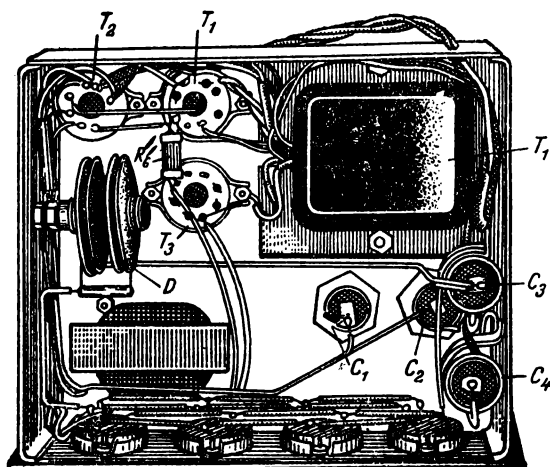


Fig. 2.38. Modul de dispunere a pieselor sub șasiu.

Tabela 2.2

Caracteristicile transformatorului de rețea al redresorului
folosit în schema din fig. 2.38

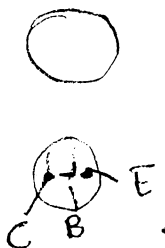
Înfășurarea	Numărul de spire	Diametrul conductorului, mm	Izolația
Primarul	$2 \times (338 + 52)$	0,38	email
Secundarul pentru înalta tensiune	2×865	0,2	email
Înfășurarea pentru tensiunea de alimentare a filamentului tubului redresor	17	0,8	email
Înfășurarea pentru tensiunea de alimentare a celorlalte filamente	21	0,1	email

Pentru construcția acestei bobine se aleg tole (de tip E) pentru o secțiune de $4-6 \text{ cm}^2$. Sîrma de bobinaj este de $0,18-0,2 \text{ mm}$. Bobinajul poate umple fereastra miezului. După fiecare 500 spire se pune un strat de hîrtie subțire (2 foițe). Bobina L_2 are același miez, dar se bobinează cu sîrmă $0,60 \text{ mm}$.

Condensatoarele electrolitice C_1 și C_2 trebuie să aibă capacitățile de $10 \mu\text{F}$ la o tensiune de 450 V (Tip KЭ-2). Condensatoarele C_3 și C_4 au capacitățile de $100 \mu\text{F}$ la o tensiune de lucru de 10 V .

Redresorul cu seleniu se construiește din două grupe a câte două discuri legate în paralel. Diametrul discului de seleniu este 45 mm .

Siguranța din circuit trebuie să fie dimensionată pentru un curent de 2 A .



CAPITOLUL 3

ALIMENTAREA INSTALAȚIILOR RADIO DE LA SURSE DE CURENT CONTINUU

1. Generalități

În prezent emițătoarele, radioreceptoarele, amplificatoarele, precum și alte aparate și instalații radio pot fi alimentate și de la alte surse de curent continuu (diferite de sursele chimice), cum sînt: vibratoarele, convertizoarele, grupurile electrogene, termogeneratoarele, generatoarele de curent continuu eoliene, rețele de curent continuu, generatoare puse în mișcare de forța riurilor etc.

Aceste surse pot fi folosite cu succes în locul bateriilor și acumulatorilor care trebuie înlocuite după 2—4 luni sau trebuie încărcate. În cazurile în care există posibilitatea de a se încărca acumulatorii, atunci se pot folosi vibratoare. Acestea folosesc energia unui acumulator și transformă tensiunea joasă într-o tensiune înaltă, necesară alimentării anozilor și grilelor-ecran ale tuburilor electronice. Emițătoarele de putere mică pot fi alimentate de la convertizoare, puse în mișcare de acumulatori sau de la grupuri electrogene ale căror generatoare sînt la rîndul lor puse în mișcare de un motor cu explozie.

Fiecare din aceste surse de alimentare prezintă o serie de avantaje și caracteristici care vor fi descrise în paragrafele următoare.

2. Vibratoare

a. Generalități

Prin vibrator se înțelege o construcție electromecanică de dimensiuni mici care fiind alimentată de la un acumulator de tensiune mică dă înalta tensiune necesară aparaturii radio pentru alimentarea anozilor și a grilelor-ecran ale tuburi-

lor electronice. Deci, vibratoarele pot înlocui bateriile anodice care sînt prea voluminoase și se consumă în timp scurt.

Vibratoarele prezintă avantajele că nu au piese în rotație așa cum întîlnim la generatoare, au un volum mic, pot funcționa un timp îndelungat, au un randament mare (circa 90%), au greutate mică și sînt ușor de exploatat și întreținut. Vibratoarele sînt în fond niște transformatoare de curent continuu (fiind alimentate de exemplu cu 2 V, dau 200 V, la un curent necesar instalației radio). Cu ajutorul vibratorilor se pot alimenta aparate radio de putere mică, portative, emițătoare radio, stații de emisie-recepție, radioreceptoare, amplificatoare, aparate de măsurat portative cu tuburi electronice și instalațiile electronice de pe automobile și alte tipuri de mașini etc.

O asemenea instalație este foarte economică și se poate folosi în locurile unde nu există rețea de alimentare.

Vibratoarele care lucrează la aceleași tensiuni se pot înlocui în schemele radio, ele avînd aceiași parametri.

Indiferent de tipurile de vibratoare, ele au o serie de caracteristici limită, și anume:

- greutatea aproximativă 160—200 g;
- dimensiunile medii — înălțimea 100 mm, iar diametrul cartușului vibrator 400 mm;
- frecvența vibrației $100 \pm 10\%$ Hz;
- numărul de ore de funcționare la o exploatare rațională este de 2 000—3 000 ore. Durata de păstrare este de 5 ani.

Vibratoarele pot lucra în limitele de temperatură de — 40 la + 50°C și în condițiile unei umidități de 98%.

Tensiunea la bornele de contact nu întrece 250—350 V.

Bineînțeles că pe lângă vibratoarele care au aceste caracteristici mai există și vibratoare de construcții speciale care se abat din limitele parametrilor dați.

La alimentarea prin vibrator se folosesc un acumulator, un filtru care oprește pulsațiile să nu intre în sursa de alimentare, cartușul vibrator, transformatorul, redresorul și filtrul de ieșire. Tensiunea de ieșire se aplică mai departe la sarcină, adică la instalația radio. Schema-bloc a unui astfel de sistem de alimentare se arată în fig.3.1.

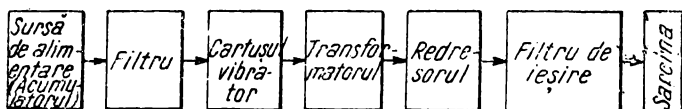


Fig. 3.1. Schema-bloc a unei instalații de vibrator.

Vibratoarele cele mai folosite sînt cele cu 4 contacte, a căror schemă electrică este cea din fig. 3.2. De obicei contactele se numerează de la I la VIII în sensul arătat pe figură. Bobina cu miez reprezintă electromagnetul vibratorului.



Fig. 3.2.
Schema electrică a unui
cartu  vibrator.

 ntre contactele VIII  i IV se află o lamă elastică; virfurile s ge ilor reprezintă contactele.

Func ionarea vibratorului poate fi urmărită pe fig. 3.3.

Vibratorul se alimentează de la un acumulator (sursa primară de energie). Dacă se închide comutatorul K , circuitul acumulatorului se închide de la $+$ prin  nf surarea electromagnetului II  i contactul VI, care în pauză este închis. Prin trecerea curentului prin  nf surarea electromagnetului, miezul acestuia se magnetizează  i atrage lamela elastică, f c nd contactele VIII cu I  i IV cu III. Curentul circul nd în acest moment prin  nf surarea I a transformatorului Tr face să apară în secundar o f.e.m.  i un curent care încarcă condensatorul C_1 prin contactele IV—III. Lamela fiind

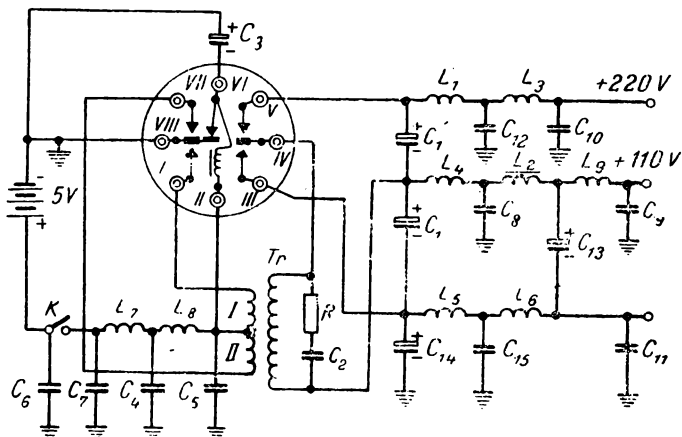


Fig. 3.3. Schema de principiu a unui vibrator.

atr s  în jos, electromagnetul nu mai este alimentat, miezul se demagnetizează  i, datorită elasticităţii  i iner ţiei, lamela face contactele de sus VIII—VII  i V—VI. Aceste contacte fac să circule curentul dat de acumulator prin  nf surarea II a primarului Tr , iar contactele V—IV aplică secundarul Tr

la condensatorul C_1 . Fiecare din cele două condensatoare sînt încărcate cu f.e.m. din secundar. La ieşire, după fiecare filtru format din $L_1 - L_2$, $C_1 - C_2$ se pot lua tensiunile $+220$ V (în regim de dublare — de pe ambele condensatoare), sau $+110$ V de pe un singur condensator. Deoarece contactele din stînga se fac sincron cu cele din dreapta, tensiunea la ieşire (pe cele 2 condensatoare C_1 , C_1') rezultată este redresată. Redresarea se obţine prin comutarea mecanică a secundarului transformatorului. Cu ajutorul filtrelor din dreapta condensatoarelor C_1 , C_1' , pulsurile obţinute se netezesc, astfel ca la instalaţia radio să se obţină o tensiune cît mai continuă. Atît în partea dreaptă a schemei cît şi în stînga există şi filtre de înaltă frecvenţă care pun la masă armonicele frecvenţei pulsurilor, în scopul de a feri sarcina şi acumulatorul de aceste tensiuni nedorite. Filtrul de la ieşire se simplifică dacă se foloseşte o singură tensiune, de exemplu 220 V.

Vibratorul descris se alimentează cu 5 V şi dă la ieşire 220 V şi 110 V curent continuu.

Vibratoarele se pot conecta în serie sau paralel, mărind astfel tensiunea sau curentul de la ieşire.

Vibratoarele de obicei se aleg după tensiunile şi curenţii necesari instalaţiei radio, iar transformatorul şi filtrele se calculează după metodele arătate anterior.

Avantajul vibratoarelor este acela că se pot folosi cu tensiuni de alimentare mici, iar randamentul este destul de mare în comparaţie cu convertizoarele. În comparaţie cu bateriile anodice, vibratoarele au avantajul că sînt mult mai uşoare şi au o durată mai mare de funcţionare. Energia înmagazinată în acumulatori este mult mai ieftină decît cea din baterii. De aceea, în instalaţiile moderne se folosesc din ce în ce mai mult vibratoare.

Există vibratoare care sînt alimentate de la acumulatori cu tensiuni mici şi curenţi mici (microacumulatori) sau de la generatoare termoelectrice, baterii solare, baterii atomice.

b. Alegerea elementelor şi calculul schemei

Alegerea schemei de principiu a vibratorului se face ţinînd seamă de curentul necesar sarcinii I_0 , de tensiunea de ieşire U_0 şi de tensiunea de alimentare U_1 (acumulatorul).

Tensiunea sursei de alimentare va face să se aleagă un cartuş vibrator a cărui înfăşurare a electromagnetului să se alimenteze cu această tensiune.

Calculul vibratorului începe prin alegerea cartuşului, funcţie de tensiunea de alimentare şi de puterea necesară la ieşire, apoi urmează alegerea schemei de redresare, cal-

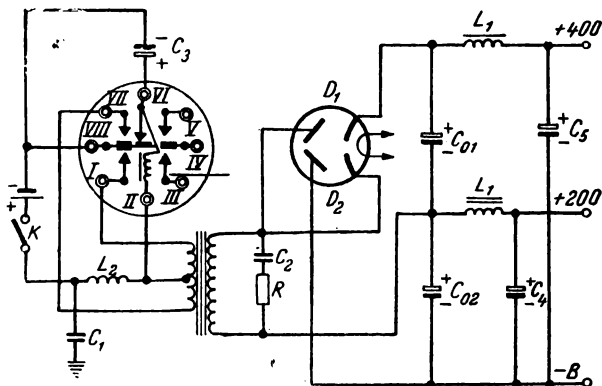


Fig. 3.4. Schema de principiu a vibratorului care foloseşte ca redresare a ambelor alternanţe un tub electronic.

culul transformatorului, calculul circuitelor de înăbuşire a scînteilor şi al filtrelor de micşorare a pulsaţiei tensiunii redresate.

