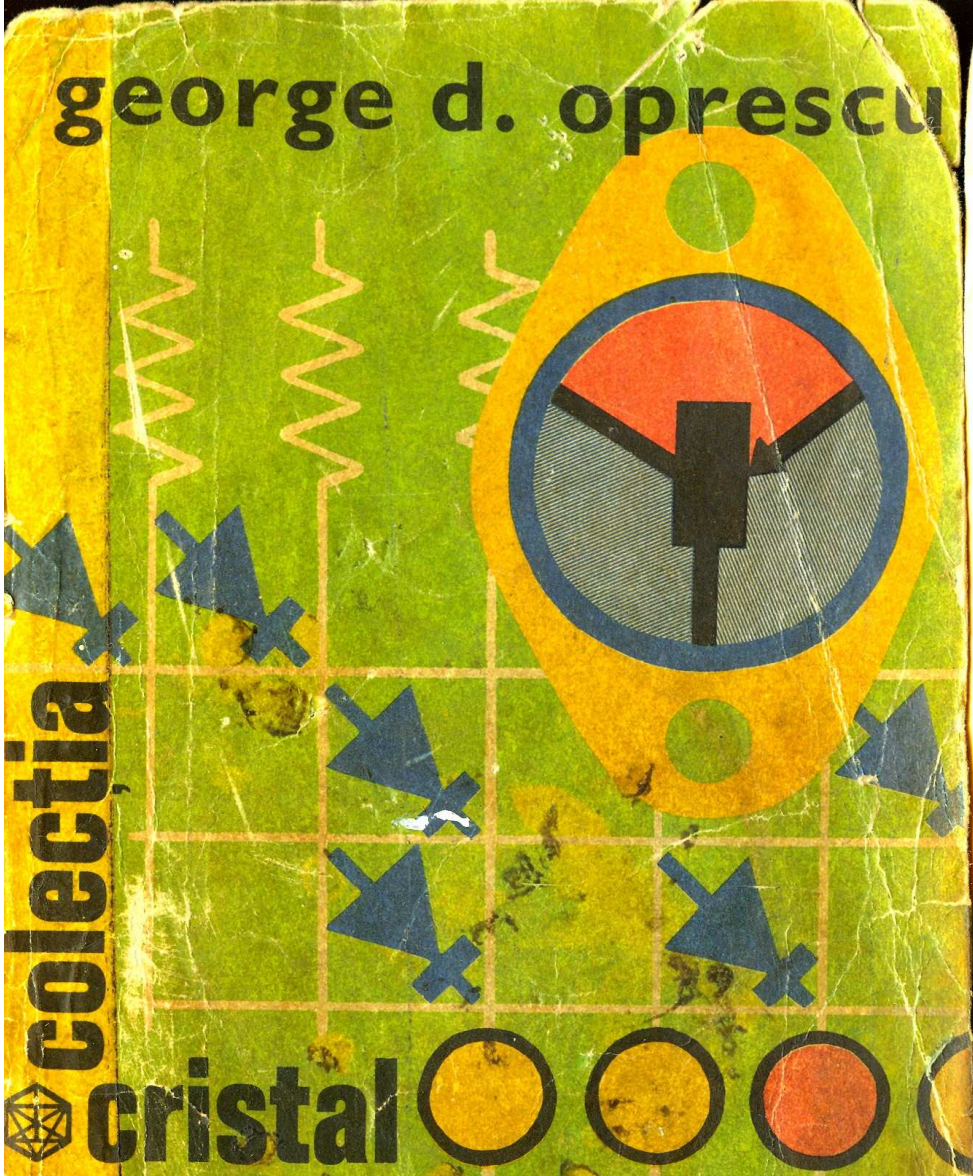
george d. oprescu



colecția cristal

HI-FI ABC

EDITURA ALBATROS

Lector : GHEORGHE FOLESCU
Tehnoredactor : GABRIELA ILIOPOLOS

Bun de tipar 8.VI.1978. Apărut 1978.
Comanda nr. 1231.
Tiraj : 50 000 ex. broșate.
Coli de tipar : 19

Com. nr. 80 017
Combinatul poligrafic „Casa Scînteii",
Piața Scînteii nr. 1, București
Republica Socialistă România

Ilustrația copertei:
IORGOS ILIOPOLOS

1978

editura albatros

DIN PARTEA AUTORULUI

Tehnica electronicii evoluează rapid, iar cerințele sînt tot mai mari. Nimic nu este mai simplu, din contra, totul se complică. Invențiile de ieri, simple jucării tehnice, au ajuns lucruri rafinate, dar care vor face pe urmașii noștri să surîdă cu duioșie, așa cum facem noi azi cînd vedem „zambila de aramă" a unui fonograf. Totul este relativ și perfectibil.

În domeniul redării sunetului s-a ajuns la unele rezultate bune; uneori se poate chiar spune că redarea, prin mijloace electronice, a unei bucăți muzicale „sună" mai frumos decît condiția reală. Dar nu totdeauna este așa: complicarea tehnicii nu duce numai la perfecționare, ci uneori și la rezultate nedorite. Ele trebuie cunoscute, discutate și, în cunoștință de cauză, eliminate sau înlocuite cu rezultate bune.

Se știe că urechea umană se adaptează ușor la nivele puternice sonore și o audiție inițială puternică lasă impresia de slăbire. Pînă nu de mult, se considera drept prag superior al presiunii acustice, al durerii fizice, nivelul de 120 dB. Odată cu dezvoltarea tehnicii, noile mijloace de circulație în loc să devină mai liniștite, paralel cu creșterea vitezei au devenit mai zgomotoase. Astfel, pe unele linii de metro se depășesc cei 120 dB, iar avioanele cu reacție supersonice au împins pragul superior spre 150 dB. În goana după senzație, unele formații de muzică ușoară au început să folosească amplificatoare de putere de cîteva sute de wați sau chiar kilowați, rezultatul sonor fiind echivalent cu presiunea sonoră dată de un turboreactor! 5

Cercetările medicale întreprinse în ultimii ani au stabilit cu precizie că după unele festivaluri la care se folosesc amplificatoare de asemenea puteri, sănătatea ascultătorilor are mult de suferit; nu imediat, ci în răstimp de cîteva zile, începînd de la cefalee și pînă la crize de nervi și ulcer. Avînd în vedere efectele nocive ale poluării sonore, în majoritatea țărilor lumii se interzice folosirea unor instalații de sonorizare pentru săli la un nivel superior celui oferit de o orchestră simfonică, cu alte cuvinte la nivelul fortissimo, egal cu maximum 90 dB.

Amatorii de construcții electronice știu bine ce școală a perfecționării înseamnă munca de construcție cu ciocanul de lipit în mînă. Cîte ore pasionante, de neegalat, în fața unui montaj care prinde formă, prin care încep să „mișune" electronii! Cu fiecare montaj reușit, conștiința propriei realizări și exigența în creștere, în pas cu exigențele de azi ale tehnicii: mai bine, mai solid, mai multă calitate. Exigențe care aparțin întregii omeniri și cu care se identifică cel care lucrează în pas cu realizările actuale. Sete de documentare, dorința de a realiza ceva, bucuria constructorului de a reuși: acestea sînt rezultatele muncii practice în electronică. Nu este necesar să se viseze doar la nave interplanetare pline de butoane bune numai pentru apăsat, ci să se lucreze cu surîsul pe buze, concret, pentru apropierea viitorului. Viitor în care totul — deși va fi și mai complicat, pe măsura inteligenții omului —, va fi mai frumos.

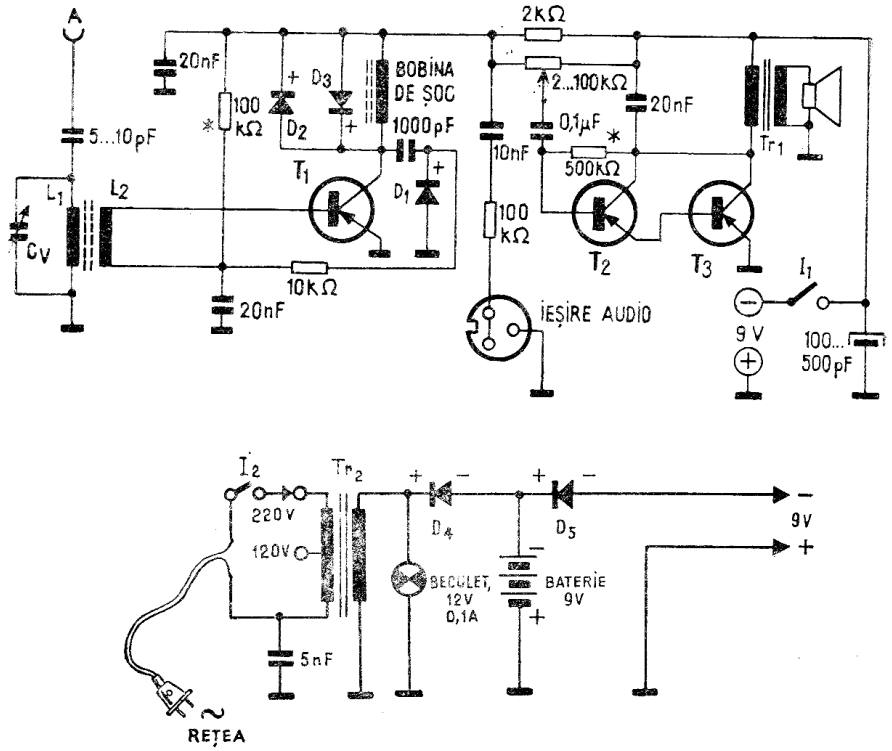
Ideea de bază în elaborarea acestei lucrări a fost să se demistifice pretinsa inaccesibilitate pentru amatori a montajelor audio de bună calitate. Să se indice, cu alte cuvinte, cum se poate obține o instalație de înaltă fidelitate a sunetului cu o cheltuială minimă, folosindu-se piese larg răspîndite și fără risipă de materiale. Fiecare schemă a fost îndelung experimentată, cu piese din cele mai diferite, pentru ca să se poată spune: ...„se pot folosi tranzistoare de orice fel"... „valorile pieselor pot diferi cu circa 50% față de cele indicate". Cu satisfacția certitudinii că amatorii nu vor fi puși să alerge după valori critice, de exemplu, de 112,2 kΩ și condensatoare de 13,4 μF, așa cum, cîteodată, pretind unele scheme.

Este incontestabil faptul că numai realizările industriale din domeniul electronicii pot atinge perfecțiunea ca prezentare, soliditate, uniformitate de prezentare și că amatorii nu pot, oricît s-ar strădui, să facă concurență unor produse de acest gen. Dar amatorii de azi — cine știe? — pot deveni profesioniștii de mîine, cei care vor face produse industriale de care să fie mîndri. Lor le este dedicată această lucrare.

Radioreceptor cu amplificare directă

Montajul din figura 1 este un radioreceptor pentru gama de unde medii, a cărui audiţie, de foarte bună calitate, nu numai că poate servi pentru audiţii directe, dar şi pentru asigurarea unor înregistrări de calitate satisfăcătoare, aşa cum se poate obţine un randament optim din recepţia unor posturi modulate în amplitudine. Aparatul poate fi realizat fie sub formă staţionară, fie sub formă portabilă, cu alimentare la baterie sau cu alimentare mixtă, la sector şi baterie. Este prevăzut cu o bornă de ieşire pentru audiofrecvenţă, bornă care poate fi legată prin conductor ecranat la intrarea unui amplificator de putere sau a unui magnetofon.

Schema de funcţionare este destul de simplă. Primul etaj, în care funcţionează tranzistorul T_1, este un etaj de amplificare directă, în montaj reflex, în care tranzistorul amplifică simultan semnalele de radiofrecvenţă şi de audiofrecvenţă. Semnalul de radiofrecvenţă, cules de bobina L_1 de pe o bară de ferită, este acordat cu ajutorul unui condensator variabil Cv. Bobina L_2, cu un număr redus de spire, sub o zecime din numărul de spire al bobinei L_1, transmite semnalul de radiofrecvenţă bazei tranzistorului T_1, fără ca rezistenţa mică de intrare a tranzistorului să afecteze prea mult factorul de calitate al circuitului de acord. Astfel, bobina L_2 are rolul de bobină de adaptare. Tranzistorul T_1 amplifică semnalul de radiofrecvenţă care, la ieşirea colectorului, fiind oprit de o bobină de şoc (prin care tensiunea de alimentare în curent continuu poate circula, dar radiofrecvenţa nu este acceptată), alege calea spre dioda de detecţie D_1, prin condensatorul de 1 000 pF. Dioda, mon-



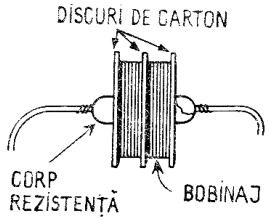


Fig. 1

tată în paralel, produce demodularea semnalului de radiofrecvență, obținîndu-se semnalul detectat, de audiofrecvență. Acesta este călăuzit printr-un rezistor de 10 kΩ din nou spre baza tranzistorului T_1, care, de această dată, amplifică simultan și în audiofrecvență. Semnalul amplificat în audiofrecvență, este cules pe

rezistorul de sarcină din colector și trimis spre două etaje de amplificare de audiofrecvență, cu două tranzistoare conectate în schemă Darlington. La ieșirea amplificatorului de audiofrecvență, se acționează un difuzor, prin transformator de ieșire. Alimentarea se poate face fie de la două baterii de lanternă înseriate, totalizînd tensiunea de 9 V, fie de la un redresor simplu, care folosește două baterii de lanternă înseriate ca „acumulator tampon", care se încarcă automat, avînd și rolul de condensator de filtraj, atunci cînd aparatul este conectat și funcționează la rețea, iar în condiții de portabilitate, bateriile alimentează aparatul. Felul de montare al diodelor împiedică descărcarea bateriilor și asigură încărcarea lor de la rețea.

Tranzistorul T_1 este un tip de radiofrecvență, cu frecvența de tăiere mai mare de 10 MHz, de pildă, EFT 317, AF 115, П 403 sau altele asemănătoare. T_2 și T_3 sînt tranzistoare de audiofrecvență, de orice tip dar este preferabil ca T_3 să fie totuși un model cu disipație mai mare de 200 mW, de exemplu, EFT 125, EFT 250, OC 30, AC 180. În cazul folosirii unui tranzistor de format mic, acesta se va înzestra cu un radiator-steguleț din fîșie de tablă de aluminiu de 1 mm grosime. Diodele folosite în montaj, de asemenea, sînt de tip obișnuit, pentru radiorecepție. Astfel, dioda D_1 este de tip punctiform, oricare din seriile SFD, D2 sau echivalente. De același tip pot fi și diodele D_2 și D_3, care au rolul de limitator de nivel, fie în cazul recepționării unui semnal prea puternic, fie a unor paraziți-impuls. Ele șuntează — prin scăderea rezistenței lor sub influența unui semnal puternic — bobina de șoc, reducîndu-i eficacitatea și prin aceasta amplificarea în radiofrecvență scade. Montajul funcționează foarte bine și prin eliminarea lor, dar nu mai beneficiază de reglarea automată a sensibilității. În locul tuturor acestor diode, se pot monta joncțiuni valide de tranzistoare de radiofrecvență care s-au defectat, verificîndu-se polaritatea cu ajutorul unui ohmmetru. D_4 și D_5 pot fi diode cu joncțiune, redresoare, de orice tip, la curent admisibil mai

mare de 50 mA. De asemenea, se pot folosi joncţiuni valide de la orice tipuri de tranzistoare defectate, cu polaritatea notată precis. Bineînţeles, folosirea unor diode F 107, D 226, D7J sau altele ar fi foarte indicată.

Bobinajele sînt uşor de efectuat. În variantă staţionară, în locul antenei de ferită se poate folosi o bobină simplă, cu miez de carbonil, ferrocart sau ferită, miezul avînd 6...10 mm diametru şi o lungime de 10...20 mm. Numărul de spire al bobinei L_1 este de circa 100, cu sîrmă email-mătase de 0,1...0,2 mm diametru. Bobinajul se face „în vrac", pentru reducerea capacităţii parazite. Bobina L_2 se bobinează deasupra şi cuprinde 5 spire din acelaşi tip de sîrmă. În variantă portabilă, se foloseşte o bară de ferită, de 100...150 mm lungime şi 8...12 mm diametru, sau o ferită plată de dimensiuni echivalente. L_1 numără 60 de spire cu conductor email-mătase de 0,1...0,2 mm sau liţă de radiofrecvenţă, iar L_2 are 3...5 spire din acelaşi tip de sîrmă. Numărul de spire al ambelor variante este valabil pentru folosirea fie a unui condensator cu aer de cca 500 pF pentru acord, fie a unui condensator dublu, cu dielectric solid, de 2 × 270 pF, cu elementele legate în paralel. În cazul folosirii unui alt tip de condensator, cu capacitate mai mică, este necesar ca numărul de spire al bobinei L_1 să fie majorat, prin tatonare. Pentru eventuala recepţionare a gamei undelor lungi, acolo unde din cauza condiţiilor de relief nu există posibilitatea recepţionării gamei de unde medii, numărul de spire al bobinelor L_1 şi L_2 se multiplică cu 4, iar sîrma de bobinaj poate fi emailată (sau email-mătase) de 0,1...0,15 mm diametru. Bobina de şoc din circuitul colectorului tranzistorului T_1, poate fi bobinată pe un miez miniatură format oală sau inel din ferită, cu un număr de spire cît mai mare, preferabil mai mare de 200, pînă la umplerea carcasei, cu sîrmă emailată ⌀ 0,07...0,1 mm. În lipsa unui asemenea miez, rezultate excelente se pot obţine prin bobinarea fără pas, între trei disculeţe de carton, fixate cu celolac de corpul unui rezistor chimic, tip 0,5 W, de 4,5 mm diametru (cu stratul rezistiv întrerupt sau avînd rezistenţă mai mare de 100 kΩ), a unui

număr de 2 × 100...2 × 400 de spire, cu sîrmă din Cu-Em ⌀ 0,07...0,1 mm. Numărul de spire nefiind critic, poate fi suficientă doar umplerea cu sîrmă de bobinaj a celor două sectoare libere. Discurile de carton vor avea diametrul interior de 4,5 mm, cel exterior de 10 mm şi grosimea de 0,2...0,3 mm. Distanţa între capace, cca 3 + 3 mm. La construirea aparatului se va păstra o distanţă cît mai mare între bobina de şoc şi bobina L_1, respectiv bara de ferită.

Potenţiometrul de volum trebuie să fie de tip logaritmic şi poate avea orice valoare între 2 kΩ şi 100 kΩ. De corpul lui este fixat întreruptorul I_1. Restul pieselor din montaj pot avea diferenţe pînă la 50% fără ca audiţia să aibă de suferit. Doar rezistoarele marcate cu steluţă trebuie potrivite precis în momentul punerii în funcţiune a montajului deşi cu valorile date, în caz că tranzistoarele sînt de calitate medie, totul trebuie să funcţioneze normal.

Transformatorul de ieşire se bobinează pe un miez din tole de ferrosiliciu, cu suprafaţă de 0,5...1 cm², cu întrefier de 0,1 mm. Primarul numără 1000 de spire bobinate cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,12...0,17 mm, secundarul 50 + 25 + 25 de spire, cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,3...0,5 mm, reprezentînd impedanţe între 2, 4, 6 şi 8 Ω. Astfel, între prizele respective se poate branşa orice tip de difuzor. Se poate folosi şi un difuzor de radioficare cu transformatorul lui, căruia i se plasează tolele cu întrefier.

Transformatorul de reţea $Tr2$ poate fi unul de sonerie, fără modificare, căruia i se foloseşte înfăşurarea de 8 V. Eventual se poate bobina un transformator miniatură pe un miez de 1,5 cm², cu tole alternate, primarul avînd 2 200 de spire + 2 200 de spire (110 V + + 110 V) bobinate cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,07...0,1 mm. Din 300 în 300 de spire se pune un strat de foiţă parafinată. După executarea înfăşurării primare, se plasează peste bobinaj trei straturi de hîrtie parafinată sau pînză uleiată şi se bobinează secundarul, care cuprinde 200 de spire, cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,25...0,35 mm. Beculeţul

de 12 V are doar rolul de indicator de funcționare la rețea.

Radioreceptorul poate fi construit și sub o variantă simplificată, ca adaptor (tuner) montat direct în interiorul unui amplificator sau picup cu amplificator. În acest caz, el poate fi alimentat direct din redresorul respectivului amplificator. Pentru aceasta, se construiește numai primul etaj de amplificare, cu piesele aferente tranzistorului T_1. Ca rezistență de sarcină de colector nu mai este necesar potențiometrul și rezistorul plasat în paralel; se montează numai un rezistor de 1 kΩ. Receptorul ar putea fi prevăzut doar pentru recepția unor posturi fixe locale, prin folosirea unui comutator rotativ sau a unei claviaturi simple care comută, în paralel cu bobina L_1, condensatoare fixe, de valoare precisă, realizate prin legarea în paralel a unor condensatoare de valori diverse, care se tatonează prin comparare cu un condensator variabil, cu ajutorul căruia se face testarea montajului. De asemenea, se poate folosi un tranzistor de tip *npn*, cu siliciu, de radiofrecvență. Este posibilă folosirea oricărui tip BF sau BC, potrivindu-se doar valoarea rezistorului de polarizare și inversînd sensul de conectare a sursei de alimentare.

Adaptor radio MA

Pentru a realiza o înaltă calitate a transmisiei programelor de radio, tehnica actuală folosește modulația de frecvență, în banda de unde ultrascurte. Majoritatea receptoarelor de radio care se produc în prezent sînt înzestrate însă cu game de unde lungi, medii și scurte, utilizîndu-se modulația de amplitudine, dar sistemul de modulație în frecvență cîștigă din ce în ce mai mult teren. Pentru amatori, asigurarea unor audiții sau înregistrări din programele stațiilor locale de radio, modulate în amplitudine, din gama de unde medii sau lungi, prezintă deosebit interes, dar cu condiția micșorării zgomotului de fond, al interferențelor, asigurarea unei calități optime a recepției, trecerea unei benzi audio

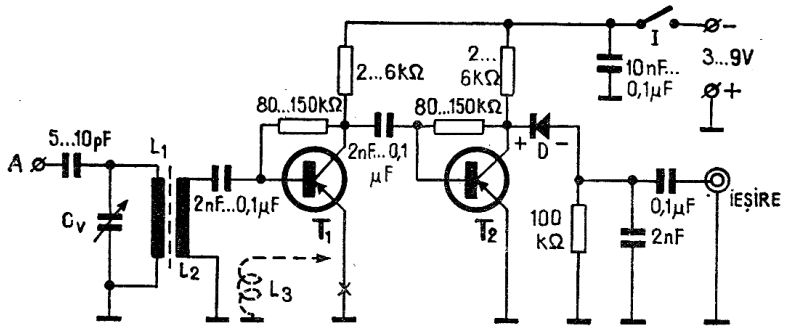


Fig. 2

cît mai întinse și, în primul rînd, o construcție simplă și ieftină.

Aceste deziderate pot fi îndeplinite, de pildă, de schema din figura 2, care prezintă un adaptor radioreceptor, pentru o gamă de unde fie lungi, fie medii, cu amplificare directă. Acesta poate fi adăugat unui amplificator de picup sau magnetofon. Semnalul cules de o antenă de ferită și selecționat de circuitul acordat C_V—L_1— în cazul unui cîmp slab de recepție se poate adăuga o antenă exterioară —, este transmis unui amplificator aperiodic de radiofrecvență, echipat cu două tranzistoare, T_1 și T_2, care pot fi de orice tip *pnp* cu germaniu, cu limită de frecvență mai mare de 5 MHz, de exemplu, EFT 317. Semnalul este demodulat de dioda D, care poate fi orice tip de diodă punctiformă cu germaniu, de pildă, EFD 106. Dioda este parcursă de un curent de polarizare care mărește randamentul detecției. Semnalul rezultat din detecție este trimis la intrarea amplificatorului sau magnetofonului respectiv, la borna de intrare pentru semnalele radio sau picup. Datele practice de realizare ale montajului sînt următoarele: bara de ferită poate fi plată sau rotundă, cu o lungime de circa 100 mm. Pentru gama de unde medii, folosindu-se pentru C_V un condensator de 2 × 270 pF cu cele două secțiuni legate în paralel, bobina L_1 va avea 60 de spire din sîrmă izolată cu email-mătase sau poliuretan ⌀ 0,1...0,15 mm, sau liță de radiofrecvență de 5 × 0,07.