De cele mai multe ori, schema vibratorului se alege cu redresare mecanică, aşa cum s-a descris la funcţionarea vibratorului, deoarece este cea mai simplă. Redresarea se poate face şi cu tuburi electronice cu celule de seleniu etc.

O dată ales cartuşul vibrator, calculul schemei vibratorului se reduce la calculul transformatorului şi al filtrelor prin metodele arătate la cap. 2.

Atunci cînd trebuie să se aleagă o schemă de redresor pentru vibrator trebuie să se ţină seama de cîteva considerente. Astfel pentru vibratoare nu se folosesc schemele de redresare a unei singure alternanţe. Pentru a obţine tensiuni redresate de ordinul a 150—200 V se folosesc scheme de redresare a ambelor alternanţe cu tuburi electronice redresoare (fig. 3.4), cu coloane de seleniu sau cu diode cu germaniu.

Schema vibratorului din fig. 3.4 reprezintă o redresare cu dublarea tensiunii. Fiecare diodă (D_1 și D_2) încarcă pe rînd condensatoarele C_{01} și C_{02} . Ori de cîte ori capătul superior al secundarului transformatorului este pozitiv față de capătul inferior se încarcă condensatorul C_{01} , iar cînd este negativ, se încarcă condensatorul C_{02} . Condensatoarele C_{01} și C_{02} sînt conectate în serie între ele, de aceea tensiunea la bornele lor se adună. Pe sarcină apare o tensiune redresată dublă. La ieșire se pot obține două tensiuni și anume: întreaga tensiune redresată care apare la bornele ambelor condensatoare C_{01} și C_{02} , precum și jumătate din această tensiune scoasă de la punctul median (între C_{01} și C_{02}). În acest caz trebuie să se introducă două filtre, unul în circuitul întregii tensiuni redresate (400 V), iar cel de-al doilea în circuitul tensiunii redresate pe jumătate.

De obicei la vibratoare nu se folosesc scheme de multiplicare a tensiunii superioară dublării, deoarece trebuie să se folosească două sau mai multe tuburi electronice, ceea ce nu este economic.

Deseori în schemele cu vibratoare, se folosesc ca redresoare celule de seleniu, cuproxid sau diode cu germaniu.

Cel mai frecvent este montajul în punte al celulelor redresoare așa cum se vede în fig. 3.5.

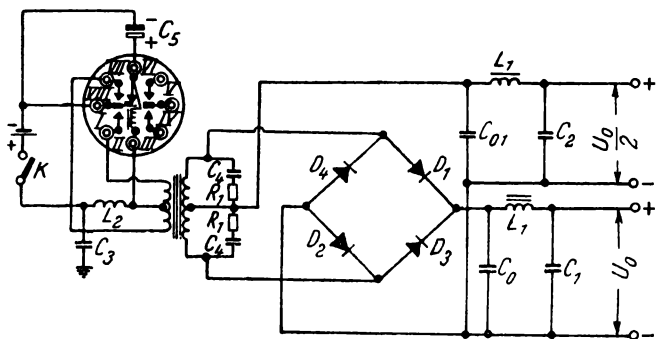


Fig. 3.5. Schema de principiu a montajului cu vibrator care folosește o redresare în punte.

Atunci cînd la partea superioară a secundarului transformatorului va fi polaritatea plus față de capătul inferior al înfășurării, curentul va circula prin elementul de redresare D_1 , sarcină, D_2 și se va închide prin capătul

inferior al înfășurării. În perioada următoare, cînd polaritatea plus va fi la capătul inferior al înfășurării, curentul va circula prin elementul de redresare D_3 , prin sarcină, prin D_4 și partea superioară a înfășurării transformatorului.

În acest fel în schema redresării în punte se folosesc ambele perioade ale tensiunii alternative și curentul prin

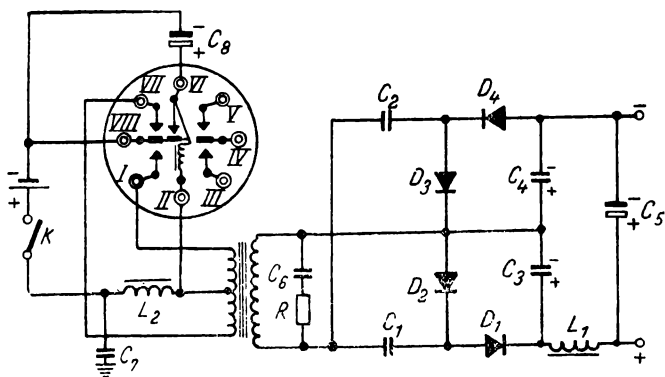


Fig. 3.6. Schema de principiu a vibratorului cu celule redresoare pentru mărirea de patru ori a tensiunii redresate.

înfășurarea transformatorului circulă în ambele sensuri. Dacă se scoate priza mediană din secundar, atunci se poate obține tensiunea redresată pe jumătate față de tensiunea totală.

La această schemă trebuie să se introducă la ieșire filtre. Acest tip de schemă se folosește pentru redresoare care au tensiuni pînă la 400 V.

În fig. 3.6 se arată schema de principiu a unui redresor cu vibrator, care mărește de patru ori tensiunea redresată.

Schema este o combinație între două redresoare care dublează tensiunea.

În timpul primei perioade se încarcă condensatoarele C_1 și C_4 ; de aceea tensiunea la bornele lui C_4 este egală cu dublul tensiunii secundarului transformatorului (considerînd folosirea sarcinii condensatorului C_2). În timpul celei de-a doua semiperioade se încarcă condensatoarele C_2 și C_3 . Tensiunea redresată se culege de pe condensatoarele C_3 și C_4 conectate în paralel. Deoarece tensiunile de

pe condensatoarele C_3 și C_4 sînt egale cu dublul tensiunii din primar, tensiunea sumă de la ieșire este de patru ori tensiunea primară. Această tensiune de la ieșire se modifică o dată cu sarcina atîngînd valoarea maximă la mersul în gol. Mărind valorile condensatoarelor C_1 , C_2 , C_3 și C_4 se mărește valoarea curentului redresat.

În fig. 3.7 se prezintă schema vibratorului cu redresor simetric pentru multiplicarea tensiunii. Schema permite să se obțină tensiuni mari la un curent mic.

Schema dată se compune din patru perechi de celule simetrice (redresor-condensator). Această schemă se folosește acolo unde avem nevoie de o tensiune de 1 000—5000 V

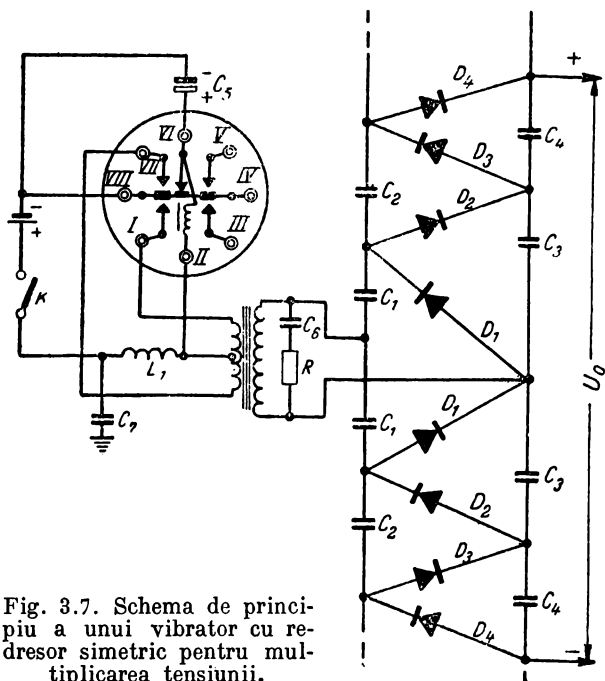


Fig. 3.7. Schema de principiu a unui vibrator cu redresor simetric pentru multiplicarea tensiunii.

pentru un curent redresat de valoare mică. Curentul din secundar circulă în ambele sensuri, deoarece nu este nevoie de o magnetizare a miezului transformatorului.

Ca elemente redresoare se pot folosi celulele cu seleniu sau diodele cu germaniu.

Din schemele descrise reiese că pentru un anumit scop se vor alege ca elemente de redresare diodele cu germaniu în primul rînd; în lipsa acestora se vor alege celulele cu seleniu și doar în ultimă instanță se pot alege tuburile electronice redresoare, care nu sînt economice.

3. Convertizoare

a. Generalități

Convertizorul este un generator electric care fiind alimentat (excitat) de o sursă de curent continuu de tensiune mică poate da una sau mai multe tensiuni înalte.

Convertizorul ca și vibratorul este un transformator de curent continuu (în cazul nostru), dar principiul lui de funcționare este deosebit de cel al vibratorului.

Convertizoarele care au un singur colector dau o singură tensiune continuă înaltă, dar se pot construi convertizoare cu mai multe colectoare, cînd fiecare colector este o sursă de înaltă tensiune independentă.

Convertizoarele se folosesc la instalațiile electrice staționare pentru încărcarea acumulatorilor, la instalațiile radio pentru alimentarea filamentelor, dar mai ales pentru alimentarea anozilor și grilelor-ecran ale tuburilor electronice.

Convertizoarele folosite pentru alimentarea aparatului radio au de obicei mai multe colectoare. Cel mai frecvent se folosește convertizorul cu două colectoare.

La unul din colectoare se aplică tensiunea de la acumulator (6, 12 sau 24 V), care alimentează înfășurarea de excitație. Al doilea colector este conectat cu o altă înfășurare; înfășurarea de generator dă tensiunea înaltă ce se folosește la alimentarea anozilor și a grilelor-ecran. Uneori la partea de generator poate să mai existe o înfășurare (de exemplu 750 V pentru plăcile unui radio-emîțător). Deoarece tensiunea de pe colector este pulsatorie, la ieșire se folosesc filtre de netezire. Filtrele se instalează sub generator într-un ecran, formînd astfel un ansamblu unitar cu convertizorul.

Convertizoarele prezintă o serie de avantaje; de aceea, se folosesc pe scară largă la alimentarea radioreceptoarelor și emîțătoarelor portative.

În cazul folosirii convertizoarelor pentru alimentarea cu tensiune înaltă a radioreceptoarelor se exclude bateria

anodică (la instalațiile portative) cu toate dezavantajele acestora. Avantajul convertizoarelor iese și mai mult în evidență atunci când acestea se folosesc la stațiile de emisie de putere mică. În acest caz, cu un convertizor de dimensiuni mici se pot obține tensiuni de 500—3 000 V, necesare plăcilor tuburilor de emisie. În acest caz, convertizoarele înlocuiesc redresoarele greu de construit, cu transformatoare care au rapoarte mari de transformare, cu multe celule de seleniu și alte circuite anexe.

Dezavantajul convertizoarelor constă în faptul că au piese în mișcare și că se încălzesc ușor; de aceea, după un timp de funcționare (aproximativ o oră), ele trebuie răcite.

Caracteristicile care interesează la un convertizor sînt: tensiunea și curentul de excitație, tensiunea și curentul generat, numărul de ture ale rotorului și regimul de răcire, adică timpul de funcționare continuă.

b. Principiul de funcționare

Construcția unui convertizor se prezintă în fig. 3.8.

După cum se vede din această figură, convertizorul se compune dintr-un rotor R , un stator (electromagnet) cu doi poli magnetici N și S . Pe rotor se află un bobinaj care joacă rol de generator, iar pe stator se află un alt bobinaj care formează excitația convertizorului. Prin rotirea părții de generator, spirele taie liniile de forță magnetice ce se formează între polii nord și sud ai statorului. În înfășurările de pe rotor se induce o f.e.m ce are frecvența

$$f = \frac{p \cdot n}{60} [\text{Hz}],$$

în care: f este frecvența f.e.m.;

p — numărul perechilor de poli;

n — numărul de ture ale rotorului pe minut.

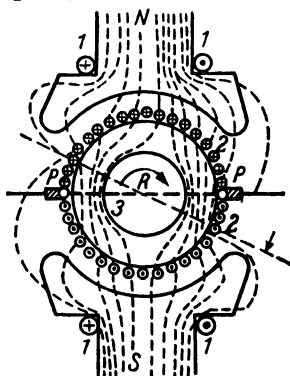


Fig. 3.8. Schema constructivă a unui convertizor:

1 — înfășurarea de excitație;
2 — înfășurarea de generator;
3 — rotorul.

Curentul alternativ din spirele rotorului se transformă la ieșire în curent continuu datorită colectorului.

Curentul în sarcină se culege cu ajutorul a două perii colectoare sau a doi cărbuni. Printr-o perie colectoare curentul circulă în același sens, deoarece o dată cu rotația spirelor rotorului de la un pol la altul (cînd se schimbă sensul curentului) se rotesc și lamelele colectoare.

Aceasta face ca atunci cînd sensul curentului se schimbă să se schimbe și lamela colectorului. Forța electromotoare care apare la bornele colectorului depinde de fluxul magnetic, de numărul de spire de pe rotor și de turația rotorului.