Bobina L_2, bobinată lîngă capătul „cald" al bobinei L_1, va număra 4...6 spire, cu sîrmă izolată cu email-mătase ∅ 0,1...0,3 mm. Pentru gama de unde lungi, numărul de spire al ambelor bobine se va înmulți cu patru. Bobinajul înfășurării L_1, în acest din urmă caz, se va executa în grupe de cîte 30...40 de spire, bobinate fără pas, separate prin spații de circa 2 mm, executîndu-se un așa-zis bobinaj secționat. Toate bobinele se pot realiza pe același bară de ferită, atît pentru gama de unde medii, cît și pentru gama de unde lungi, adăugîndu-se un sistem simplu de comutare. Bobina L_3, figurată punctat, se intercalează între emitorul primului tranzistor și masă, și este alcătuită dintr-o singură spiră, din sîrmă de conexiune izolată, adusă în preajma bobinei L_1, cu scopul de a mări sensibilitatea aparatului, prin introducerea unui factor de reacție pozitivă. Această bobină, care trebuie bine poziționată și fazată ca sens, este necesară numai atunci cînd se folosesc tranzistoare cu factor de amplificare mult prea mic, adică mai mic decît 20. Întrucît introducerea unui factor de reacție pozitivă îngustează banda de trecere audio și micșorează calitatea sunetului detectat, folosirea acestei bobine este indicată numai în cazuri extreme, acolo unde sînt condiții foarte slabe de recepție sau, după cum s-a menționat, se folosesc tranzistoare cu factor mic de amplificare.

Montajul, care nu prezintă dificultăți, se poate realiza pe o plăcuță perforată sau de cablaj imprimat (fig. 3). La dorință, în locul condensatorului variabil se poate monta o mică claviatură prin care să se poată comuta, în paralel cu bobina L_1, condensatoare fixe de valoare precisă — obținute din plasarea în paralel a mai multor condensatoare — pentru ca adaptorul să poată fi trecut de la recepția unui post, pe altul, prin simpla apăsare a unei clape. Bineînțeles, proba adaptorului se va face cu un condensator variabil. Nu s-a prevăzut un reglaj al volumului, întrucît picupul, magnetofonul sau amplificatorul la care se adaptează au regulatorul lor de volum. Pentru protecție, adaptorul poate fi montat chiar

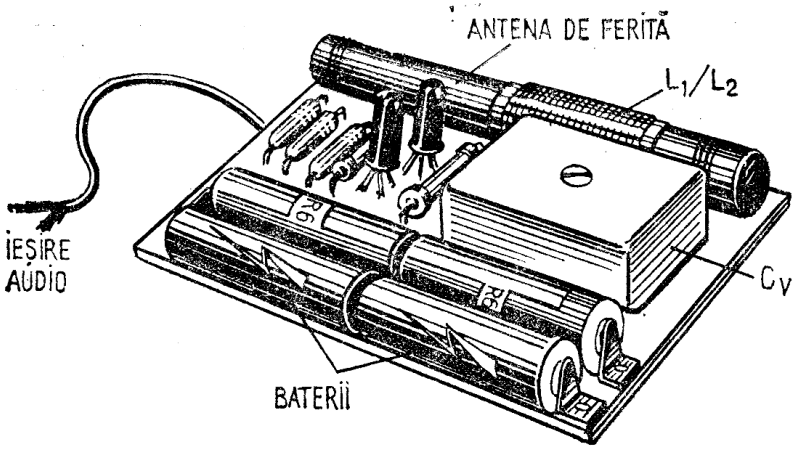


Fig. 3

în corpul aparatului căruia îi livrează audiofrecvență, dacă există un spațiu liber. Trebuie avut în vedere că adaptorul nu se poate monta în cutii metalice, care îi ecranează ferita. De asemenea, nu se montează lîngă transformatoare, motoare, difuzoare sau piese care se încălzesc în cursul funcționării. Dacă se preferă construirea adaptorului ca unitate separată, atunci este necesar să se monteze placa de montaj într-o cutiuță din material plastic sau din placaj lăcuit, împreună cu sursa de alimentare. Dacă se reglează cu atenție rezistoarele de polarizare, reducîndu-le valoarea, montajul poate fi eventual alimentat dintr-un singur element de 1,5 V, dar randamentul este mult mai scăzut decît la alimentarea cu tensiuni mai mari. Dacă se alimentează de la o baterie de 4,5 V, aceasta poate dura, în regim întrerupt, pînă la epuizarea ei prin uscare, adică aproape un an de zile. Alimentarea poate fi asigurată și din montajul căruia i se livrează audiofrecvența, consumul adaptorului fiind doar de cîțiva miliamperi.

La folosirea adaptorului se va constata că este necesar să se rotească poziția antenei de ferită pentru a obține un maxim de audiție. Aceasta corespunde, de asemenea, unui transfer optim de semnal, fără inter-

ferențe sau paraziți. În cazul recepției într-un imobil din beton armat, este necesar să se folosească o antenă exterioară; uneori, o bucată de sîrmă de 1...2 m este suficientă.

La construcția acestui adaptor se pot utiliza și tranzistoare cu siliciu de tip *npn*, cu cîteva schimbări aduse în montaj. În acest caz, se recomandă tranzistoare din seria BF cu factor mediu de amplificare (sub 100) sau din alte serii similare și se tatonează valoarea rezistoarelor de polarizare. De asemenea, sursa de alimentare se inversează ca polaritate. Aceeași operație se face și cu dioda de detecție. În rest, montajul rămîne neschimbat.

Receptor MF

Receptorul a cărui schemă completă este prezentată în figurile 4 și 5 este o superheterodină, fără partea de amplificare de audiofrecvență, cu opt tranzistoare. Deși numărul de tranzistoare pare exagerat de mare pentru un asemenea aparat, el se datorește faptului că principiul de construcție este foarte simplu și anume, frecvența intermediară are o valoare destul de redusă, cca 100 KHz, fapt care permite să se simplifice considerabil amplificatorul de frecvență intermediară și demodulatorul, care are doar patru bobine și trei tranzistoare de radiofrecvență.

Schimbătorul de frecvență (fig. 4) cuprinde trei tranzistoare de radiofrecvență, cu limită de frecvență mai mare de 100 MHz, de exemplu, II 403, II 416, OC 170, 2 SA 239 etc. Nu este obligatoriu ca toate tranzistoarele să fie de același tip; pot fi de tipuri diferite, iar factorul de amplificare nu are un rol prea mare, deși este bine să fie mai mare de 30. Primul tranzistor funcționează ca amplificator de radiofrecvență, acordat pe bază și colector. Pentru ca circuitul de intrare să nu se amortizeze prea mult, cuplajul se face cu ajutorul unui condensator de 10 pF. Acordul circuitului de intrare se face fix, în mijlocul benzii de unde ultrascurte, pe

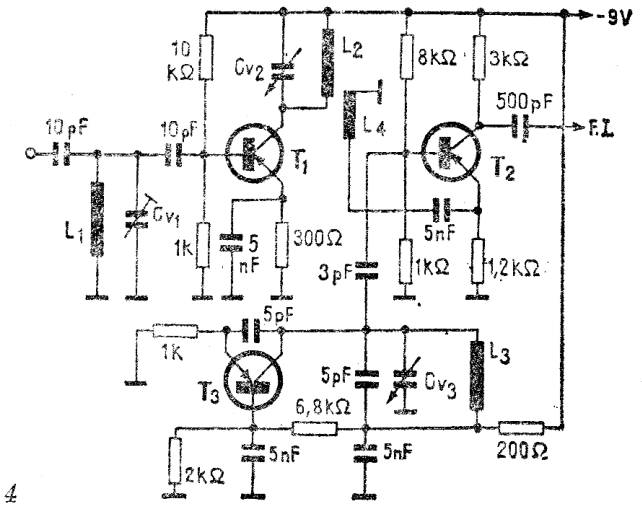


Fig. 4

circa 70 MHz, cu ajutorul trimerului care șuntează bobina L_1. Semnalul amplificat de T_1 este cules de pe bobina L_2, inductiv, de bobina L_4 și se aplică în circuitul emitorului tranzistorului T_2, care amestecă acest semnal cu oscilațiile produse de oscilatorul local, realizat cu tranzistorul T_3. La ieșirea lui T_2 se obține un semnal de frecvență intermediară care urmează să fie amplificat de amplificatorul aperiodic din figura 5. Aplicarea semnalului oscilatorului local se face pe baza tranzistorului T_2, printr-un condensator de valoare mică (3 pF).

Blocul schimbător de frecvență se poate realiza pe o plăcuță de pertinax placat, pe care, mai întîi, se montează un condensator variabil dublu, de capacitate maximă 20...25 pF, cu orice fel de izolație. De dimensiunea condensatorului variabil depinde tot formatul acestui bloc de intrare. Cele două secțiuni ale condensatorului acordează bobinele L_2 și L_3. Aranjarea montajului se poate face oricum, cu condiția ca axele bobinelor L_1, L_2 și L_3 să nu fie paralele (pentru a evita cuplajul), iar distanța minimă între ele să fie de cel puțin 20 mm. Bobinele sînt alcătuite din cîte 5 spire, bobinate fără carcasă, cu diametrul de 6 mm, folosindu-se sîrmă de

cupru emailat ⌀ 0,5...0,7 mm. Bobina L_4 are 2 spire din același tip de sîrmă, cu același diametru, plasată la distanța de 2 mm de bobina L_2 față de capătul „cald". În cursul operațiilor de reglare, spirele bobinelor se pot strînge sau răsfira „pentru intrare în bandă". Dacă piesele folosite sînt bune, aparatul trebuie să funcționeze imediat; vor trebui făcute doar unele retușuri asupra acordului. Partea a doua a montajului (fig. 5) este un amplificator de frecvență intermediară aperiodic, cu trei tranzistoare de audiofrecvență sau radiofrecvență de tip *pnp* cu germaniu, de mică putere, de exemplu, EFT 306 sau П 14, cu factorul de amplificare $\beta > 30$. Amplificarea totală a acestui amplificator aperiodic depășește 80 dB la frecvența de circa 100 kHz, fapt care limitează frecvențele parazitare modulate în amplitudine.

Demodularea semnalului (modulat în frecvență) se face cu ajutorul unui detector cu dublare de tensiune, cu două diode, D_1 și D_2, punctiforme de orice tip, de pildă Д 9 A sau SFD 106. Un astfel de detector, foarte simplu, este ideal pentru demodularea semnalului modulat în frecvență, operație pe care o îndeplinește cu un coeficient minim de distorsiuni, fără a cere nici un fel de reglaj.

În felul cum este conectat, detectorul cu dublare de tensiune, prin curentul detectat, de polaritate negativă, deschide tranzistorul T_7 numai în prezența semnalului detectat; atunci cînd se selecționează postul, tranzistorul T_7 fiind blocat, nu se aude nici un zgomot. Un asemenea dispozitiv (denumit „squelch") este util doar dacă tranzistorul T_7 are curentul inițial de colector foarte redus, fără tensiune de polarizare fiind blocat. Deci tranzistorul T_7, care poate fi de același tip cu cele de mai sus, trebuie selecționat. La ieșirea lui, tensiunea de audiofrecvență amplificată este separată de eventualele interferențe cu ajutorul unui filtru care suprimă frecvențele foarte înalte și este urmat de un etaj final de amplificare, cu sarcină pe emitor, în care se folosește un același tip de tranzistor, care permite cuplarea receptorului la orice amplificator, chiar prin intermediul

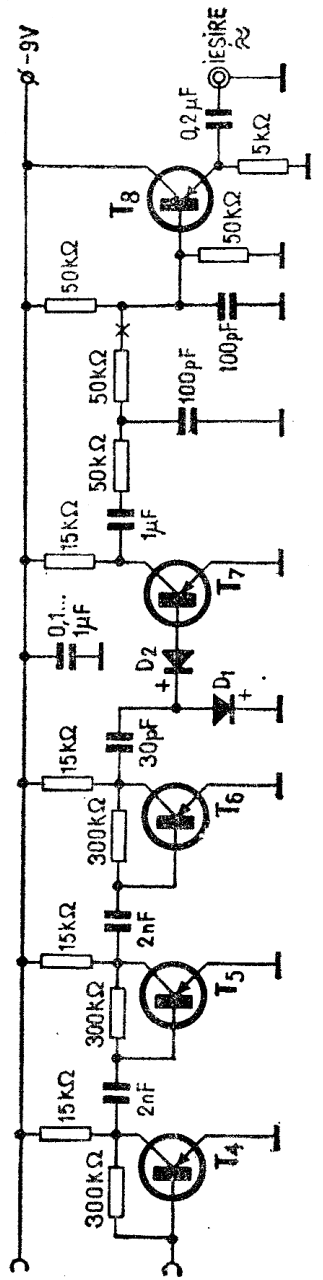


Fig. 5

unui cablu ecranat foarte lung. În caz că receptorul se montează chiar în caseta unui amplificator, ultimul etaj, cu ieșire pe emitor, poate fi exclus de la punctul notat cu „x“ pe schemă, pentru că nu oferă nici un fel de amplificare, ci numai posibilitatea cuplării cu un cablu lung, fără atenuare a frecvențelor înalte din cauza capacității cablului ecranat.