Tensiunea de excitație se ia de la un acumulator (excitație independentă).

În aparatura de radio sînt necesare diferite tensiuni pentru alimentarea filamentelor și a circuitelor anodice; aceasta a dus la construcția mașinilor de curent continuu (convertizoare) cu două colectoare.

În fig. 3.9 se prezintă schemele electrice ale convertizoarelor de tip PY-11B și PYK-300.

La convertizorul PY-11B, excitația de 12 V se aplică la bornele exterioare, iar la cele interioare se culege ten-

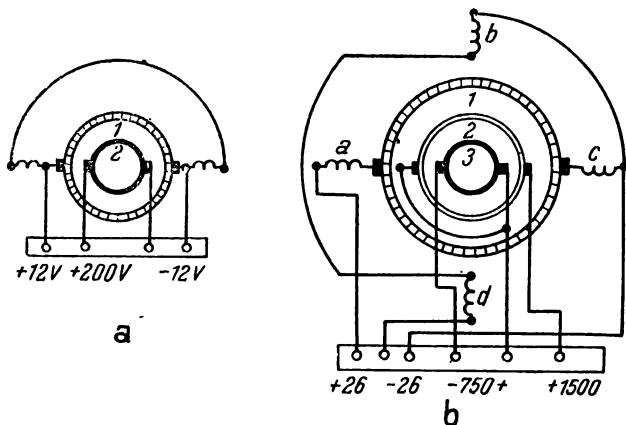


Fig. 3.9. Schemele electrice de principiu ale convertizoarelor de tip:
a — PY-11B; b — PYK-300.

siunea continuă de 200 V. Convertizorul are două colectoare.

Convertizorul PYK-300 (fig. 3.9, b) se excită cu 26 V și are două înfășurări de generator legate în serie putînd

astfel scoate la ieșire 750 și 1 500 V. Acest convertizor are trei colectoare.

Convertizoarele dau la ieșire o tensiune pulsatorie; de aceea, se introduc filtre care netezesc aceste pulsații. Constructiv caseta cu filtre se fixează sub șasiul convertizorului.

Convertizorul de tip PYH cu filtre este prezentat în fig. 3.10.

Filtrul pentru netezirea pulsațiilor de joasă frecvență este format din L_3 și C_1 , iar filtrul pentru armonicele de înaltă frecvență ce apar este format din inductanțele L_1 , L_2 și condensatoarele C_2 și C_3 . Inductanța L_2 , pe lângă filtraj, mai are și rolul de a permite modificarea în limite cit mai largi a curentului de sarcină. În circuitul de excitație (colectorul din stînga) există filtrul de joasă frecvență (L_4 și C_0), iar condensatorul C_0 mai are rolul de a pune la masă componentele de înaltă frecvență care ar putea să apară. Înfășurarea LE este inductanța de excitație.

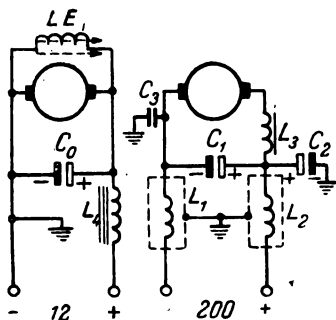


Fig. 3.10. Schema convertizorului de tip PYH cu filtre.

4. Grupuri electrogene

Prin grup electrogen se înțelege instalația de alimentare care conține un generator de curent continuu sau alternativ și un motor cu ardere internă.

Acest gen de sursă de alimentare se folosește acolo unde lipsește rețeaua de c.c. sau alte surse și alimentează instalațiile radio portative (emițătoare, radioreceptoare, stații de radioamplificare și instalații de cinematografie). Grupurile electrogene pot lucra continuu în cazul în care generatorul alimentează direct instalațiile radio; acest gen de alimentare se folosește la instalațiile de putere mică, de exemplu la instalațiile de radiotranslație.

Grupurile electrogene de putere mai mare se folosesc cu intermitență. La aceste generatoare sînt conectate acumulatori tampon pe care le încarcă. Acumulatorii alimen-

tează instalația în timpul răcirii grupului electrogen. Acest mod de alimentare are avantajul că tensiunea generatorului nu se modifică cu sarcina, deoarece acumulatorul preia aceste variații.

5. Alimentarea de la rețeaua de curent continuu

Rețelele de curent continuu sînt înlocuite cu cele de curent alternativ, deoarece nu sînt economice, avînd pierderi mari pe liniile de transport. Dacă totuși există rețele instalate la care sursa primară este un grup electrogen cu generator de curent continuu, atunci la instalațiile radio se folosesc vibratoare de la care se pot obține tensiunile continue dorite. Radioreceptoarele universale se pot alimenta de la o astfel de rețea, precum și de la cele de curent alternativ, fără transformator.

În fig. 3.11 se prezintă o astfel de alimentare. Alimentarea tuburilor se face de la rețea, printr-o rezistență a cărei valoare depinde de tensiunea rețelei. Filamentele tuburilor fiind montate în serie, curentul lor trebuie să fie ace-

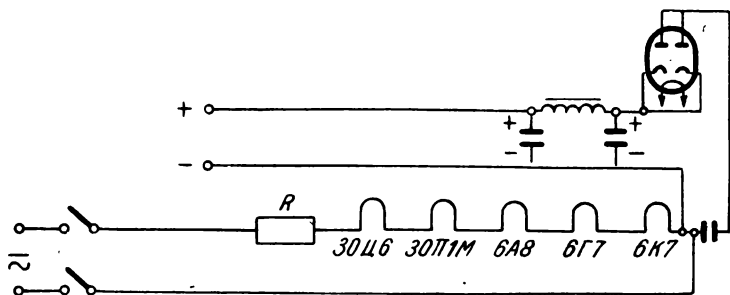


Fig. 3.11. Schema transformărilor la un radioreceptor de curent continuu pentru a putea fi alimentat în sistemul „universal”.

lași. În acest caz, pentru tuburile alese, curentul de încălzire este de 0,3 A.

Rezistența R pe care apare o cădere de tensiune se calculează astfel.

Se însumează tensiunile tuburilor:

$$U_f = 6,3 + 6,3 + 6,3 + 30 + 30 \approx 79 \text{ V},$$

Dacă rețeaua are tensiunea de 120 V, rezultă prin scădere căderea de tensiune pe rezistența R

$$U_R = 120 - 79 = 41 \text{ V.}$$

Știind că $I = 0,3 \text{ A}$, rezultă rezistența $R = \frac{UR}{I} = \frac{41}{0,3} = 137 \Omega$. Puterea disipată este: $P = UI = 41 \times 0,3 = 12,3 \text{ W}$.

De obicei, rezistența R se alege pentru o putere mai mare, pentru a nu se încălzi.

La montajul radioreceptorului de c.c. care se alimentează de la c.a., va trebui să se introducă și un redresor format din diodă redresoare și din filtrul de netezire.

6. Generator pus în mișcare de riuri

În regiunile în care nu există alte surse de energie electrică se pot folosi generatoare care pot fi puse în mișcare de energia riurilor. Aceste generatoare pot alimenta instalații radio ca emițătoare, radioreceptoare și pot asigura chiar și iluminatul unei încăperi.

Este important faptul că se poate folosi riul fără a i se face o amenajare specială. Aceasta face ca instalația să coste foarte puțin. Instalația se poate face la orice riu care are într-un anumit loc o adâncime de cel puțin 25 cm, iar viteza de curgere de 1 m/s.

Instalația constă din mici cilindri, cu tăieturi ca în fig. 3.12, montați sub formă de ghirlandă pe un cablu care trece peste riu și care se fixează pe un mal iar la celălalt mal se cuplează la un generator printr-un multiplicator. Cursul apei rotește fiecare cilindru, care la rîndul său transmite mișcarea de rotație cablului, iar acesta generatorului. Fiecare cilindru are tăietura de atac a apei plasată la 90° față de cilindrul alăturat.

Acest decalaj este necesar pentru a se obține o răsucire constantă a cablului.

O asemenea instalație poate da o putere de la zeci de wați pînă la 5 — 15 kW.

Iată cîteva generatoare ce se pot folosi în acest scop: ГПМ-130 ($P = 0,13 \text{ kW}$; $n = 500 \text{ rot/min}$); ГAY-4101 ($P = 0,1 \text{ kW}$ și $n = 800/450 \text{ rot/min}$).

Г 52А ($P = 0,96 \text{ kW}$; $n = 625/850 \text{ rot/min}$) și BC-34/18 ($P = 10 \text{ kW}$; $n = 300 \text{ rot/min}$).

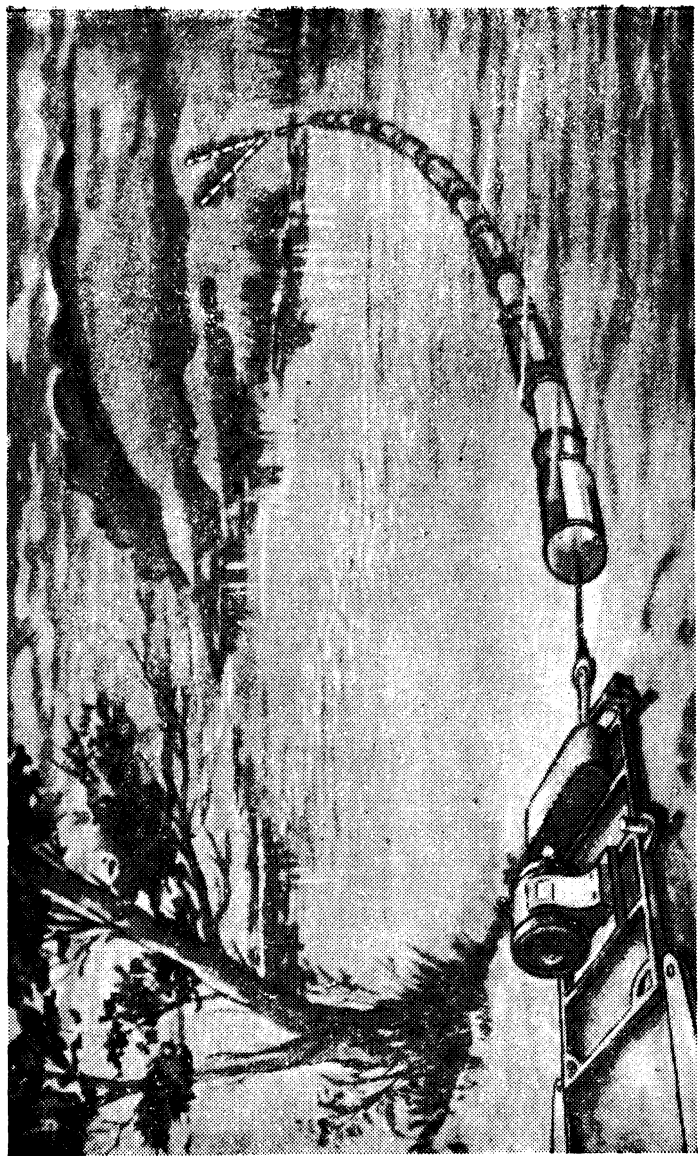


Fig. 3.12. Instalația unui generator pe un râu.

CAPITOLUL 4

ALIMENTAREA APARATELOR RADIO CU TRANZISTOARE

1. Generalități

Pentru alimentarea aparatelor radio cu tranzistoare se folosesc de obicei surse economice și de dimensiuni mici. Radioreceptoarele cu tranzistoare folosesc baterii de lanternă de 4,5 V. Astfel, radioreceptoarele produse în R.P.R. de uzina „Electronica” se alimentează de la bateriile de lanternă de tip BUB, 4,5 STAS 809-55. Radioreceptorul „Solistor” se alimentează de la 3 baterii plate de 4,5 V, avînd un consum de aproximativ 25 mA. Durata de funcționare a unui set de baterii este de aproximativ 300 ore.

Radioreceptoarele „Sport” și „Litoral” se alimentează de la două baterii plate de 4,5 V. Consumul radioreceptoarelor este de 35 mA. Bateriile asigură funcționarea normală a radioreceptorului aproximativ 200 ore.

Tot pentru alimentarea acestor radioreceptoare se pot folosi microacumulatoare de tipul celor realizate în Academia Militară Generală (argint-cadmium) care au avantajul că se pot încărca.

În acest capitol se descriu și alte surse de energie care se pot folosi pentru alimentarea instalațiilor mari cu tranzistoare, ca transformatoarele de curent continuu cu tranzistoare, energia acustică etc.