În rezumat, receptorul este alcătuit dintr-un bloc de intrare, în care funcționează un etaj de amplificare de radiofrecvență acordat, un oscilator local și un etaj amestecător. Un semnal de frecvență intermediară de cca 100 kHz, rezultînd din mixajul a două semnale, este preluat de un amplificator de frecvență intermediară aperiodic cu factor foarte mare de amplificare și se demodulează. Urmează un etaj de amplificare de audiofrecvență și un repetor pe emitor, util doar în cazul folosirii unui cablu lung.

Dacă aparatul este realizat îngrijit, cu piese de bună calitate, el poate fi folosit cu o antenă telescopică sau cu o simplă bucată de sîrmă de cca 1...2 m, furnizînd o audiție de înaltă calitate a posturilor locale din gama de unde ultrascurte. Sensibilitatea lui este în jurul a 30...50 μV, iar la ieșire oferă un semnal audio între 100...200 mV și o bandă de frecvențe audio între 10 Hz și 20 kHz, redată liniar. Chiar folosind tranzistoare de calitate medie, nu se pune problema zgomotului de fond propriu, care este insesizabil. Aparatul permite obținerea de audiții și înregistrări de înaltă calitate deși este relativ simplu de realizat.

Pentru reglare, în primul rînd se verifică cu atenție, apoi se alimentează, branșîndu-se un amplificator la ieșire și o antenă la intrare. Se caută să se recepționeze un post, distanța între spirele bobinelor L_1, L_2 și L_3 fiind de circa 1 mm. Se compară poziția scalei condensatorului variabil cu scala unui aparat de radio de producție industrială și se retușează poziția stațiilor „în bandă“, prin strîngerea sau răsfirarea spirelor bobinei L_3 a oscilatorului local. Se răsfiră sau se strîng și spirele bobinelor L_1 și L_2, pentru obținerea unui maxim de sensibilitate. Pentru mărirea preciziei reglajului, se procedează la strîngerea în „ghemotoc“ a sîrmei care servește ca antenă, sau se înlocuiește cu o bucată de sîrmă mai scurtă. Se reglează și condensatorul ajustabil C_{01}, pe un post plasat în mijlocul gamei, spre 70 MHz. Cu aceasta, reglajul este terminat. Se mai poate încerca eventual să se mărească valoarea condensatorului dintre amplificatorul aperiodic și celula de detecție, la o valoare spre 100 pF sau mai mult, fapt care este realizabil în caz că tranzistoarele din amplificator au factor mic de amplificare. În caz contrar, montajul autooscilează și trebuie să se revină la valoarea indicată de 30 pF. Pentru o ultimă asigurare împotriva dereglajului bobinelor, se vor introduce în interiorul lor bucățele de burete de plastic, care se vor parafina cu ciocanul de lipit.

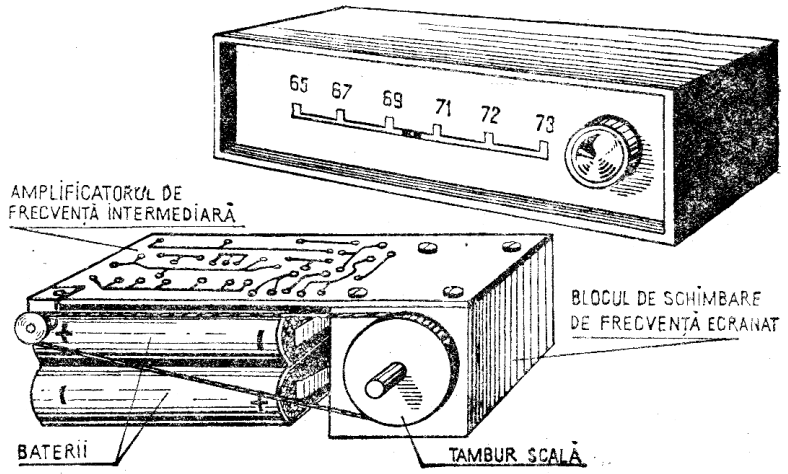


Fig 6.

Constructiv, montajul poate fi făcut din două blocuri, asamblate la un loc (fig. 6). Blocul de intrare — de amestec — se execută pe o bucată de pertinax placat sau perforat, care se închide într-o cutiuță de tablă de alamă, aluminiu sau, la nevoie, chiar din tablă subțire de fier. Acest bloc ecranat se fixează pe placa de montaj a restului aparatului. În aceeași casetă se poate monta și celula de alimentare, alcătuită din două baterii

plate de lanternă de 4,5 V, care, dat fiind consumul redus al aparatului, sub 10 mA, la o funcționare cu întreruperi rezistă cîteva luni de zile.

Amatorii pot încerca înlocuirea condensatorului variabil dublu, cu două bobine cu miez variabil, pe carcase din carton rulat sau plexiglas, ca în figura 7. Acordul se face prin introducerea miezurilor de ferită în interiorul bobinelor, care păstrează aceleași date, dar au spirele distanțate la 1,5 mm. Rezultatele sînt similare. Pentru reglaj, se modifică poziția relativă a bobinei L_3 sau L_4 față de miezuri, prin lunecare pe carcasă.

În caz că montajul nu funcționează de la prima probă, se pot face următoarele încercări pentru depistarea unui eventual defect: se atinge capătul de test al unui aparat de măsură cu diode, pe scala de măsurare pînă în 10 V curent alternativ, de capătul „cald" al bobinei L_3; celălalt capăt de test poate rămîne „în aer". O deviere a acului indică funcționarea oscilatorului. Dacă

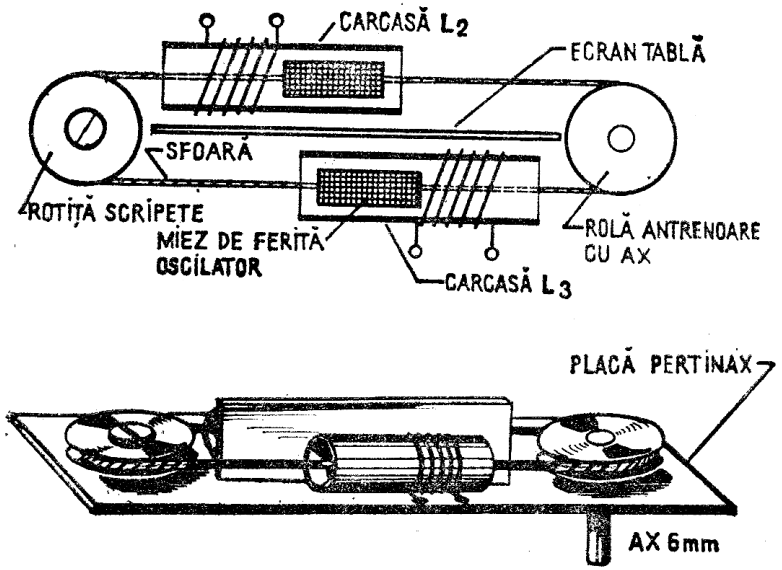


Fig. 7

nu se obține această indicație, trebuie verificate piesele componente sau se înlocuiește tranzistorul T_3 care nu convine scopului propus, sau este defect.

Aplicînd un circuit acordat pe gama de unde medii, printr-un condensator de 50...100 pF, la intrarea amplificatorului aperiodic și folosind o bucată de sîrmă ca antenă, trebuie să se obțină audiția posturilor locale de radio. Lipsa audiției indică o întrerupere în lanțul de amplificare, datorat unor piese defecte. Pentru depistare, se deplasează circuitul acordat de la grupul de diode D_1, D_2 — care detectează și semnalele modulate în amplitudine — spre intrarea montajului, pe rînd, la bazele tranzistoarelor T_6, T_5 și T_4. Bineînțeles, în acest caz se folosește o antenă de bună calitate, audiția trebuind să crească pe măsură ce se produce apropierea de intrarea amplificatorului. Primele două tranzistoare, din blocul de intrare, trebuie să fie de bună calitate. În lipsa unui generator de semnal calibrat, se fac probe de înlocuire pînă cînd aparatul începe să funcționeze normal.

Blocurile funcționale ale unui amplificator audio

Un amplificator audio este alcătuit, în linii mari, din următoarele blocuri funcționale: preamplificatorul, amplificatorul final și celula de alimentare (vezi fig. 8).

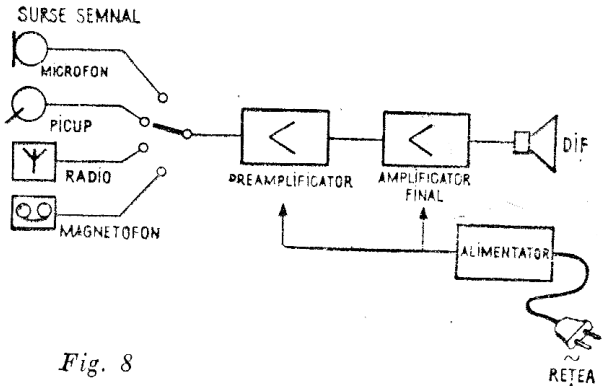


Fig. 8

Preamplificatorul are misiunea de a mări amplitudinea semnalelor audio slabe, oferite de diverse surse audio, cum ar fi microfonul, doza de picup, celula de detecție a unui radioreceptor sau capul de redare al unui magnetofon. Semnalele sînt amplificate la un nivel suficient pentru a excita cu maximum de eficacitate amplificatorul final. De multe ori, în construcția preamplificatorului se includ diverse filtre de corecție fixă a curbei de răspuns, corectoare de ton cu reglaj variabil, sisteme de comutare a surselor cu egalizarea nivelului sau circuite de amestec (denumite și mixer), cu ajutorul cărora pot fi amestecate diverse surse de semnal.

Amplificatorul final primește semnalul amplificat trecut — și eventual corectat — prin preamplificator și eliberează din sursa de alimentare o parte de putere în difuzoare, care transformă această putere electrică în semnal sonor. Rolul amplificatorului final este deci de a elibera o putere modulată, cu o fidelitate cît mai mare, adică cu un coeficient de distorsiuni cît mai mic. De obicei, în amplificatorul final nu se introduce nici un filtru de corecție a curbei de răspuns, cu alte cuvinte amplificatorul final amplifică liniar semnalul primit de la preamplificator.

În sfîrșit, celula de alimentare asigură etajul final cu puterea necesară, din care o parte, în funcție de randamentul etajului final, ajunge sub formă de semnal, la difuzoare. De la aceeași celulă se alimentează și preamplificatorul. Celula de alimentare, de obicei, este alcătuită dintr-un transformator, o punte de redresare și o celulă de filtraj. Unele construcții mai pretențioase folosesc și un stabilizator de tensiune. În toate cazurile, celula de alimentare se dimensionează în funcție de puterea cerută de etajul final, preamplificatorul neavînd o pondere prea mare, consumul lui fiind infim față de consumul etajului final de putere. Uneori, preamplificatorul este construit la un loc cu amplificatorul final, caz des întîlnit mai ales la construcțiile foarte simple, de exemplu, la radioreceptoare. În unele con-

strucții, preamplificatorul este asamblat într-o unitate separată, bine ecranată, pentru a se reduce influențele parazitare produse de amplificatorul de putere și de celula de alimentare, montate în aceeași casetă. Construcțiile profesionale folosesc, de obicei, preamplificatoare-corectoare, cu sau fără mixer, cu sistem propriu de alimentare, în casetă separată de amplificatorul de putere și de celula lui de alimentare. Prin aceasta, parametrii întregului amplificator sînt foarte ridicați, fără măsuri suplimentare de ecranare.

Preamplificatorul poate avea deci o amplificare liniară — în caz că se amplifică semnalul dat de un microfon sau de o celulă de detecție radio—, sau corectată — în caz că se redă o bandă magnetică, semnalul fiind culeș direct de la capul de magnetofon sau de la o doză de picup. În aceste două ultime cazuri, este obligatorie o corectare a curbei de răspuns. În plus, se poate prevedea un sistem de corectare a curbei de răspuns în general, cu ridicarea sau atenuarea frecvențelor joase sau înalte, cu scopul de a îmbunătăți audiția oferită de agregatul de redare într-o încăpere care fie rezonează pe anumite frecvențe, fie le absoarbe. Nu este vorba, bineînțeles, de a lăsa la maximum redarea frecvențelor joase și înalte (tonul „butoi și țîrîială"), ci de apropierea calității redării în cameră, de calitatea sursei originale de sunet. De asemenea, în preamplificator pot fi prevăzute filtre cu comutare la dorință, cu prelucrare fixă a formei curbei de răspuns, așa-zisele filtre de „prezență", care pun în evidență anumite caracteristici: „voce", „vorbă", „bas", „orchestră", „jaz" etc. Nu mai puțin importante, pentru iubitorii de muzică fără „zgomote parazite", sînt așa-zisele filtre de zgomot care suprimă frecvențele foarte joase, de zgomot de motor al picupului, precum și filtre de tăiere a frecvențelor foarte înalte, de fîșîit și uzură a discurilor. De asemenea, există circuite complexe de filtre care îmbunătățesc dinamica, cum sînt filtrele Dolby sau DNL.

În cazul montajelor stereofonice, se prevăd două preamplificatoare cu montaj identic, în care, de obicei,

potențiometrele de volum și corecție de ton sînt cuplate pe același ax, pe ambele canale. Pentru echilibrarea celor două căi de amplificare, se montează un potențiometru de comandă a „balansului", sau cele două potențiometre de volum pot fi acționate separat. De asemenea, la unele preamplificatoare stereofonice se prevede un întreruptor care poate lega între ele două canale, pentru redarea monofonică. Folosirea unor potențiometre rotative sau avînd cursor liniar este dictată doar de estetica aparatului.

Oricare ar fi sistemul, „mono" sau „stereo", preamplificatorul trebuie să aibă la intrarea pentru microfon o sensibilitate între 0,2...2 mV. Cam aceeași sensibilitate este cerută și pentru un cap de redare de magnetofon. O doză de picup magnetică livrează o tensiune de 1...5 mV, deci sensibilitatea la intrarea preamplificatorului trebuie să fie corespunzătoare. Semnalul oferit de o celulă de detecție de la un aparat de radio, borna de ieșire a unui magnetofon sau o doză cu cristal (ca valori uzuale) se situează între 100...500 mV. Circuitele de intrare, comutabile sau amestecabile continuu ale preamplificatorului, trebuie să fie prevăzute ca un sistem potențiometric de egalizare a nivelului acestor surse, ca trecerea de la o sursă la cealaltă să se facă fără salturi mari care să ceară intervenirea la potențiometrul de volum. Deci, intrările trebuie să dispună, eventual, și de reglaje ajustabile, pentru a evita fie lipsa de amplificare, fie un exces de semnal audio, care duce la distorsionarea audiției prin saturarea etajelor de intrare ale preamplificatorului.

Amplificatorul final, în caz că este mono, este unul singur. Pentru stereo, amplificatorul final are două secțiuni identice. Puterea lui este dictată de mărimea spațiului care trebuie sonorizat, precum și de felul difuzoarelor pe care trebuie să le pună în acțiune. Pentru ascultare, într-o încăpere obișnuită de locuit, cu un auditoriu liniștit, este necesară o putere maximă de circa 2...5 W. Dar situația se schimbă în cazul unei încăperi mai mari: de pildă, pentru o suprafață de circa

150 m², unde se dansează, trebuie să se folosească, pentru o sonorizare stereo, două etaje finale de cîte 25 W fiecare, cu condiția ca difuzoarele să dispună de incinte acustice cu randament mare, tip bas-reflex sau cu membrană pasivă. Difuzoarele trebuie să fie de dimensiuni mari, cu magnet foarte puternic, iar adaptarea impedanței difuzoarelor față de impedanța de ieșire a amplificatorului trebuie să fie optimă. Dacă, în același spațiu, se folosesc alte tipuri de incinte acustice, cu randament redus, cu difuzoare de diametru mic, cu magnet slab (tip ferită), atunci trebuie să se dubleze sau chiar tripleze puterea amplificatorului pentru a obține aceeași presiune acustică. În cele prezentate mai sus, s-a recurs la sistemul de notare a puterii în wați. Această putere, bineînțeles audio, livrată difuzorului, este produsul dintre tensiunea audio, înmulțită cu intensitatea curentului, adică volți · amperi sau wați. În literatura tehnică această putere primește denumiri diferite de la caz la caz. Astfel, există denumirea de *putere medie*, sau *nominală*, care corespunde unei redări cu distorsiuni minime, adică cu distorsiuni sub 1%, cu alte cuvinte semnalul audio la ieșire este total sinusoidal. O altă denumire este *puterea muzicală*, care corespunde unui factor de distorsiuni acceptabil și care reprezintă puterea nominală înmulțită cu factorul 1,5. Se mai întîlnește denumirea de *putere de vîrf*, care reprezintă *puterea în wați*, la un coeficient de distorsiuni de 10%, care se apreciază ca fiind dublul puterii nominale. Cu alte cuvinte, un amplificator de 10 W putere nominală poate da o putere muzicală de 15 W și o putere de vîrf de 20 W. La proiectarea și realizarea amplificatoarelor, preamplificatorul este astfel alcătuit încît să nu livreze o tensiune de atac prea mare etajului final, care ar duce la defectare prin supramodulare. În cazul citat mai sus, puterea amplificatorului este indicată în wați sinus, adică de semnal sinusoidal (putere nominală).

Preamplificatoare simple

Uneori este necesar să se construiască etaje de preamplificare pentru cuplarea unor surse de audiofrecvență care livrează nivel foarte mic, la intrarea unor amplificatoare care nu sînt prevăzute a funcționa cu surse audio de nivel mic. Cel mai comun caz este acela al cuplării unui microfon la bornele de intrare ale unui amplificator de putere.

În figura 9 este prezentată schema unui montaj cu un factor de amplificare egal cu 20, pentru microfon dinamic de impedanță 10...200 Ω. Microfonul este legat în circuitul emitorului tranzistorului T_1 care trebuie să fie un tranzistor *pnp* de mică putere, de orice tip, dar selecționat pentru a avea un zgomot propriu cît mai redus. Felul de cuplaj cu bază comună — pusă la masă din punct de vedere al potențialului de audiofrecvență — are un zgomot de fond destul de redus. Astfel se obține o audiție cu dinamică destul de mare, eliminîndu-se sistemul de cuplare al microfonului printr-un eventual transformator de adaptare. În figura 10 este prezentată o altă schemă de preamplificator de microfon, cu un cîștig de circa 25 dB, care folosește un tranzistor de mare putere ca element activ. Tranzistoarele de mare putere, atunci cînd sînt alimentate la

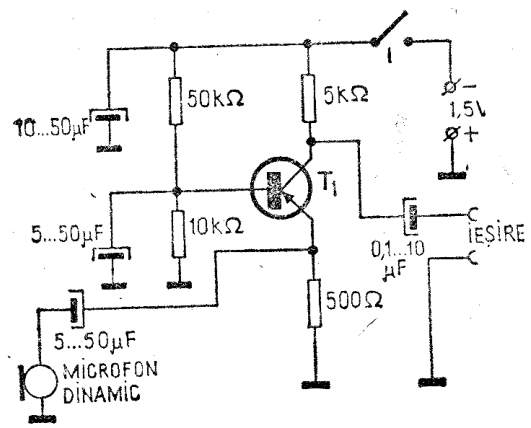


Fig. 9

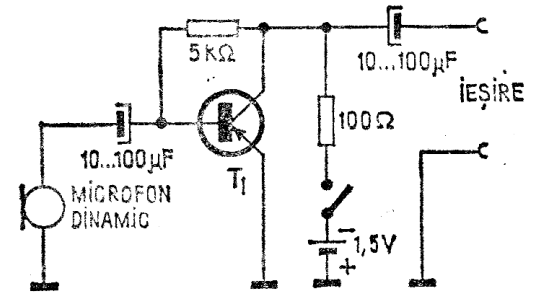


Fig. 10

tensiune redusă, au un zgomot de fond extrem de mic, fapt care este folosit în schema prezentată. Se poate folosi, de pildă, un tranzistor ASZ 15 sau un OC 26, sau orice tranzistor echivalent. Impedanța de ieșire este de cca 50 Ω, fapt care permite folosirea la ieșire a unui cablu destul de lung, chiar de ordinul unui kilometru; în acest caz, capacitatea cablului nu produce o atenuare apreciabilă a frecvențelor înalte. Consumul preamplificatorului precedent era sub 1 mA; în cazul montajului cu tranzistor de putere, consumul depășește 5 mA și este necesară cel puțin o baterie miniatură R6, dacă nu o sursă de alimentare mai robustă, atunci cînd se cere o funcționare mai îndelungată.

Un preamplificator interesant este cel din figura 11 care prezintă avantajul că poate folosi drept cablu de legătură un conductor neecranat, în caz că rezistența de intrare a amplificatorului de putere este foarte mică sau dacă există un transformator de intrare. Astfel, se poate folosi un cablu bifilar neecranat, cu lungime de 100...200 m. Tranzistoarele sînt de tip obiș-

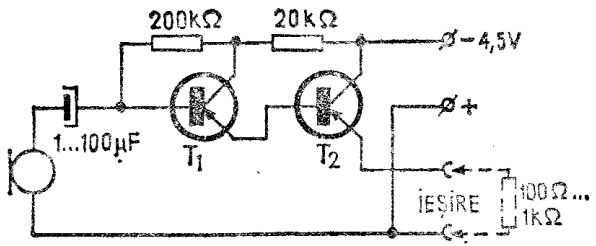


Fig. 11

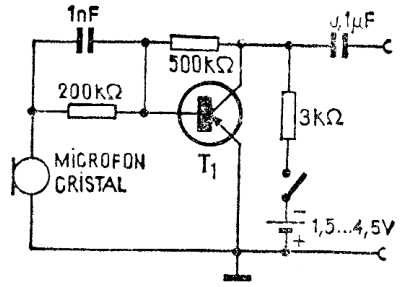


Fig. 12

nuit, dar trebuie să fie selecționate pentru un zgomot propriu cît mai redus.

Preamplificatorul din figura 12 poate fi folosit în cazul unui microfon cu cristal. Tranzistorul trebuie, de asemenea, selecționat pentru un zgomot cît mai redus. Factorul de amplificare al preamplificatorului este de cca 20.

Pentru obținerea unor amplificări mai mari, este necesar să se construiască scheme mai complexe. Astfel, în figura 13 se prezintă o asemenea schemă. Amplificarea este de numai zece ori, fiind limitată de puternica reacție negativă din primul etaj, obținută prin rezistorul de valoare relativ mare, nesuntat de condensator, din circuitul emitorului tranzistorului T_1. Tranzis-

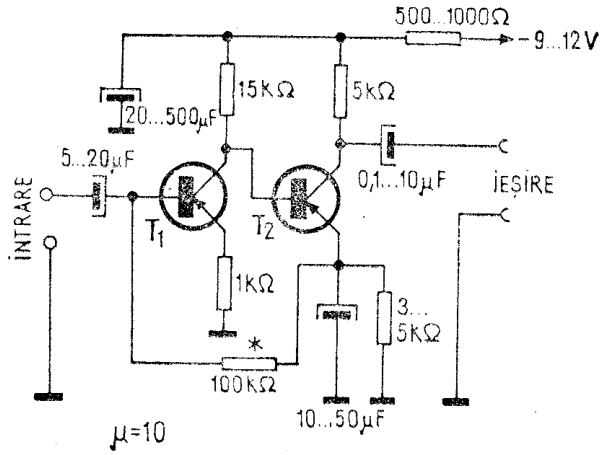


Fig. 13

toarele pot fi din orice serie, selecționate pentru un zgomot propriu cît mai redus. Datorită sistemului de cuplaj galvanic între etaje și polarizării automate, montajul este foarte stabil la temperatură și la eventualele schimbări de valori ale pieselor. O variantă simplificată a acestei scheme poate fi văzută în figura 14 unde factorul de amplificare obținut este de cca 100.

Tot pe baza selecționării tranzistoarelor se poate construi un preamplificator cu factorul de amplificare 250, cum este cel din figura 15. Tensiunea maximă de audiofrecvență la ieșirea lui poate atinge valoarea de 8 V audio, ceea ce ilustrează factorul de utilizare a

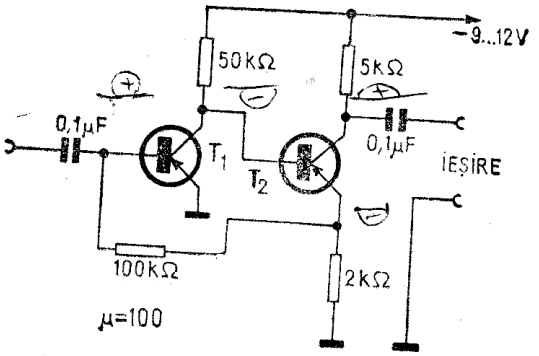


Fig. 14.