2. Transformatoare de curent continuu cu tranzistoare

Pentru instalațiile radio de dimensiuni mici și portabile, un deosebit interes prezintă transformatoarele de curent continuu cu tranzistoare. Acestea au un volum foarte mic,

nu au piese în mișcare și sînt ieftine. Exploatarea acestor dispozitive este foarte simplă. În comparație cu bateriile anodice, vibratoarele mecanice și convertizoarele, care dau tensiuni înalte, transformatoarele cu tranzistoare prezintă avantaje nete. În afară de dezavantajele cunoscute (volum mare, preț de cost mare, greutate mare, exploatare greoaie,

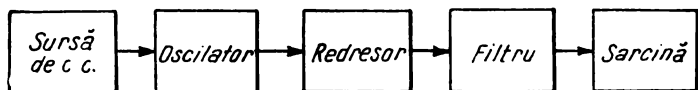


Fig. 4.1. Schema-bloc a transformatorului de curent continuu cu tranzistoare fără amplificator de putere.

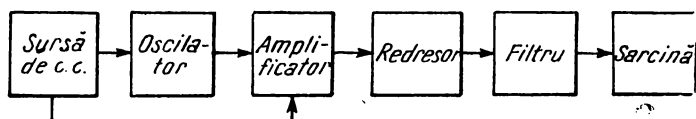


Fig. 4.2. Schema-bloc a transformatorului de curent continuu cu tranzistoare cu amplificator de putere.

piese în mișcare, paraziți datorită scinteiilor, număr mic de ore de funcționare), transformatoarele de curent continuu clasice au și un randament mic, deoarece energia se pierde în mișcarea rotorului (la convertizor) sau în bobina electromagnetului (la vibrator), sau în alimentarea filamentelor (la dispozitivele care folosesc tuburi electronice).

Randamentul dispozitivelor cu tranzistoare atinge valori de 70—90%.

Transformatoarele de curent continuu cu tranzistoare se pot construi fără amplificare în putere și cu amplificare în putere. Schemele-bloc ale celor două tipuri de transformatoare sînt date în fig. 4.1 și 4.2.

Dispozitivele au ca sursă primară un microacumulator sau o baterie de lanternă, un oscilator a cărui tensiune de ieșire are forma dreptunghiulară, un redresor, un filtru de netezire a pulsațiilor și sarcina (un amplificator la dispozitivul cu amplificare a puterii).

Cel de-al doilea montaj este mai bun, deoarece modificarea sarcinii nu duce la variația parametrilor oscilatorului ca în primul caz; acest montaj se folosește pentru puteri mai mari de 30—50 W. În circuitele de redresare se folosesc diode semiconductoare.

Schema unui transformator de c.c. cu un tranzistor este prezentată în fig. 4.3. Tranzistorul este montat în schema unui oscilator de relaxare cu emitorul comun. Redresarea unei singure alternanțe se face cu dioda D , iar ieșirea este pe o capacitate. În funcționare, tranzistorul își modifică rezistența în două momente distincte: rezistență mare (de ordinul sutelor de kilohmi) când curentul de colector este mare și rezistență mică (de ordinul ohmilor). În cazul în care rezistența tranzistorului este mică, energia se înmagazinează în cîmpul magnetic al transformatorului, iar când rezistența tranzistorului este mare, energia este dată în sarcină. Rezistența variabilă R se folosește pentru reglarea puterii de intrare (și de ieșire) a transformatorului de c.c. cu tranzistoare. Acest montaj poate fi folosit pentru instalații care necesită puteri pînă la 2w; datorită magnetizării miezului transformatorului prin componenta continuă a curentului nu se pot obține puteri mai mari.

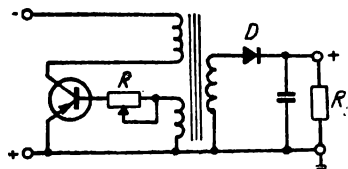


Fig. 4.3. Schema unui transformator de curent continuu cu un tranzistor.

În ultimul timp a căpătat o largă răspîndire schema cu tranzistoare în doi timpi (avînd un oscilator cu transformator). La ieșire se poate obține tensiunea simetrică (fără a avea un punct la masă) și de formă perfect dreptunghiulară. Schema cea mai des folosită este aceea cu emitorul comun, care are cel mai mare randament.

Analiza funcționării acestui montaj se poate face atît pe caracteristicile tranzistorului în planul $i_c = f(U_c)$ (fig. 4.4), cît și pe schema de principiu (fig. 4.5).

Din caracteristici reiese că pentru a se obține o cădere de tensiune minimă pe tranzistorul în gol la un curent de colector dat, punctul de funcționare trebuie să se afle în M_1 . Curentul de bază pentru acest punct se deduce din relația

$$i_b = i_c \frac{1 - \alpha}{\alpha},$$

în care i_b este curentul de bază; i_c — curentul de colector; α — coeficientul de amplificare în curent.

Căderea de tensiune pe rezistența dintre emitor și colector este $U_{c-e} = 0,3 \dots 0,5$ V. Tensiunea dintre colector și

emitor este U_c (punctul A de pe caracteristici) aplicată de la o baterie de lanternă cu polaritatea de pe schema b (fig. 4.4). Trecerea de la regimul închis la regimul deschis al tranzistorului se face de-a lungul dreptei de sarcină AM_1 . Modificarea sarcinii (scăderea lui R_s) face ca dreapta de sarcină să ia poziția AM_2 la care căderea de tensiune pe

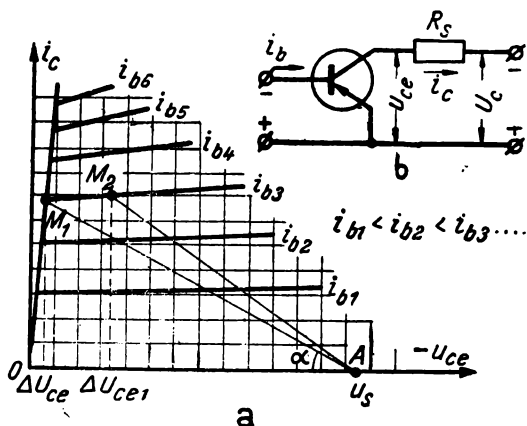


Fig. 4.4. Transformatorul de curent continuu cu un tranzistor: a — caracteristicile $i_c = f(U_c)$ ale tranzistorului cu emitorul comun; b — schema de principiu.

tranzistor crește (ΔU_{c-e1}). Schema în doi timpi (fig. 4.5) conține două tranzistoare T_1 și T_2 cu emitorul comun, un transformator cu trei înfășurări (de colector, de bază și de ieșire). Înfășurarea de colector se numește „primar”, iar cea de bază „înfășurare de reacție”.

Divizorul potențiometric format din rezistențele R_1, R_2 asigură pornirea transformatorului de c.c. atunci cînd se conectează tensiunea de colector U_c . Pe rezistența R_1 apare o cădere de tensiune de 0,3—0,6 V cu polaritatea minus pe cele două baze, determinînd astfel deschiderea unuia dintre tranzistoare. În acest moment circulă un curent prin divizorul potențiometric determinînd o cădere de tensiune cu polaritatea din figură. Condensatorul C (0,1—2 μF) netezește variațiile de tensiune care apar ca fenomene tranzitorii. Să presupunem că s-a deschis tranzistorul T_1 ; atunci pe jumătate din înfășurarea de colector n'_c apare o f.e.m. cu polaritatea + ce nu conține paranteze (din fig. 4.5). Datorită acestei f.e.m., înfășurarea de bază n'_b va da

pe baza tranzistorului T_1 o tensiune negativă față de emitor; în același timp n_b'' va da o tensiune pe tranzistorul T_2 pozitivă față de emitor (T_2 este închis). Tranzistorul T_1 va fi deschis pînă ce miezul transformatorului se va satura;

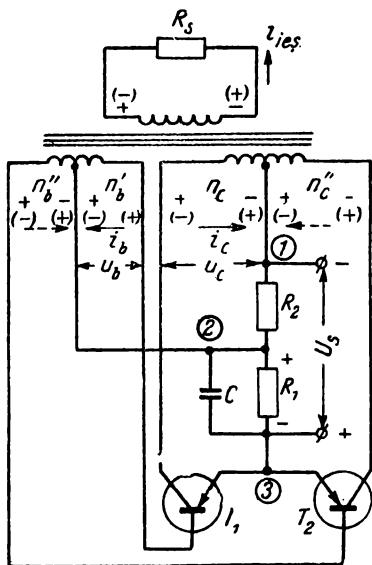


Fig. 4.5. Schema de principiu a unui transformator de curent continuu cu tranzistoare în doi timpi.

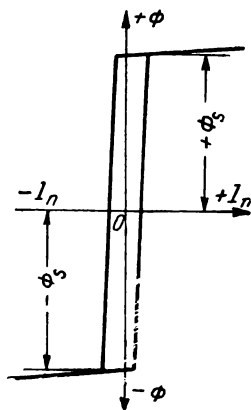


Fig. 4.6. Curba hysterezis dreptunghiulară a miezului.

curba hysterezis a miezului trebuie să fie dreptunghiulară (fig. 4.6), fluxul magnetic atîngînd valoarea Φ_s .

În acest moment, fluxul magnetic scade brusc, iar f.e.m. în toate înfășurările transformatorului devin nule. Curenții din înfășurări scad, deoarece apar f.e.m. de polarități inverse (semnele + și - din paranteze (fig. 4.5)). Acum n_b'' va da pe baza tranzistorului T_2 o tensiune negativă față de emitor, ceea ce duce la deschiderea acestui tranzistor, iar curentul prin n_c' va circula în sensul arătat de săgeata punctată. F.e.m. din n_b' crește, ceea ce face să crească mai mult curentul de colector ș.a.m.d. Tensiunea $U_c - \Delta U_{c-e} = U_{ct}$ pe n_c' are forma dreptunghiulară ca în fig. 4.7.

Frontul abrupt al acestor impulsuri depinde de capacitățile prezentate de tranzistoare și de înfășurări, precum și de pierderile transformatorului.

La alegerea valorii tensiunii de alimentare U_c trebuie să se țină seama de faptul că pe tranzistor se aplică o tensiune dublă acestei valori (datorită tensiunii de pe înfășurarea de colector a tranzistorului ce nu funcționează). Această tensiune dublă nu trebuie să întrecă valoarea U_c dată în catalog.

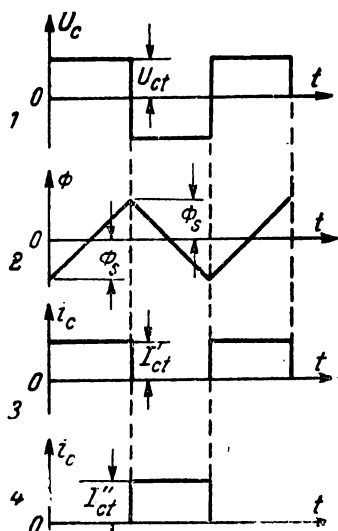


Fig. 4.7. Diagrama funcționării transformatorului de curent continuu cu tranzistoare:

1 — curba variației tensiunii de colector; 2 — variația fluxului magnetic; 3 și 4 — variația curenților în înfășurările transformatorului.

Exemplu de calcul. Se calculează un transformator de c.c. alimentat de la o tensiune $U_c = 24$ V și se cere ca la ieșire să se obțină tensiunea $U_0 = 150$ V și curentul $I_0 = 0,3$ A. Pulsațiile la primul condensator nu trebuie să întrecă $k_p = 2\%$ din tensiunea redresată.

Redresarea se face cu o punte cu diodele Д7Г (ДГ-II24). Schema montajului se prezintă în fig. 4.8.

Tensiunea la ieșire. Se consideră o cădere de tensiune pe bobina de șoc a filtrului de 15% .

$$\begin{aligned} U_{ieș} &= U_0 + 2\Delta U_{redr} + \Delta U_{Iș} = \\ &= 150 + 2 \times 0,5 + 0,15 \times 150 = \\ &= 174 \text{ V.} \end{aligned}$$

Curentul la ieșire:

$$I_{ieș} = I_0 = 0,3 \text{ A.}$$

Capacitatea de ieșire a filtrului. Se consideră $f_{osc} = 1\,000$ Hz.

$$C_0 \approx (1 \dots 2) 10^6 \frac{I_0}{f U_0 p_0} = \frac{1,5 \times 10^6 \times 0,3}{10^3 \times 150 \times 2} = 1,5 \mu\text{F} \text{ (la } 200 \text{ V).}$$

Puterea la ieșire:

$$P_{ieș} = U_{ieș} I_{ieș} = 174 \times 0,3 = 52 \text{ W.}$$

Amplitudinea curentului de colector. Se presupune randamentul $\eta = 0,7$.

$$I_c = \frac{P_{ieș}}{\eta U_c} = \frac{52}{0,7 \times 24} = 3,1 \text{ A.}$$

Tensiunea între colector și emitor:

$$U_{ce} = 1,2 \times 2U_c = 1,2 \times 2 \times 24 = 58 \text{ V.}$$

Se alege tranzistorul П4Б.