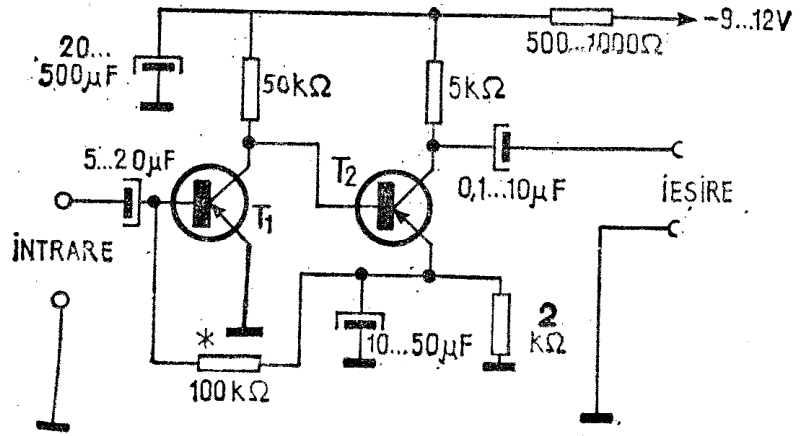


Fig. 15

tensiunii de alimentare, mult mai bun decît la montajele cu tuburi electronice.

Un montaj cu amplificare foarte mare, cca 5 000, este realizat cu ajutorul a două tranzistoare complementare *pnp* și *npn*, fig. 16, care se folosesc reciproc de rezistoarele de colector, ca rezistențe de sarcină (ca sistem de sarcină dinamică). Un semnal de numai 1 mV la intrare poate da un semnal de 5 V la ieșire, cu o foarte bună liniaritate, cu un zgomot de fond foarte redus și cu un foarte mic factor de distorsiune. Tranzistoarele sînt de tipul cu siliciu din seria BC, selecționate, cu același factor de amplificare, preferabil cu o diferență mai mică de 10%. Prin reglarea potențiometrului ajustabil de 500 k Ω se obține simetrizarea montajului, fapt care poate fi constatat prin citirea unei jumătăți de tensiune de alimentare, între punctul de conectare dintre cele două colectoare și masă. Citirea se va face cu ajutorul unui instrument de măsură cu rezistență de cel puțin 10 000 Ω/V. Rezistența de sarcină la ieșire trebuie să fie cel puțin 5 000 Ω, pentru o redare neatenuată a frecvențelor joase.

Menționăm că toate schemele de preamplificatoare prezentate mai sus pot fi realizate cu tranzistoare de tip *npn* cu germaniu sau siliciu, prin inversarea polarității sursei de alimentare, a condensatoarelor electrolitice și reajustarea valorii rezistoarelor de polarizare.

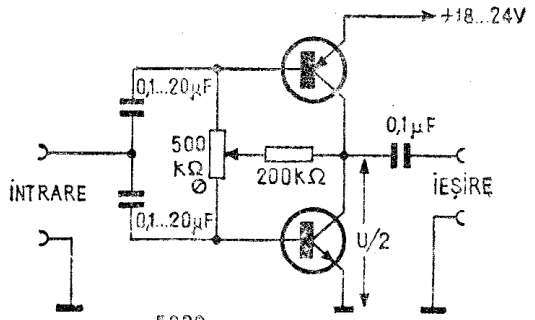


Fig. 16

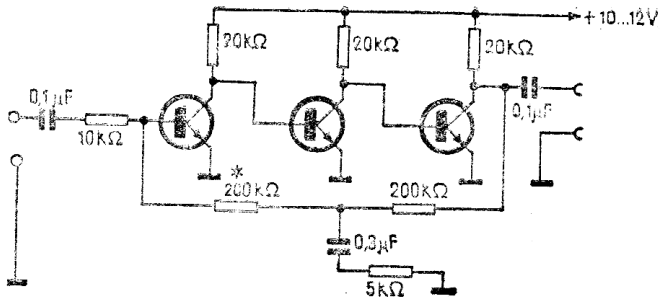


Fig. 17

Un preamplificator realizat numai cu tranzistoare *npn*, avînd factorul de amplificare de 1 000, este prezentat în figura 17. Amplificarea este dictată de grupul rezistoarelor de polarizare care leagă colectorul celui de-al treilea tranzistor cu baza primului. Atît zgomotul de fond cît și stabilitatea sînt optime față de simplitatea montajului. Se pot folosi tranzistoare din grupa universală BC, dar se pot obține rezultate bune cu orice fel de tranzistoare cu siliciu și satisfăcătoare cu tranzistoare cu germaniu, de exemplu, EFT 373. Eventual se pot folosi tranzistoare de tip diferit, cu factori diferiți de amplificare, rezultatul fiind același.

În lucrare sînt prezentate și alte scheme de preamplificatoare, cuprinse în diverse montaje. De multe ori se pot obține rezultate absolut echivalente de la montaje care arată foarte diferit. Este normal să existe o diversitate mare de scheme, acestea fiind rodul muncii entuziaste a cercetătorilor.

Preamplificator cu foarte mare impedanță de intrare

Destinat folosirii unui microfon tip condensator, sau pentru o doză ceramică sau cu cristal, preamplificatorul prezintă o impedanță mai mare de 2 MΩ, cu un zgomot foarte redus, avînd o amplificare în tensiune de circa 100 de ori. Banda de trecere a amplificatorului

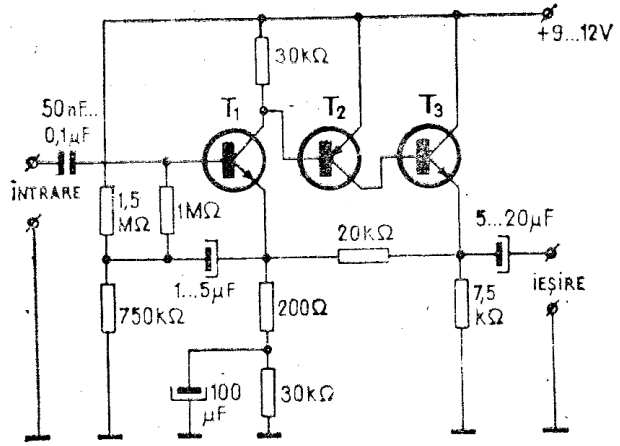


Fig. 18

începe de la cîțiva hertzi și trece dincolo de 200 kHz, pentru o neliniaritate în bandă mai mică de 1 dB. Impedanța de ieșire este în jurul a 150 Ω, fapt care-l face preferat pentru folosirea unui cablu ecranat de legătură destul de lung, de cîteva sute de metri. Impedanța fiind mică, capacitatea cablului care o șuntează nu reduce prea mult frecvențele înalte.

Montajul, care prezintă performanțe profesionale, dar care poate fi experimentat cu succes și de către amatori, cu piese ușor de procurat, este prezentat în figura 18.

Sistemul de alimentare folosit în polarizarea bazei tranzistorului T_1, combinat cu legătura prin condensator dintre divizorul de tensiune de alimentare a bazei și emitorul aceluiași tranzistor, prin așa-numita conexiune „bootstrap", este caracteristica prin care se asigură impedanța mare de intrare. Pentru a oferi o bandă de trecere cît mai largă, pornind de la o frecvență cît mai joasă, preamplificatorul are tranzistoarele cuplate direct, fără condensator. Condensatorul de la intrare are o valoare suficient de mare pentru a asigura trecerea unei frecvențe foarte joase, pe impedanța mare de intrare a preamplificatorului.

Primul tranzistor este de tip *npn*, al doilea de tip *pnp*, iar al treilea tot de tipul *npn*. Bineînțeles, toate tranzistoarele vor fi cu siliciu, de mică putere. Forma nu contează: pot fi cu capsulă metalică sau de plastic. De asemenea, factorul de amplificare static β nu contează prea mult. Astfel, se pot folosi tranzistoare cu factor de amplificare între 50 și 1 000. Reacția negativă, realizată între emitorul celui de-al treilea tranzistor și emitorul primului, egalizează rezultatele.

Preamplificator, compresor dinamic

Deși un compresor dinamic aplatizează dinamica naturală a unui program sonor, el se poate dovedi deosebit de util mai ales atunci cînd se face sonorizarea unei săli de conferință. De pildă, prin folosirea compresorului dinamic, auditoriul nu este supus unor variații bruște de intensitate sonoră, datorate apropierii sau depărtării oratorului de microfonul la care se vorbește. În limite foarte largi, audiția devine mai plăcută, mesajul vorbit ajungînd la auditori, fără să-i obosească prin salturile dinamice care, în cazul unor prelegeri, nu prea își au rostul. Folosirea compresorului se dovedește, de asemenea, utilă și în alte situații. Astfel, adăugarea acestui montaj la un magnetofon obișnuit, permite transformarea lui în magnetofon cu reglare automată a nivelului înregistrării (vezi fig. 19).

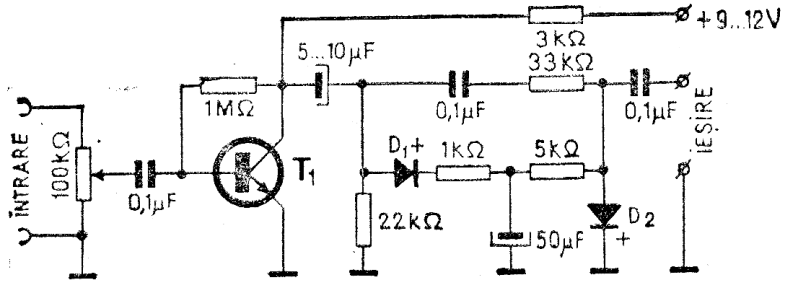


Fig. 19

Montajul este deosebit de simplu și ușor de realizat. Semnalul audio, dat de un microfon sau altă sursă electroacustică, cu un nivel nu mai mare de 100 mV, este amplificat de tranzistorul T_1, cu siliciu, tip *npn*, care poate fi orice tranzistor de mică putere, fie din seria BC, fie din seria BF, cu un factor de amplificare β nu mai mic de 50. Semnalul amplificat este trecut unui montaj cu două diode, din care, dioda D_1 redresează tensiunea de audiofrecvență oferind, printr-un filtru de netezire, o tensiune continuă, variabilă, de comandă pentru dioda D_2, care își modifică rezistența internă. Această modificare de rezistență duce la schimbarea raportului unui divizor de tensiune, alcătuit din rezistorul de 33 kΩ și dioda respectivă, încît la tensiuni mari de comandă, corespunzînd unui semnal audio puternic, dioda își micșorează rezistența și astfel semnalul de la ieșirea divizorului, respectiv a montajului, scade, iar la un nivel redus, se menține practic un semnal audio la ieșire sensibil egal, pentru o dinamică mare la intrare. Diodele sînt punctiforme, de orice tip, de mică putere.

Preamplificator — corector universal

Construit cu patru tranzistoare — pentru fiecare canal — preamplificatorul din figura 20 poate acoperi cele mai exigente cerințe. Astfel, la intrarea lui, un comutator rotativ sau un ansamblu de contactoare cu butoane, permite selecționarea diverselor surse de program: fie un microfon dinamic, cu sensibilitatea intrării montajului de circa 1,5 mV, fie un radioreceptor (tuner) care oferă aproximativ 150 mV. Se poate face selecția între o doză de picup magnetică, cu sensibilitate de circa 5 mV sau o doză cristal care oferă în preajma a cel puțin 150 mV. În sfîrșit, pentru o calitate optimă a sunetului, intrarea preamplificatorului poate fi conectată direct în paralel cu un cap de magnetofon, care oferă cca 5 mV, la o viteză a benzii de 19 cm/s. În plus, o bornă pentru surse auxiliare de audiofrecvență, care poate fi reglată cu ajutorul unui potențiometru semire-