Puterea transformatorului. (Se calculează puterea transformatorului pentru determinarea dimensiunilor constructive).

$$P_d \approx 1,3U_{ie\vartheta} I_{ie\vartheta} = 1,3 \times 174 \times 0,3 = 68 \text{ VA.}$$

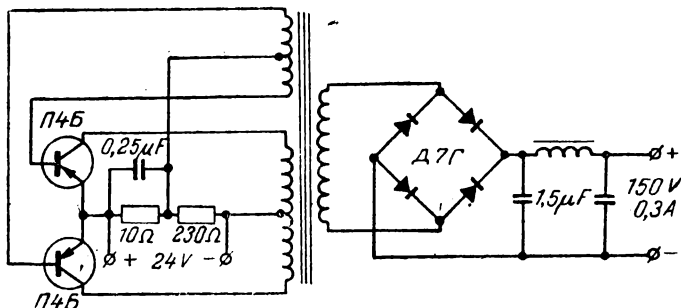


Fig. 4.8. Schema transformatorului de curent continuu cu tranzistoare calculat.

Pentru transformator se aleg tolele Э310 (ХВП) de grosimea 0,08 mm, pentru care $B_t = 10\,000$ Gs.

Dimensiunile transformatorului:

$$Q_m Q_0 = \frac{P_d \times 10^6}{2f B_t \cdot \delta \cdot \eta_{tr} \cdot S k_f k_c} = \frac{68 \times 10^6}{2 \times 10^3 \times 10^4 \cdot 4 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,8 \times 0,25} = 4,7 \text{ cm}^4.$$

În această relație:

Q_m este secțiunea miezului, cm^2 ;

Q_0 — suprafața ferestrei, cm^2 ;

P_d — puterea dimensională, W;

δ — densitatea curentului în spire, A/mm^2 ,

η_{tr} — randamentul transformatorului;

S — numărul tolelor;

k_f — coeficient de umplere pentru fier;

k_c — coeficient de umplere pentru cupru.

Se aleg tolele de tip III-12. Dimensiunea $\frac{c}{a} = 1...2$ (fig. 4.9)

la care $a = 1,2$. În fig. 4.9 se prezintă forma miezului cu dimensiunile sale notate cu litere.

Se calculează c :

$$c = \frac{Q_m \cdot Q_0}{abh} = \frac{4,7}{1,2 \times 1,2 \times 2,6} = 1,26 \text{ cm.}$$

Alegem valoarea practică $c = 1,5 \text{ cm.}$

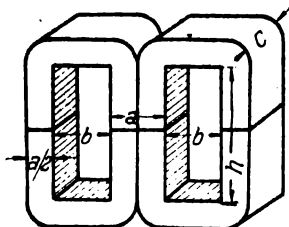


Fig. 4.9. Miezul transformatorului.

$$\text{Raportul } \frac{c}{a} = \frac{1,5}{1,2} = 1,25.$$

Suprafața miezului:

$$Q = Q_m \cdot k_f = ac \cdot k_f = 1,2 \times 1,5 \times 0,8 = 1,44 \text{ cm}^2.$$

Numărul de spire al jumătății înfășurării de colector:

$$n_h = \frac{(U_c - \Delta U_{ce}) \times 10^8}{4fB_t \cdot Q} = \frac{(24 - 0,5) \times 10^8}{4 \times 10^3 \times 10^4 \times 1,44} = 41 \text{ spire.}$$

Numărul de spire al jumătății înfășurării de bază:

$$n_b = n_c \frac{3 \dots 4}{U_c} = 41 \frac{3,5}{23,5} \approx 6 \text{ spire.}$$

Numărul de spire al înfășurării de ieșire:

$$n_{ieș} = n_c \frac{U_{ieș}}{U_c} = 41 \frac{174}{23,4} = 300 \text{ spire.}$$

Diametrele sîrmelor de bobinaj (fără izolație).

Se calculează cu formula:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{I}{\delta}}.$$

Se obțin valorile:

$$d_{ieș} = 0,3 \text{ mm}; d_c = 0,83 \text{ mm}; d_b = 0,28 \text{ mm.}$$

Rezistența R_2 .

Calculăm mai întîi rezistența R_1 .

$$R_1 = \frac{3 \dots 4}{I_{bt}} = \frac{3,5}{0,25 \sqrt{2}} = 10 \Omega.$$

Considerind că pe rezistența R_1 avem o cădere de tensiune de 0,5 pînă la 1 V,

$$R_2 = R_1 \frac{U_c - U_{R1}}{U_{R1}} = 10 \frac{24 - 1}{1} = 230 \Omega.$$

În cazul calculului transformatorului de curent continuu cu tranzistoare cu amplificare se calculează și amplificatorul de putere: puterea la ieșire, curentul de colector. Numărul de tranzistoare care se conectează în paralel se alege după curentul maxim cerut. Aceste surse de alimentare se folosesc atunci cînd puterea necesară întrece 50—100 W și cînd dorim ca modificarea sarcinii să nu influențeze asupra transformatorului de curent continuu cu tranzistoare.

Dispozitivele de alimentare cu tranzistoare care au și amplificatoare micșorează influența curentului care circulă prin sarcină asupra tensiunii de ieșire. Folosirea etajelor de amplificare face să crească și randamentul acestei surse de alimentare.

Cele mai avantajoase montaje de amplificare cu tranzistoare sînt acelea cu emitorul comun și cu baza comună, deoarece dau puterile cele mai mari cu distorsiunile cele mai mici.

În fig. 4.10 se dă o schemă practică a unui transformator de curent continuu cu tranzistoare care conține și etaje am-

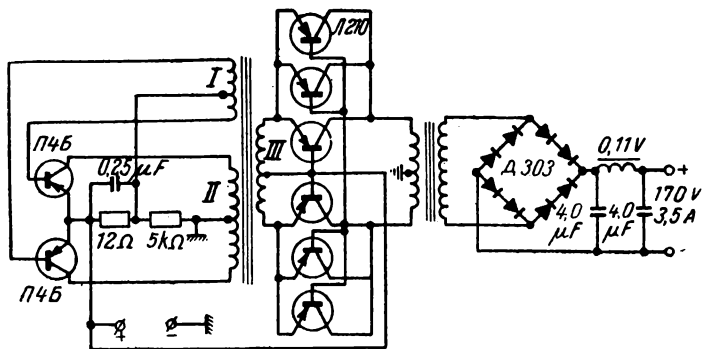


Fig. 4.10. Schema de principiu a unui transformator de curent continuu cu tranzistoare cu amplificatoare.

plicatoare. Acest montaj se alimentează de la o sursă de 22 V de curent continuu. Tensiunea de ieșire este de 170 V la un curent de 3,5 A. Frecvența de lucru a instalației este de 1 200 Hz.

În grupul vibratorului se folosesc tranzistoare de tip П4Б, iar în amplificator se folosesc șase tranzistoare de tip Л210 conectate în paralel. Redresorul este construit din opt diode semiconductoare de tipul Д303.

Transformatorul de ieșire este construit cu tole de tipul E-25 la care $a = b = 2,5$ cm, $h = 6,25$ cm. Se alege o secțiune de 9 cm^2 .

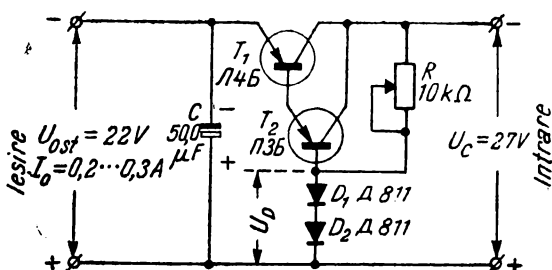


Fig. 4.11. Schema de principiu a unui stabilizator de tensiune pentru o instalație cu tranzistoare.

Numărul de spire din primar: 2×19 ($\Phi = 2,26$ mm).

Numărul de spire din secundar: 157 ($\Phi = 1,25$ mm).

Pentru construcția transformatorului oscilatorului se folosesc 2×30 spire pentru înfășurarea conectată la colector II cu diametrul de 0,82 mm, 2×5 spire pentru înfășurarea conectată la baza I cu diametrul 0,28 mm și $2 \times 2,1$ spire pentru înfășurarea din secundar III, cu diametrul de 2,6 mm.

Pentru a stabili și mai bine tensiunea de ieșire la un transformator de curent continuu cu tranzistoare se pot folosi scheme de stabilizare. În fig. 4.11 se prezintă o asemenea schemă de principiu. Aceasta este o schemă electronică de stabilizare, iar ca elemente de reglare și amplificare a tensiunii se folosesc tranzistoarele. Stabilizarea tensiunii se poate face la sursa de alimentare a transformatorului de curent continuu cu tranzistoare sau la ieșire. Montajul din fig. 4.11 realizează stabilizarea tensiunii de intrare. Tensiunea de alimentare de 27 V poate fi continuă sau alternativă. La ieșirea montajului va apărea o tensiune continuă de 22 V stabilizată. Diodele semiconductoare Д811 (stabilizatoare) își modifică foarte puțin tensiunea la

borne, deoarece se folosește curentul invers. Se știe că la o variație în limite largi a curentului invers tensiunea la borne rămâne constantă. Tranzistorul T_2 folosește pentru micșorarea limitelor de variație a curentului prin diode și deci contribuie la stabilizarea tensiunii. Acțiunea de stabilizare a tranzistorului T_2 se explică prin aceea că prin rezistența R circulă curentul circuitului de bază al tranzistorului și curentul celor două diode D_1 și D_2 . Creșterea curentului bazei duce la micșorarea curentului prin diode și invers, deci suma tensiunilor pe diode și rezistența R rămâne constantă. Curentul de bază al tranzistorului T_1 trece prin circuitul de colector al tranzistorului T_2 ; de aceea, curentul de bază al tranzistorului T_2 (care trece prin R) va fi de aproape 10 ori mai mic decât curentul de bază al tranzistorului T_1 . Ca funcționare, schema se comportă astfel: dacă de exemplu tensiunea de intrare scade, schema menține la ieșire tensiunea constantă datorită căderii de tensiune între electrozii emitor-colector ai tranzistorului T_1 .

Condensatorul C ($50 \mu\text{F}$) servește pentru filtrarea tensiunii, atunci când se alimentează instalații de la curent alternativ.

3. Alimentarea aparatelor cu tranzistoare de la rețea

Când o instalație cu tranzistoare (radioreceptor, emițător, amplificator pentru magnetofon, picup, gitară etc.) funcționează într-un loc unde există rețea de curent alternativ, nu este indicat să se consume bateriile. În acest scop, se construiesc redresoare simple, de volum mic care se pot monta chiar la ștekerul cordonului de alimentare. Volumul redresorului este mic prin faptul că puterea necesară este mică, deci transformatorul și condensatoarele sînt piese miniaturizate, tensiunile și curenții fiind mici. În fig. 4.12 se dă un montaj redresor cu două diode ДГ-И27.

La ieșire rezultă o tensiune de 30 V cu un curent de 10 mA. Pulsația tensiunii după filtru ($R = 1,5 \text{ k}\Omega$ și $C_1 = 50 \mu\text{F}$) este de 1%.

Un montaj de redresare pentru încărcarea acumulatorului miniatură (fig. 4.13) se poate construi și fără transformator.

Această construcție permite alimentarea de la rețea a instalației cu tranzistoare, avînd acumulatorul tampon.

În acest montaj, căderea de tensiune este suportată de condensator.

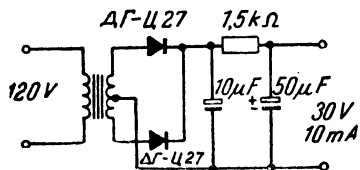


Fig. 4.12. Schema de principiu a redresorului pentru alimentarea unei instalații radio cu tranzistoare.

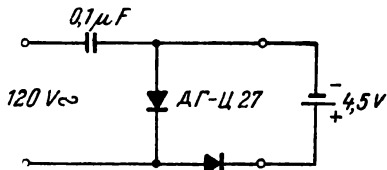


Fig. 4.13. Schema de principiu a unui redresor fără transformator pentru încărcarea microacumulatorilor ce se folosesc în receptoarele cu tranzistoare.

4. Aparat cu tranzistoare alimentate cu generatorul de mînă de lanternă

Generatorul de mînă care se folosește ca lanternă și care înlocuiește o baterie de buzunar poate alimenta instalații cu tranzistoare. În fig. 4.14, *a* se prezintă schema de principiu a unui emițător (cu antenă de ferită) de mică putere, care este alimentat de la un astfel de generator. Redresarea curentului alternativ generat se face cu o diodă ДГ-Ц 27, iar netezirea pulsațiilor cu ajutorul condensatorului C_3 .

Acest emițător poate fi folosit pentru acționare la distanță, iar dacă este modulată, și pentru legături radio.

În fig. 4.14, *b* se prezintă aspectul exterior al acestui emițător radio.

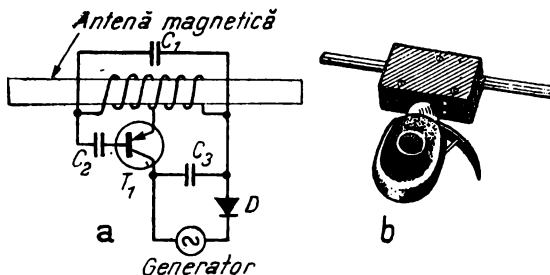


Fig. 4.14. Emițător care folosește ca sursă de alimentare un generator de mînă de lanternă:

a — schema de principiu; *b* — vedere exterioră a emițătorului.

În fig. 4.15 se prezintă două vederi asupra unui radiotelefon alimentat de la un generator de lanternă. Acest emițător-receptor lucrează pe frecvența de 4 MHz și are o bătaie

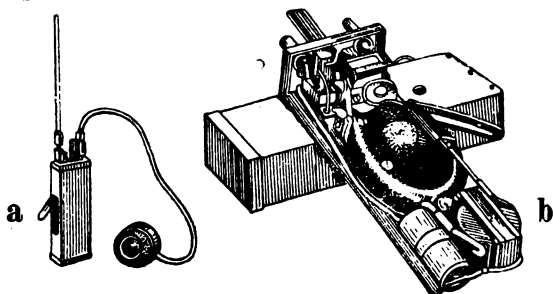


Fig. 4.15. Radiotelefon alimentat de la un generator de lanternă:
a — vedere exterioră; b — aparatul demontat.

de 4—2 km în teren puțin frământat. Redresarea tensiunii alternative dată de generatoare se face cu diode semiconductoare.

5. Câmpul electromagnetic — sursă de alimentare a aparatelor cu tranzistoare

Energia câmpului electromagnetic de la o stație de emisie, într-o anumită zonă, poate fi folosită în scopul alimentării instalațiilor radio cu tranzistoare. În fig. 4.16 se dă

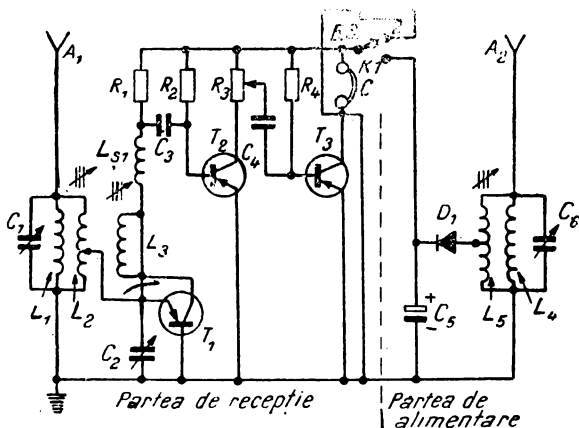


Fig. 4.16. Radioreceptor alimentat de la energia unui câmp electromagnetic sau de la o baterie solară (schema de principiu).

o schemă de principiu a unui radioreceptor cu tranzistoare care poate fi alimentat cu energia unui astfel de câmp electromagnetic. Pentru aceasta se folosește o antenă suplimentară A_2 . Circuitul oscilant L_5C_6 se acordează prin condensatorul variabil C_6 pe cea mai puternică stație de radio

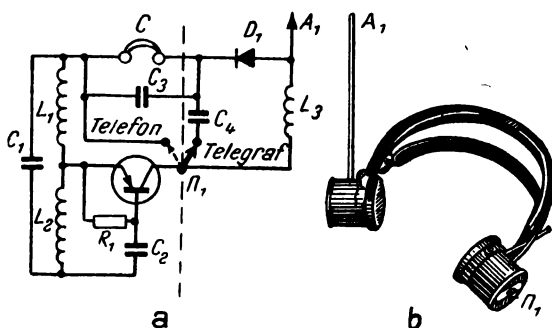


Fig. 4.17. Aparat de control al emisieii proprii, construit cu tranzistor și alimentat de la câmpul electromagnetic al postului de emisie:
a — schema de principiu; b — vedere exterioră.

din regiune. Antena se cuplează pe circuitul oscilant prin bobina L_4 . Semnalul de înaltă frecvență se redresează cu ajutorul diodei de germaniu D_1 , iar pulsurile se netezesc cu ajutorul condensatorului C_5 .

Tensiunea continuă redresată se aplică prin comutatorul K pe colectoarele tranzistoarelor, alimentându-le. Acest radioreceptor poate fi alimentat și de la o baterie solară ($B. S.$); în acest caz comutatorul K se află pe poziția 2.

S-a construit și un alt gen de radioreceptor, de tip superheterodină, la care nu se folosesc două antene ci una singură.

Pentru radioamatori se poate construi chiar în interiorul unei perechi de căști „un receptor” pentru controlul stației de emisie proprii. În fig. 4.17, a se prezintă schema de principiu a acestui aparat de control, iar în fig. 4.17, b, vederea lui exterioră. Aparatul se alimentează de la câmpul electromagnetic al stației de emisie proprii. Controlul poate fi făcut atât în fonie cât și în telegrafie. Acest aparat de control are avantajul că radioreceptorul nu se acordă pe postul de emisie pentru control.

6. Energia acustică — sursă de alimentare

Se pot construi dispozitive cu tranzistoare (emițătoare de putere mică, instalații telefonice cu amplificator etc.) la care sursa primară de energie este aceea a vorbirii. Pentru aceasta se folosește un microfon electrodinamic. O parte a

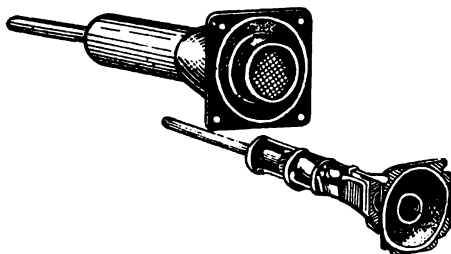


Fig. 4.18. Emițător alimentat de la energia acustică a vorbirii.

tensiunii luată de pe bobina de joasă frecvență a microfonului care redresează se filtrează și apoi se aplică la colectoarele tranzistoarelor. În cazul emițătoarelor cu o astfel de alimentare se pot obține bătăi pînă la 500 m.

O astfel de instalație se prezintă în fig. 4.18.

CAPITOLUL 5

SURSE NOI DE ALIMENTARE A APARATURII RADIO

1. Generalități

Direcțiile de dezvoltare a surselor moderne de alimentare urmăresc realizarea unor surse miniaturizate care să poată fi folosite la alimentarea aparaturii portative cu tranzistoare, precum și a instalațiilor radiotehnice de pe rachete și sateliți artificiali.

De asemenea noile construcții de surse folosesc ca energie de bază izvoare de energie puțin costisitoare cum ar fi energia solară și energia atomică.

Aceste izvoare de energie reduc volumul surselor de alimentare și lungesc durata de funcționare a aparaturii radio.

Astfel stațiunea interplanetară automată sovietică trimisă înspre Venus avea ca surse de alimentare bateriile solare. Aceste baterii solare se orientează permanent după Soare, asigurând încărcarea neîntreruptă a surselor chimice de curent existente în stațiunea interplanetară, pe întreaga traiectorie de zbor. Aceste surse de alimentare asigură buna funcționare a complexului radiotehnic existent în stațiunea interplanetară, ca posturi de emisie pentru distanțe foarte mari, agregate radiotelemetrice, sisteme de orientare și ghidaj, dispozitive de comandă cu program etc.

Dezvoltarea bateriilor solare, precum și a bateriilor atomice este în strinsă legătură cu dezvoltarea dispozitivelor cu semiconductoare, perfecționându-se o dată cu performanțele acestora.

O dată cu folosirea pe scară din ce în ce mai largă a tranzistoarelor în instalațiile radio (radioreceptoare, amplificatoare, proteze pentru surzi etc.) s-a pus problema folosirii unor noi surse de alimentare care să corespundă ca gabarit și economicitate cu noile aparate. Dezvoltarea ra-

pidă a dispozitivelor cu semiconductoare a determinat apariția de surse noi ca: bateria solară, bateria atomică, micro-acumulatoare etc., care în viitor se întrevade a fi folosite în exclusivitate.

Faptul că instalațiile cu tranzistoare necesită surse de alimentare de tensiuni și curenți mici a făcut pe oamenii de știință să caute surse de puteri mici, foarte economice. Astfel se pot folosi generatoarele mici pentru lanternă de buzunar, cîmpurile electromagnetice date de stațiile de emisie existente, energia dată de pulsul omului (biocurenții), energia sonoră din vorbire etc.

Aceste surse de alimentare sînt foarte economice, deoarece sînt simple, nu folosesc reacții chimice, au volum mic și nu necesită greutate în exploatare.

Generatorul de lanternă de buzunar este în fond un dinam pus în mișcare prin mișcarea degetelor mîinii și care poate da tensiuni pînă la 10 V la curenți de pînă la 0,5 A.

În cazul folosirii energiei electromagnetice date de posturile de emisie din jur, aceasta poate fi transformată electronic, fără a fi nevoie de instalații complicate. Bineînțeles că această sursă de alimentare este prevăzută pentru instalații de puteri mici, tensiuni pînă la 9 V și curenți pînă la 20 mA.

Sursele de alimentare care folosesc pulsul omului (biocurenții) sau energia sonoră datorită vorbirii dau puteri mici și pot alimenta unele aparate simple formate din unul sau două tranzistoare.

În domeniul chimiei se caută noi reacții care să poată sta la baza unor baterii de volum și greutate mică, cu o mare capacitate, precum și realizarea acumulatoarelor miniatură sau chiar liliput. Așa s-au construit cu bune rezultate acumulatoarele miniatură cu argint, acumulatoarele alcaline pastilă de tip alcalin, bateriile cu mercur etc.

Un domeniu foarte nou de cercetare este acela al surselor de alimentare de pe rachete și sateliți artificiali.

De asemenea, se studiază posibilitatea folosirii electronicii moleculare și a conversiei termoionice ca surse de alimentare.

Pentru sateliții artificiali, rachete și nave cosmice se pot folosi surse de alimentare solare, chimice sau atomice. Bateria solară poate să dea o putere de 2,2 W la o greutate de 1 kg. Durata de funcționare a unei astfel de baterii depinde foarte mult de acțiunea razelor X și de efectul mecanic

al micrometeorilor și în medie este de 10 ani. Cantitatea de energie care acționează pe suprafața bateriei solare depinde de distanța față de Soare și scade invers proporțional cu patratul acestei distanțe. La distanța de $1,6 \times 10^8$ km de Soare este de circa 1 kW/m².

Bateriile chimice pot să dea o energie suficientă pentru alimentarea instalațiilor radio de pe sateliți.

Bateriile cu mercur, de exemplu, dau o energie de 88 W oră, la o greutate de 1 kg. Dezavantajul acestor surse de alimentare constă în scăderea rapidă a puterii atunci când consumul variază brusc (de exemplu sub formă de impulsuri, puterea se reduce la 22 Wh la 1 kg greutate).

Bateria atomică de ultimă construcție dă o energie pînă la 1 500 Wh la 1 kg greutate și la o perioadă de înjumătățire de circa 3,5 ani. Pentru a obține o putere de 50 W în decurs de 3 ani este necesară o baterie cu o greutate de 1 150 kg.

Viitorul ne va rezerva și alte surprize.

Astfel, energia solară ar putea fi folosită mai simplu și cu un randament mai mare, s-ar putea folosi energia acumulată de plante, energia atomică prin crearea unor dispozitive simple etc.

2. Microacumulatoarele argint-zinc

În vederea alimentării instalațiilor radio cu tranzistoare de gabarit redus s-au construit acumulatoare miniatură argint-zinc. La aceste acumulatoare, electrodul negativ este construit din oxid de zinc împachetat cu un material care absoarbe electrolitul, iar electrodul pozitiv este format din foiță de argint pur. Ca electrolit se folosește hidratul de potasiu. Deoarece electrolitul este absorbit, acumulatorul devine semiumed și poate fi exploatat în orice poziție (vertical sau orizontal). Aceste acumulatoare prezintă avantajul că se descarcă la o tensiune constantă. Un element are o tensiune de 1,5 V și o capacitate de 1 Ah. Acumulatorul se poate descărca cu un curent foarte mare avînd o rezistență internă foarte mică; sub formă de impulsuri scurte poate da un curent de 1 000 A. Limitele de temperatură între care poate lucra acumulatorul sînt cuprinse între -59 (temperatura de îngheț a electrolitului) și +80°C. Autodescărcarea acumulatorului este foarte mică; într-un an de depozitare

capacitatea sa scade cu 20%. Modificările atmosferice nu influențează funcționarea acumulatorului.