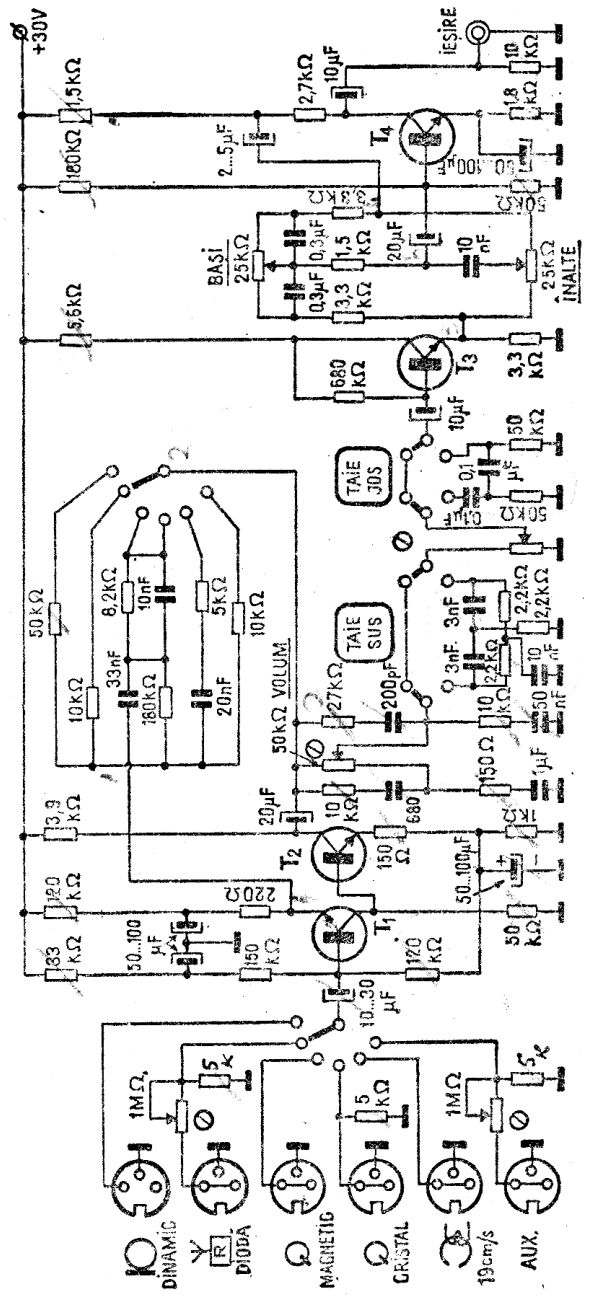


Fig. 20 a

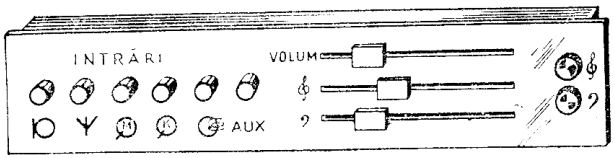


Fig. 20 b

glabil, pentru sensibilități între cîțiva milivolți și cîțiva volți. Acest sistem de reglare a sensibilității este prevăzut și la borna de intrare pentru tuner și, la nevoie, poate fi extins și la alte borne de intrare, astfel ca atunci cînd se face trecerea de la o sursă de audiofrecvență la alta, să nu apară salturi bruște de nivel.

Tranzistoarele folosite în preamplificator sînt toate cu siliciu, orice tip de mică putere. Se pot folosi fie cele din seria BC, fie tranzistoare din seria BF. Bineînțeles, tranzistorul T_1 trebuie să fie de tip *pnp*. Felul de cuplare în tandem, cu un tranzistor *npn*, și felul de aplicare a polarizării, de valoare foarte redusă, face ca tranzistorul T_1 să fie parcurs de un curent foarte redus, sub 100μA, fapt care reduce mult zgomotul de fond. Restul tranzistoarelor consumă fiecare, în circuitul de colector, circa 3 mA, astfel încît consumul întregului preamplificator, împreună cu circuitele de polarizare, nu depășește 10 mA pe canal. Între colectorul tranzistorului T_2 și emitorul tranzistorului T_1 este aplicată o buclă de reacție negativă, selectivă de frecvență, comutabilă în funcție de sursa de program folosită. Bineînțeles că acest comutator este cuplat mecanic cu comutatorul folosit la intrarea amplificatorului, la selectarea de program. Pentru intrarea de microfon, caracteristica pramplificatorului rămîne liniară; aceeași situație este și pentru intrarea de la radioreceptorul-tuner, dar reacția negativă este mai puternică pentru reducerea amplificării.

Pentru intrările de doză de picup, magnetică și cristal, se folosește un corector selectiv de frecvență, care trasează o curbă de redare, după curba RIAA de redare a discurilor de 33 ture/minut, cu o neuniformitate mai mică de 1 dB. Pentru obținerea unui rezultat similar de la o doză cu cristal, intrarea acesteia este șuntată cu un rezistor de valoare mică, care o face să aibă o caracteristică similară unei doze magnetice, iar corecția dă rezultatul optim. Corecția folosită la redarea benzilor de magnetofon, direct din capul de citire, este valabilă pentru o viteză a benzii de 19 cm/s, cu o constantă de timp de 100 ms. Pentru alte viteze, este necesar să se schimbe valoarea rezistorului sau a condensatorului, experimental, de exemplu, rezistorul se reduce la 2,5 kΩ pentru o viteză de 9,5 cm/s. În sfîrșit, corecția pentru intrarea sursei auxiliare de audiofrecvență este o reacție negativă liniară.

La ieșirea etajului preamplificator se află potențiometrul de volum, cu valoarea de 50 kΩ. Felul de conectare, pe o rețea RC, oferă posibilitatea compensării curbei de răspuns la nivele reduse, pentru corecție fiziologică. Urmează două filtre, comutabile la rîndul lor prin butoane (prin care pot fi introduse în circuit sau scoase din uz), trecerea semnalului audio făcîndu-se direct. Primul filtru, în montaj „dublu T", taie frecvențele foarte înalte, suprimînd toate frecvențele ce depășesc 15 kHz. Cel de-al doilea filtru, în schemă II, taie jos orice frecvență sub 80 Hz, în consecință și „hîrîiturile" unor discuri cu șanțurile deteriorate, sau brumul. Între cele două filtre este intercalat un potențiometru semireglabil, cu ajutorul căruia întregul preamplificator este reglat astfel ca să furnizeze nu mai multă tensiune la ieșire, decît îi este necesară amplificatorului final ca să elibereze puterea maximă, fără risc de supraîncărcare, care ar putea duce la deteriorarea tranzistoarelor finale. Este deci un reglaj „de finețe", care permite, mai ales, egalizarea amplificării între două canale separate, pentru stereo.

Tranzistorul T_3 funcționează ca repetor pe emitor. Între el și tranzistorul T_4 se află un circuit de corecție de curbă de răspuns, de tip Baxandall. Pentru mărirea eficienței acestui circuit și pentru micșorarea distorsiunilor, se folosește o buclă de reacție nagativă. Ieșirea preamplificatorului se leagă printr-un cablu ecranat la intrarea amplificatorului final. Tensiunea de ieșire

depășește 3 V și deoarece majoritatea amplificatoarelor finale nu reclamă mai mult de 1,5 V, se face „reglajul de finețe", așa cum s-a indicat mai sus.

Preamplificatorul-corector nu are nevoie de nici un fel de operație de reglaj. Execuția corectă și folosirea materialelor de bună calitate vor asigura reușita montajului.

Etaje de preamplificare alimentate cu tensiune mare

Unii amatori sînt în posesia unor amplificatoare de tip vechi, echipate cu tuburi electronice. În aceste amplificatoare, tuburile din preamplificare pot fi înlocuite, pe măsura uzurii lor, cu tranzistoare. Aceeași operație, de adăugare a unor etaje de preamplificare cu tranzistoare, la un amplificator cu tuburi, poate fi realizată atunci cînd amplificarea globală a aparatului nu asigură un nivel sonor satisfăcător, atunci cînd se urmărește amplificarea semnalului audio oferit de o doză magnetică de picup de mică impedanță — care oferă un nivel prea mic pentru un amplificator de picup clasic— sau cînd nivelul dat de microfon sau un cap de magnetofon este scăzut. Această problemă poate interesa în mod deosebit pe amatorii care posedă magnetofoane cu tuburi la care nu pot adapta noi capete de magnetofon de impedanță mică, deoarece nu oferă o audiție suficient de puternică. În toate aceste cazuri, adăugarea unui etaj de preamplificare, cu unul sau două tranzistoare, poate satisface necesitățile. În schema din figura 21 se folosește un tranzistor cu germaniu, bineînțeles selecționat, cu zgomot propriu redus, de pildă, AC 125, OC 71, EFT 322 sau orice alt tranzistor echivalent. Felul de montare, așa-zis „între patru rezistoare" asigură o suficientă stabilitate termică și o amplificare suficientă pentru cazurile arătate mai sus. Sistemul de montare este clasic, iar sistemul de alimentare din sursa de înaltă tensiune, destul de simplu dealtfel, este un divizor de

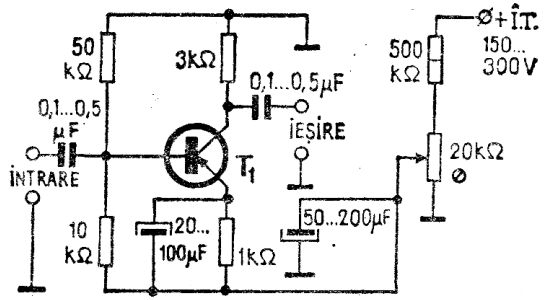


Fig. 21

tensiune, alcătuit dintr-un rezistor pe care cade o mare parte din tensiunea înaltă, înseriată cu un potențiometru semireglabil, de pe care se culege o tensiune de cîțiva volți — preferabil 6...9 V. Datorită particularității de montare a tranzistoarelor cu germaniu, de tip *pnp*, montajul este oarecum „montat invers", cu circuitul de alimentare a colectorului la masă. Aceasta nu afectează însă cu nimic funcționarea montajului.

Figura 22 prezintă un alt montaj de preamplificare, realizat însă cu un tranzistor cu siliciu, de tip *npn*. În această funcție de preamplificare se poate folosi practic orice tranzistor, din seriile BC sau KT sau, în lipsă, cu o amplificare mai redusă, orice tranzistor din seria BF. Montajul poate fi mai simplu, deoarece în cazul tranzistoarelor cu siliciu nu se pun condiții speciale de protecție termică sau de eliminare a zgomotului de fond care la tranzistoarele cu siliciu are o valoare insesi-

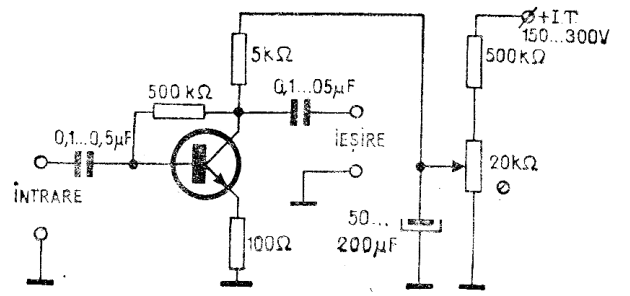


Fig. 22

zabilă. La ambele montaje tensiunea de alimentare trebuie reglată tot în jurul valorilor optime de 6...9 V. La o tensiune mai mică de 6 V, amplificarea va fi mai redusă, dar zgomotul de fond scade foarte mult. La o tensiune de peste 9 V, trebuie mărită valoarea rezistorului de polarizare. În acest caz, amplificarea crește, dar crește în același timp și riscul măririi zgomotului de fond. Dacă tranzistorul nu este selecționat pentru a lucra la tensiuni mai mari, există și riscul defectării lui, fie imediat, fie după un timp scurt de funcționare.

Cu acest sistem de branșare a divizorului de alimentare, se pot cupla orice montaje de preamplificare din cele cuprinse în lucrarea de față, la un consum nu mai mare de 3...5 mA. Astfel, se pot folosi preamplificatoare cu cîte două tranzistoare pentru cap de magnetofon sau doză de picup, cu circuite de corecție sau corecție Baxandall pentru reglare separată a frecvențelor joase și a frecvențelor înalte.

Sînt necesare cîteva precauții atunci cînd se montează un asemenea preamplificator în interiorul unui amplificator cu tuburi. În primul rînd, montajul trebuie amplasat cît mai departe de piesele care se încălzesc sau care au cîmpuri magnetice importante, de exemplu, transformatoarele de ieșire sau de rețea. Preamplificatorul trebuie protejat de cîmpurile magnetice pulsatoare, de asemenea, prin ecranare într-o cutie de tablă de fier, pătrată sau cilindrică. Eventual, preamplificatorul se poate monta chiar pe soclul unui fost tub electronic, pe care-l înlocuiește (fig. 23). La punerea în funcțiune a aparatului, cursorul potențiometrului semireglabil va fi reglat în poziția de tensiune minimă. Se plasează un instrument de măsură cu rezistență mai mare de 10 000 Ω /V, în paralel cu condensatorul de filtraj, conectat între cursor și masă, și se rotește cu ajutorul unei șurubelnițe cursorul potențiometrului pînă cînd se citește pe scala instrumentului de măsură tensiunea de 6 V. Cursorul se blochează cu o picătură de vopsea nitro. Nu este necesar un alt reglaj.