În fotografia din fig. 5.1 se văd două microacumulateoare alături de o cutie de chibrituri. Bacul microacumulatorului

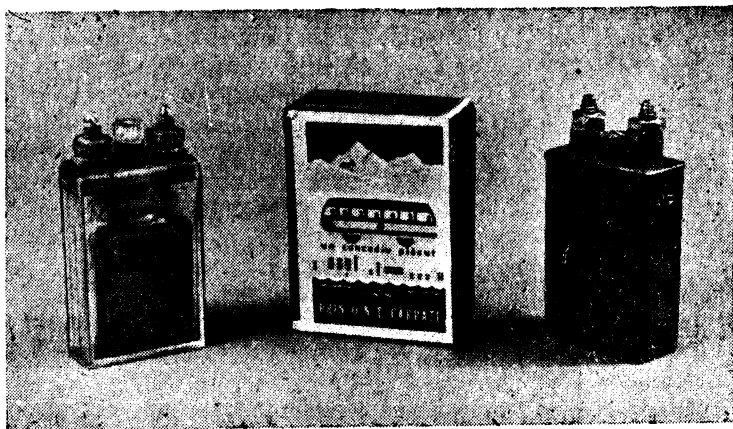


Fig. 5.1. Microacumulateoare construite în R.P.R.

este format din material plastic. Din avantajele prezentate reies și domeniile de folosire ale acestui microacumulator.

Acest tip de acumulateoare a fost construit în R.P.R. la Academia militară generală, pentru tensiunile de 1,5 și 4,5 V la o capacitate de 1,5 Ah și de 9 V la o capacitate de 5 Ah, având dimensiuni foarte mici.

3. Acumulateoare cu gaz

Acumulateoarele clasice având electrozii din metal sînt foarte grele și scumpe. Folosind ca elemente active gazele, iar ca absorbant cărbunele, se pot construi acumulateoare ușoare și economice. În fig. 5.2 se prezintă un acumulator care folosește ca gaze clorul (Cl) și bioxidul de sulf (SO_2).

Într-un bac se pun doi electrozi de cărbune 2 în lichide care au sulfură de sodiu și sare.

Prin electroliză se degajă la un electrod clorul (din NaCl), iar la celălalt bioxidul de sulf (SO_2) din sulfura de

sodiu. Sulfura este purtătorul sarcinilor negative, iar clorul al celor pozitive. F.e.m. a acumulatorului este de 1 V. Plăcile ajutătoare 3 folosesc la încărcare, la ele conectându-se

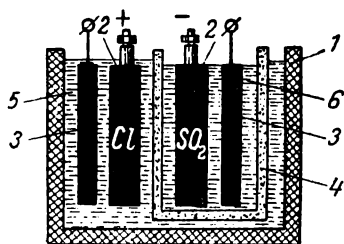


Fig. 5.2. Acumulator cu gaz:
1 — vasul acumulatorului; 2 — electrozi de cărbune; 3 — plăci ajutătoare; 4 — perete despărțitor; 5 — soluție de clorură de sodiu; 6 — soluție de sulfură de sodiu.

minusul redresorului iar plusul se conectează la plăcile 2. La descărcare, sarcina se leagă (la plăcile 2) cu polaritățile arătate în figură. Acumulatorul lucrează în limitele de la -20°C până la $+20^{\circ}\text{C}$, iar lumina zilei influențează negativ asupra funcționării lui. Pentru separarea celor două soluții de electrolit se folosește perețele 4. Lichidul 5 în care s-a dizolvat sarea se află în stînga, iar cel cu sulfura de sodiu 6 în dreapta. Dacă se folosesc ca gaze oxigenul și clorul, se poate obține o f.e.m. de 2,5 V.

Fabricarea în serie a acestor acumuloare ieftine și ușoare nu este pusă încă la punct.

4. Elementele fier-cărbune

Aceste elemente sub formă de disc pot fi folosite la alimentarea filamentelor radioreceptoarelor, la instalațiile telefonice, precum și la mecanizarea producției.

Electrodul negativ al elementului este format din fier, iar cel pozitiv din cărbune. Aceste elemente au capacități mari (400 Ah), tensiuni cuprinse între 0,65 V și 1 V.

Volumul acestor surse este încă prea mare.

5. Acumuloare alcaline miniaturizate

Pentru instalațiile cu tranzistoare de dimensiuni mici s-au realizat acumuloare alcaline miniaturizate. Cel mai mic acumulator este aproximativ de mărimea unei tablete de antinevralgic. Aceste acumuloare au forma tranzistoarelor și se pot încărca de la rețea. Iată câteva microacumuloare germane (tabela 5.1).

Acumulatori alcaline miniaturizate

Tipul acumulatorului	50 D.K.	100 D.K.	225 D.K.	450 D.K.
Capacitatea (mAh)	50	100	225	450
Tensiunea (V)	1,22	1,22	1,22	1,22
Greutatea (g)	3,50	9	12,5	33
Dimensiuni $\begin{cases} \varnothing \text{ (mm)} \\ h \text{ (mm)} \end{cases}$	$\begin{matrix} 15,5 \\ 5,85 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 25 \\ 6,1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 25 \\ 8,6 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 43 \\ 7,6 \end{matrix}$

În Republica Socialistă Cehoslovacă a fost construit un acumulator alcalin de tip 225 superior celor germane. Caracteristicile electrice ale acestui acumulator sînt:

$$U = 1,26 \text{ V}; C = 225 \text{ Ah}; G = 12 \text{ g}; \text{ dimensiuni } \varnothing = 25 \text{ mm}; \\ h = 8,6 \text{ mm}.$$

Aceste tipuri de surse de alimentare deschid perspective frumoase alimentării aparatelor cu tranzistoare de gabarit mic.

6. Bateria solară

Bateria solară este un dispozitiv care transformă energia solară direct în energie electrică. Trebuie de avut în vedere că Soarele este sursă puternică de energie; dă o putere de 1 kW pe fiecare m^2 din suprafața pămîntului.

Bateria solară se poate folosi pentru instalațiile radio portative, pentru cele instalate în locuri inaccesibile sau acolo unde aparatura nu este exploatată de oameni, pentru alimentarea aparaturii electronice din sateliții artificiali ai Pămîntului și a navelor cosmice.

Bateria solară este construită din lame de cristale de siliciu semiconductoare care se conectează în serie sau paralel după cum se dorește obținerea unei tensiuni mai mari sau a unui curent mai mare. Semiconductoarele se reali-

zează de tipurile p și n (cu sarcini pozitive sau cu sarcini negative), iar la joncțiunea dintre ele acționează lumina Soarelui. Partea activă a unui element de 1 cm^2 dă o f.e.m. de 0,5 V, iar puterea este de 10—12 mW. Randamentul fotoelementelor este cuprins între 11% și 13%.

Bateria solară poate funcționa și fără raze solare, doar cu lumina zilei. În acest caz, puterea bateriei scade. Se pot folosi acumulatori tampon care în timpul zilei se încarcă de la această baterie, iar noaptea energia este luată de la aceste acumulatori.

În U.R.S.S. s-a construit de către Institutul de radio-difuziune și acustică radioreceptorul Sputnik (cu 7 tranzistoare) alimentat de la o baterie solară de 5 V care încarcă în timpul funcționării un acumulator de tipul ЦНК-0,4. Puterea radioreceptorului este de 100 mW, iar sensibilitatea de $1 \text{ 500 } \mu\text{V/m}$. Radioreceptorul împreună cu sistemul de alimentare cântărește 800 g.

Pe cel de-al treilea satelit artificial al Pământului alături de surse chimice s-a folosit o baterie solară de siliciu pentru alimentarea aparaturii de măsură și a instalațiilor radio (emittătorul Maiak pe 20,005 MHz). Bateria a fost dispusă pe corpul satelitului în nouă secțiuni. Atunci când satelitul se deplasa în zone întunecate, acumulatorii alimentau instalațiile radio. De pe pământ se putea ști când instalația funcționa cu bateria solară sau cu sursele chimice, prin modificarea semnalelor telegrafice transmise de pe satelit de la 300 μs la 50 μs , cu ajutorul unei scheme electronice speciale.

Dacă pe acoperișul unei case se instalează asemenea ceele, se poate obține energia necesară funcționării unui aparat de radio și a altor dispozitive electrice. De exemplu pentru a avea tensiunea de 110 V și curentul de 3 A se vor conecta în serie 220 cristale (a câte 0,5 V), curentul rezultat fiind de 0,018 A. Pentru a obține un curent de 3 A vor trebui conectate în paralel încă 82 șiruri de cristale, deci în total 18 260 cristale. Cu intervalele dintre plăcuțe (deoarece semiconductoarele nu se așază lipite unul de altul), suprafața acoperită este de $2 \times 2 \text{ m}$. Pentru noapte s-ar folosi acumulatorii care se montează în pod sau în pivniță și care sînt conectate tampon.

În ultimul timp s-au construit în Uniunea Sovietică și în S.U.A. baterii solare de un nou tip care au o eficacitate de 4 ori mai mare față de bateriile solare normale. Aceste

baterii deschid noi posibilități în construcțiile de pe sateliți, precum și pentru instalațiile radio portative civile și militare. Construcția acestor baterii diferă de aceea a tipurilor vechi prin faptul că straturile active se montează invers. Pentru fabricarea lor se folosește difuzia fosforului la suprafața siliciului de tip p. Până acum se folosea difuzia borului pe cristal de tip n. Temperatura la care se fabrică aceste baterii este de 950°C , deci mai mică decât la procedeul vechi, ceea ce duce la ieftinirea bateriei și creșterea randamentului.

7. Generator termoelectronic folosind energia solară

Termocupl pot fi încălzite și în alte moduri decât prin energia termică dată de o lampă cu petrol. Energia solară poate încălzi asemenea termocuple, obținându-se astfel o sursă de energie foarte economică.

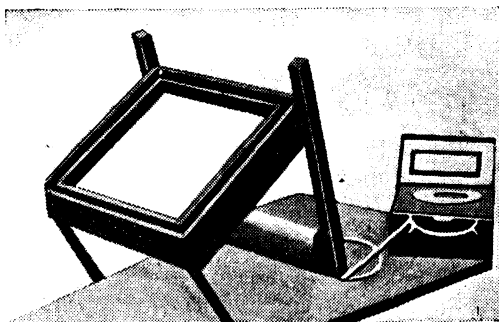
În acest dispozitiv, energia solară se transformă direct în energie electrică. Partea termocuplelor ce se expune razelor solare se numește colector plan, care este montat pe 4 piciorușe (fig. 5.3), pentru a putea fi aranjat perpendicular pe razele Soarelui. Folosindu-se termocuple formate din stibiu și zinc se pot obține puteri de 175 mW. Colectorul este format din sticlă, sub care se introduce o foiță de cupru de 0,5 mm. Ca număr de elemente se folosesc 31 termocuple. Mărind acest număr se pot obține puteri mai mari. Randamentul acestor instalații este mic, de ordinul 0,6%. Dacă la colector, în loc de o singură sticlă, se introduc mai multe straturi ce reflectă puțin razele Soarelui, atunci randamentul poate crește până la 1,05%. Folosind un fascicul concentrat de raze solare cu ajutorul oglinzilor s-a obținut cu un singur termocuplu $U = 56$ mV, o putere de 0,156 W și un randament de 3,35%.

8. Bateria atomică

Pentru prima oară în lume, în Uniunea Sovietică a fost folosită energia atomică pentru producerea energiei electrice — centrala atomo-electrică de 5 000 kW. În această centrală, energia atomică nu se transformă direct în energie electrică, ci mai întâi în energie calorică.

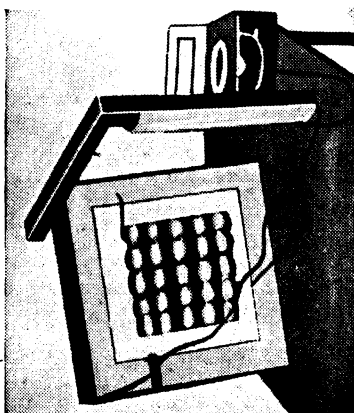
Bateria atomică este o sursă de curent în care energia atomică se transformă direct în energie electrică.

Să vedem pentru început construcția și funcționarea unei baterii de înaltă tensiune.



a

a — vedere din față;



b

b — vedere din spate.

Fig. 5.3. Termogenerator care folosește energia solară.

Se știe că multe elemente radioactive în procesul de dezagregare eliberează sarcini electrice (electroni) cu o mare viteză. Acești electroni au o energie foarte mare, încît se pot deplasa prin aer (la presiunea atmosferică) și pot să încarce un electrod metallic care s-ar afla la o oarecare distanță de elementul radioactiv.

Elementul radioactiv 1 se instalează în mijlocul bateriei (fig. 5.4), iar electronii degajați bombardează electrodul 2 pe care-l încarcă cu sarcini negative. Electrodul central 1 rămâne încărcat pozitiv. Dispozitivul este asemănător unui condensator care se încarcă și a cărui tensiune depinde de

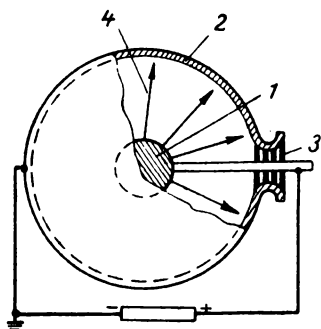


Fig. 5.4. Baterie atomică de înaltă tensiune:

1 — element radioactiv; 2 — electrod; 3 — izolator; 4 — traseul particulelor.

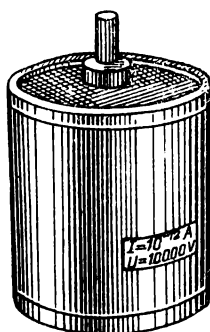


Fig. 5.5. Forma exterioră a bateriei atomice.

energia electronilor eliberați de elementul radioactiv și de calitatea dielectricului dintre electrozi. Tensiunea poate atinge valori de zeci de mii de volți.

Intensitatea curentului depinde de viteza de dezagregare a elementului radioactiv, adică de numărul de atomi care se dezagregă în timp de o secundă. Aceasta este constantă pentru fiecare element și este cunoscută sub numele de *perioadă de înjumătățire*. Cu cât această perioadă de înjumătățire este mai mare, cu atât curentul bateriei atomice este mai mic. De exemplu, dacă se folosește ca element radioactiv izotopul stronțului Sr^{90} (cu perioada de înjumătățire de 20 ani) atunci curentul este de ordinul milionimilor de microamper. Dacă se folosește izotopul fosforului P^{32} (cu perioada de înjumătățire de 14 zile), atunci curentul obținut este de ordinul zecimilor de miliamper. Aceste baterii care au aspectul exterior ca în fig. 5.5 se folosesc în tehnica măsurătorilor electronice unde are o mare importanță constanța tensiunii și independența acesteia de condițiile exterioare și mai ales de temperatură.

Astfel, bateria atomică va funcționa la temperaturi foarte joase, la care electrolitul acumulatorilor îngheață.

Dacă prețul unei asemenea baterii atomice n-ar fi prea ridicat, ea s-ar putea folosi pentru alimentarea tuburilor cinescoape, la televizoarele la baterie, eliminându-se etajele speciale care dau înalta tensiune.

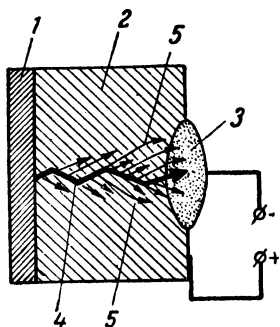


Fig. 5.6. Construcția bateriei atomice de joasă tensiune:

1—element radioactiv; 2—semiconductor de tip p; 3—semiconductor de tip n; 4—joncțiune; 5—particule radioactive.

Bateriile atomice de joasă tensiune se construiesc pe alt principiu. Aici elementul radioactiv 1 activează joncțiunea dintre două semiconductoare 2, 3 de tipul p și n (fig. 5.6). Între cele două tipuri de semiconductoare apare o f.e.m. de 0,2 V, la un curent de 5 μ A. Ca element radioactiv se poate folosi Sr^{90} , iar ca semiconductoare germaniul sau siliciul.

O baterie atomică cu poloniu 210, de 146 Curie, produce o tensiune de 0,75 V la un curent de 25 mA, puterea fiind de 9 mW. Randamentul unei asemenea baterii este mic, de 0,20%.

Dacă se va scădea prețul de cost al acestor baterii prin folosirea reziduurilor de la reactoarele atomice și dacă se va mări randamentul lor, aceste baterii vor constitui surse de energie electrică ale viitorului.

9. Convertizoare termoionice

Convertizorul termoionic este o sursă de alimentare modernă care se folosește cu mult succes pe rachete, nave cosmice și sateliți artificiali, deoarece la un gabarit mic prezintă totuși o capacitate mare de energie.

Convertizoarele termoionice transformă căldura oricărei surse (Soare, particule din reactor, izotopi ai mediului înconjurător etc.) direct în energie electrică.

Primul convertizor construit de acest gen avea o instalație termoionică de volum mic cu vid. Puterea acestei surse de alimentare era de 1 W, iar randamentul termic nu întrecea 2,5%. Dimensiunile convertizorului erau acelea ale unui disc gen monedă, iar greutatea era de 85 g. Temperatura catodului convertizorului termoionic era de 1 100°C.

În ultimul timp firma „General Electric“ a perfecționat producția acestui tip de alimentare, reușind să scoată 100 bucăți pe săptămână.

În laborator s-a pus la punct un alt tip de convertizor termoionic care dă o putere de 20 W la o suprafață de 1 cm^2 a catodului. Randamentul acestui nou tip de convertizor termoionic întrece 30%.

10. Redresoare moleculare

Pentru alimentarea instalațiilor moderne de electronică (părți ale mașinilor electronice de calcul, instalații cu tranzistoare etc.), în locul redresoarelor obișnuite, se folosesc în ultimul timp redresoare moleculare. După cum se știe, un redresor obișnuit conține transformatorul de rețea, elemente de redresare (tuburi electronice sau diode semiconductoare, celule redresoare etc.) și filtre.

Redresorul molecular are avantajul că elimină cele trei părți componente, redresarea obținându-se cu o singură piesă simplu de construit. O asemenea construcție poate redresa tensiunea de rețea de 220 V și se obțin tensiuni dorite de alimentare, de exemplu 9 V c.c., pentru alimentarea instalațiilor cu tranzistoare. Construcția redresorului molecular conține un mediu rezistor prin care circulă curentul alternativ și un mediu central care este un izolator electric care conduce căldura.

Căldura este transformată la ieșire în curent continuu într-un mediu termoelectric.

Construcția redresorului constă dintr-un monocristal cu mai multe zone care au diferite proprietăți electrice.

BIBLIOGRAFIE

1. *Белопольский М. И.*, Электропитание радиоустройств, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1957.
2. *Homiakov V. G. și Mașoveț V. P.*, Tehnologia industriilor electrochimice (traducere din l. rusă), Editura Tehnică, București, 1953.
3. *Рогинский В. Ю.*, Электрическое питание радиотехнических устройств, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1957.
4. *Clondescu G.*, Exploatarea și repararea acumulatorilor electrice, Editura Tehnică, București, 1960.
5. *Гершгал Д.*, Расчет и конструирование вибропреобразователей, Издательство ДОСААФ, Москва, 1956.
6. *Cipere I.*, Construcția unei baterii anodice. Radioamatorul, nr. 7, 1958.
7. *Racz G.*, Calculul simplificat al transformatoarelor de alimentare. Radioamatorul, nr. 9, 1957.
8. *Муравлев А. А. и Мазель К. Б.*, Преобразователи постоянного напряжения на транзисторах, Госэнергоиздат, 1960.
9. *Матлиу С.*, Источники питания радиоламп, Издательство ДОСААФ, Москва, 1956.
10. *Olaru Ovidiu*, Construcția unui vibrator. Radioamatorul, nr. 8, 1958.
11. *Бернштейн А. С.*, Термоэлектрические генераторы, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1956.
12. *Гольдреев Н. Г.*, Стабилизаторы напряжения, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1957.
13. *I.P.O. Chimichen.*, Les alimentations basse tension. Toute la Radio, Paris, iulie-august, 1960.
14. *Петров В. В. Пиотровский Б. А.*, Стабилизаторы напряжения и тока, Связьиздат, 1952.
15. *Перли С. Б.*, Самодельная ветроэлектрическая установка, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1953.
16. *Восковойник Д.*, Атомная батарея. Радио, № 2, 1955.
17. *Tóth Imre*, Atomul, sursa de energie a viitorului, S.R.S.C., București, 1956.
18. *Блинов Б.*, Гирляндная Г.Э.С. Радио, № 1, 1960.
19. *Щекин В.*, «Солнечная батарея». Радио, № 8, 1958.
20. *Гантман С.*, Железо-угольные элементы В Ж 400, Радио, № 12, 1958.
21. *Чечик П.*, «Солнечная» батарея. Радио, № 7, 1955.
22. *Чекин П.*, Маломощные источники питания. Радио, № 12, 1955.
23. *Jiři Mrha*, Miniaturní zapuzďřene nikl-kadmiové akumulátory. Slahoproudý obzor, Praga, iunie, 1960.

24. *Stancu Lică*, Studiul și realizarea unor microacumulate. Comunicare științifică la sesiunea Academiei Militare Generale, 1960.
25. *Istvan Bodocs*, Galvánelemek és akkumulátorok készítése és kezelése, Nepszara, Budapest, 1956.
26. *White David and Wood Herbert*, Electromechanical energy conversion. Champman-Halle-John Wiley, Londra-New York, 1959.
27. *Чистяков Н. М.*, Применение полупроводников в технике. Издательство «Знание», Москва, 1957.
28. *Даниел В.*, Термоэлектрогенератор ТГК-10, Радио, № 9, 1956.
29. *Даниел В.*, Термоэлектрогенератор ТГК-3, Радио, № 2, 1954.
30. *Эфрусси М. М.*, Газовые стабилизаторы напряжения, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1952.
31. *Эфрусси М. М.*, Стабилитроны и неоновые лампы, Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1958.
32. *Constantinescu G.*, Calculul redresoarelor. Radioamatorul, nr. 8, 1957.
33. *Дымков А.*, Автотрансформатор «АРН-250» для питания радиоприёмников и телевизоров, Радио, № 10, 1957.
34. *Большов В.*, Блок питания, Радио (приложение для начинающих), № 3, 1957.
35. Экспресс-Информация, 1961, Москва.

TABLA DE MATERIE

<i>Prefață</i>	3
<i>Introducere</i>	5
Cap. 1. Sursele chimice de curent folosite pentru alimentarea aparaturii radio	7
1. Generalități	7
2. Pile electrice	9
a. Generalități	9
b. Tipuri de pile electrice	11
c. Conectarea pilelor electrice	16
3. Bateria anodică	18
a. Generalități	18
b. Tipuri de baterii în folosință	20
c. Calculul duratei de funcționare a bateriilor	22
d. Regenerarea bateriilor anodice	23
4. Acumulatorii cu plăci de plumb (acide)	24
a. Generalități	24
b. Caracteristicile electrice ale acumulatorilor cu plumb	27
c. Tipuri de acumulatorii cu plumb fabricate în R.P.R.	30
d. Formarea și încărcarea acumulatorilor	31
e. Calculul consumului acumulatorului	34
5. Acumulatorii alcalini (fero-nichel și cadmiu-ni- chel)	36
a. Generalități	36
b. Caracteristicile electrice ale acumulatorilor alcalini	37
c. Formarea, încărcarea și controlul acumulatorilor alcalini	38
d. Avantajele și dezavantajele acumulatorilor al- calini față de cele acide	40

Cap. 2. Alimentarea instalațiilor radio de la rețeaua de curent alternativ	41
1. Generalități	41
2. Dispozitive redresoare și funcționarea lor	42
3. Transformatorul de rețea	46
4. Elemente de redresare	48
a. Clasificarea elementelor de redresare	48
b. Redresor cu tub electronic	49
c. Redresor cu semiconductoare	51
5. Calculul redresorului	61
6. Filtre de netezire	68
7. Stabilizatoare de tensiune, curent și reglarea tensiunii rețelei	70
8. Construcția unui redresor de alimentare a aparaturii radio	74
Cap. 3. Alimentarea instalațiilor radio de la surse de curent continuu	80
1. Generalități	80
2. Vibratoare	80
a. Generalități	80
b. Alegerea elementelor și calculul schemei	83
3. Convertizoare	88
a. Generalități	88
b. Principiul de funcționare	89
4. Grupuri electrogene	91
5. Alimentarea de la rețeaua de curent continuu	92
6. Generator pus în mișcare de rîuri	93
Cap. 4. Alimentarea aparatelor radio cu tranzistoare	95
1. Generalități	95
2. Transformatoare de curent continuu cu tranzistoare	95
3. Alimentarea aparatelor cu tranzistoare de la rețea	105
4. Aparatură cu tranzistoare alimentate cu generatorul de mîna de lanternă	106
5. Câmpul electromagnetic — sursă de alimentare a aparatelor cu tranzistoare	107
6. Energia acustică — sursă de alimentare	109
Cap. 5. Surse noi de alimentare a aparaturii radio	110
1. Generalități	110
2. Microacumulatoarele argint-zinc	112

Lei 3,55

Colecția
RADIO ȘI TELEVIZIUNE
1962

**ALIMENTAREA APARATURII RADIO DE MICĂ
PUTERE**, de ing. *N. Patraș*

TRANSFORMATOARE DE PEȚEA, de ing. *B. Bărbat*

BOBINE RADIO, de ing. *A. Millea*

RADIORECEPTOARE PORTABILE,
de ing. *T. Bădărău*

CALITĂȚILE RADIORECEPTOARELOR,
de ing. *A. Gheorghiu*

**INSTALAȚII DE RADIOFICARE ȘI SONORIZARE
DE MICĂ PUTERE**, de ing. *D. Grigorescu*

**MAGNETOFONUL. DESCRIERE. ÎNTREȚINERE. DE-
PANARE**, de ing. *M. Popescu* și ing. *D. Olaru*

EDITURA TEHNICĂ