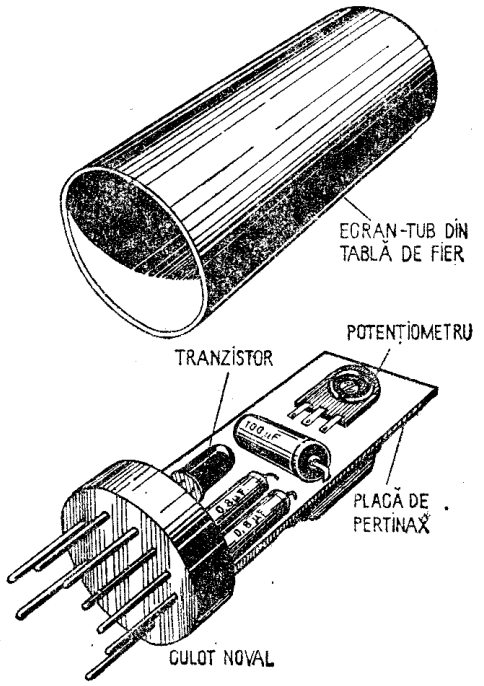


Fig. 23

Amplificator cu două tranzistoare

Un montaj deosebit de simplu (vezi fig. 24), cîteva piese ieftine, timp de asamblare scurt, o audiție acceptabilă— la un prim montaj reușit, —, iată calitățile unei construcții pentru un începător. Bineînțeles, amatorul nu va rămîne în acest stadiu, vor urma construcții mai complicate, de putere și fidelitate mai mare.

T_1 și T_2 sînt tranzistoare *pnp*, cu germaniu, de mică putere. Se pot folosi orice tipuri de tranzistoare, de exemplu, EFT 323, EFT 125, AC 127, AC 180 etc. T_1 poate fi de putere mai mică, dar T_2 este preferabil să aibă o putere disipabilă mai mare. Primul etaj este un preamplificator în tensiune; al doilea reprezintă un etaj final de putere, de cîteva zeci de miliwați, putere totuși suficientă pentru audiții confortabile într-o încăpere de dimensiuni mijlocii. Cele două etaje sînt cuplate RC. Etajul final are ca sarcină un difuzor di-

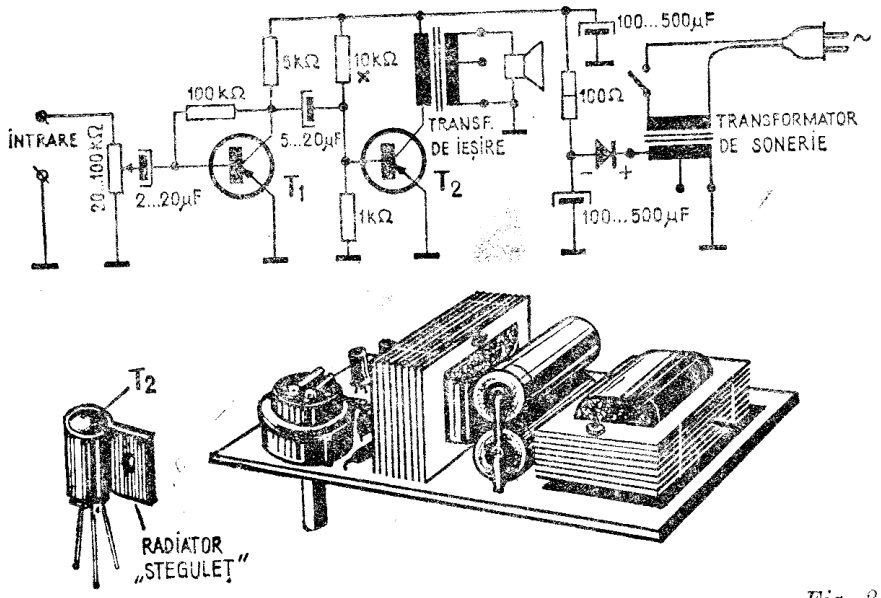


Fig. 24

namic, cuplat printr-un transformator de ieșire. Alimentarea montajului se face de la un transformator de sonerie, care livrează o tensiune alternativă de 8 V unei diode redresoare. Tensiunea redresată se filtrează cu ajutorul unei celule de filtraj RC.

Potențiometrul de la intrare este logaritmic, cu întreruptor, avînd orice valoare între 20...100 kΩ. Se pot depăși aceste limite, dar randamentul va fi mai mic. Condensatoarele electrolitice trebuie să aibă o tensiune de lucru de 8...25 V. Se va acorda deosebită atenție la respectarea polarității, atunci cînd se branșează în montaj. Toate rezistoarele pot fi de putere foarte mică, o zecime sau un sfert de watt, în afară de cel folosit la filtraj, care trebuie să fie de cel puțin jumătate de watt. Transformatorul de ieșire va avea un miez de 1—2 cm², cu un întrefier de 0,05...0,1 mm, realizat cu tole E + I, din ferrosiliciu. Primarul va avea 1 000 de spire din sîrmă Cu-Em ⌀0,1...0,15 mm. După un strat-două de izolație, se bobinează secundarul care este alcătuit din 50 + 50 de spire din sîrmă Cu-Em

⌀ 0,3...0,5 mm. Se poate folosi, cu rezultate egale, un transformator de cuplaj pentru difuzor de radioficare, eventual chiar și difuzorul respectiv, replasînd tolele E și I separat, cu întrefier. Transformatorul de sonerie este de tip obișnuit, la tensiunea rețelei la care se folosește. Iată datele unui asemenea transformator de construcție industrială: miez din tole de ferosiliciu, cu fereastră lărgită, tip „manta", alternate, de 1,8...2 cm². Primarul pentru 220 V are 4 770 de spire din sîrmă Cu-Em ⌀ 0,1 mm. Pentru 120 V are numai 2 500 de spire sau priză. Secundarul are 166 + 266 de spire din aceeași sîrmă, ⌀ 0,3...0,4 mm, corespunzînd unor tensiuni de 5 V + 8 V. Pentru montajul descris se folosește numai porțiunea de 8 V. Ca diodă se poate folosi orice diodă cu joncțiune, cu germaniu sau siliciu, de exemplu F 407, D 7 G, D 226, Si-EK-4, sau un tranzistor de putere medie sau mare, defect, care are o joncțiune validă. În cazul unui tranzistor cu germaniu, baza tranzistorului reprezintă totdeauna borna plus. Tranzistorul T_2, folosit ca tranzistor final, are montat pe corp un radiator-steguleț, din tablă de aluminiu de 1 mm, ca în figură. Fără acest radiator, tranzistorul se poate încălzi pînă la distrugere. Tot montajul se execută pe o bucată de pertinax placat, printr-o metodă de cablaj din cele descrise în lucrare. Se verifică cu atenție înainte de testare, apoi, cu difuzorul conectat, se branșează la rețea. În difuzor trebuie să se audă un zgomot slab de fond. Atingînd cu o șurubelniță, pe care se ține un deget, baza tranzistorului T_1, trebuie să se audă un brum.

La intrare se poate branșa un picup, ieșirea de detecție a unui aparat de radio sau semnalul existent într-un casetofon, de la potențiometrul de volum, cînd acesta se află pe poziție de înregistrare (pentru control-monitor). Cu toate aceste surse de program, de 150... 300 mV, amplificatorul deși este lipsit de un circuit de reacție negativă și nu are o putere prea mare, oferă satisfacția simplității de realizare și o calitate satisfăcătoare a audiției, mai ales dacă se folosește un difuzor de dimensiuni mari. Pentru audiții stereo, se pot construi două amplificatoare care se alimentează din același redresor.

Amplificator universal de mică putere

Amplificatorul prezentat în figura 25, pe o schemă devenită clasică, poate fi alimentat la diverse tensiuni, putînd elibera în funcție de tensiunea de alimentare, o anumită putere modulată. Astfel, pentru puteri de la cîteva zeci de miliwați, pînă la puteri de maximum 5 W, schema amplificatorului rămîne aceeași; mai mult, și gabaritul poate fi același. Doar unele valori ale pieselor folosite pot fi reglate pentru randamentul optim în funcție de tensiunea folosită. Astfel, amplificatorul de față devine o unitate de construcție modul, care poate fi montată oriunde pentru a rezolva problema redării unui semnal audio în difuzor (așa cum este prezentat), poate servi ca amplificator de picup sau aparat de radio, iar dacă este prevăzut doar cu un etaj simplu de preamplificare, poate servi ca amplificator de interfon sau pentru cap de redare magnetic.

Primul tranzistor T_1 este preferabil selecționat pentru zgomot propriu redus, de tip *pnp*, cu factor ß între 30 și 100. El este montat în schemă de preamplificare, cu polarizare automată, care se autoreglează în limite mari ale tensiunii de alimentare. În circuitul

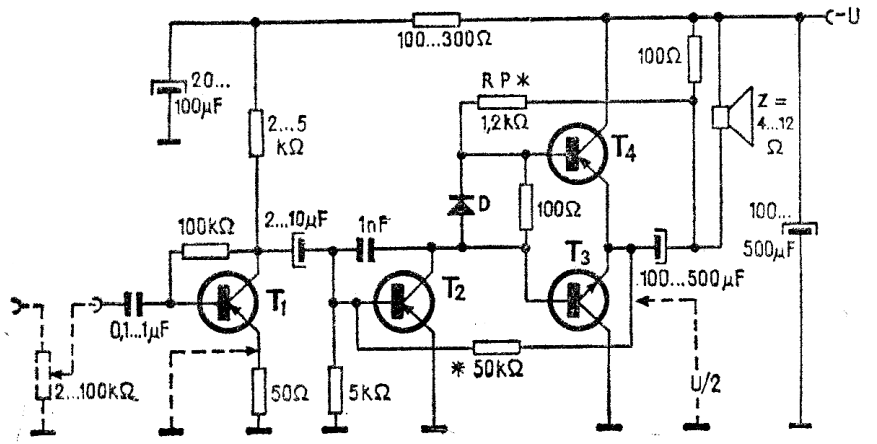


Fig. 25

emitorului este prevăzut un rezistor de mică valoare, cu rolul introducerii unui factor de reacție negativă, care reduce amplificarea și zgomotul de fond. Atunci cînd amplificatorul este montat definitiv în aparatul pe care îl deservește, se poate regla valoarea acestui rezistor astfel ca audiția să nu fie supramodulată la poziția de maximum a potențiometrului de volum (așa-numitul „reglaj de calitate"). Bineînțeles, acest rezistor ar putea fi înlocuit cu un potențiometru semireglabil. În cazul folosirii unui tranzistor cu factor ß mic, rezistorul se scoate din circuitul emitorului, care se leagă direct la masă. Al doilea tranzistor este similar primului și servește ca amplificator de tensiune, de atac al etajului final.

Etajul final este alcătuit dintr-o pereche complementară de tranzistoare, unul *pnp* și altul *npn*, de puteri care convin rolului pe care trebuie să-l joace amplificatorul. Astfel, pentru o gamă mare de puteri, de la cîțiva miliwați la cîțiva wați, se pot folosi perechile GC 511 și GC 521 sau perechile AC 180 — AC 181, sau echivalente. La tensiuni de alimentare pînă la 6 V, aceste tranzistoare nu au nevoie de precauții speciale pentru montare. Începînd cu tensiunea de 6 V, pînă la maximum 17 V, limită după care tranzistoarele finale indicate mai sus nu mai au soliditate în funcționare și se defectează ușor, este necesar să se monteze pe radiatoare de răcire din aluminiu, ale căror dimensiuni sînt date în figura 26. Ele asigură o răcire suficientă în majoritatea cazurilor.

Pentru a lupta eficient împotriva fugii termice a etajului final, este necesar să se prevadă, între bazele celor două tranzistoare finale, un element termoregulator care își micșorează rezistența atunci cînd tranzistoarele finale se încălzesc. Prin aceasta, tensiunea de polarizare, de care depinde curentul de colector al tranzistoarelor finale, se micșorează și consumul etajului final se limitează. Ca element termoregulator se folosește o diodă punctiformă, plasată între cele două tranzistoare. Este o soluție care convine numai în cazul obținerii unei puteri de cîteva sute de miliwați la alimen-

tare cu tensiune sub 6 V. Pentru puteri mai mari, se folosesc două diode punctiforme legate în paralel, fiecare fiind plasată în contact cît mai apropiat cu cîte un tranzistor final. Se pot folosi și tranzistoare defecte, cu o joncțiune validă, legate în serie. Rezistența directă a unei diode punctiforme fiind de circa 200 Ω, iar a unui tranzistor folosit ca diodă de circa 50 Ω, se înțelege de ce se schimbă felul de conectare, pentru ca rezistența rezultantă a elementului termoregulator să aibă în jurul valorii de 100 Ω. Rezistorul de 100 Ω plasat în paralel poate să nu fie folosit în cazul utilizării diodelor cu germaniu cu joncțiuni. În caz că se folosește un termistor, el va avea tot în jurul valorii de 100 Ω/ +20°C, sau, mai bine, se pot folosi două termistoare a cîte 50 Ω legate în serie. Fără aceste elemente termoregulatoare, etajul final se poate distruge prin încălzire.

În figura 26 este prezentat felul în care se poate

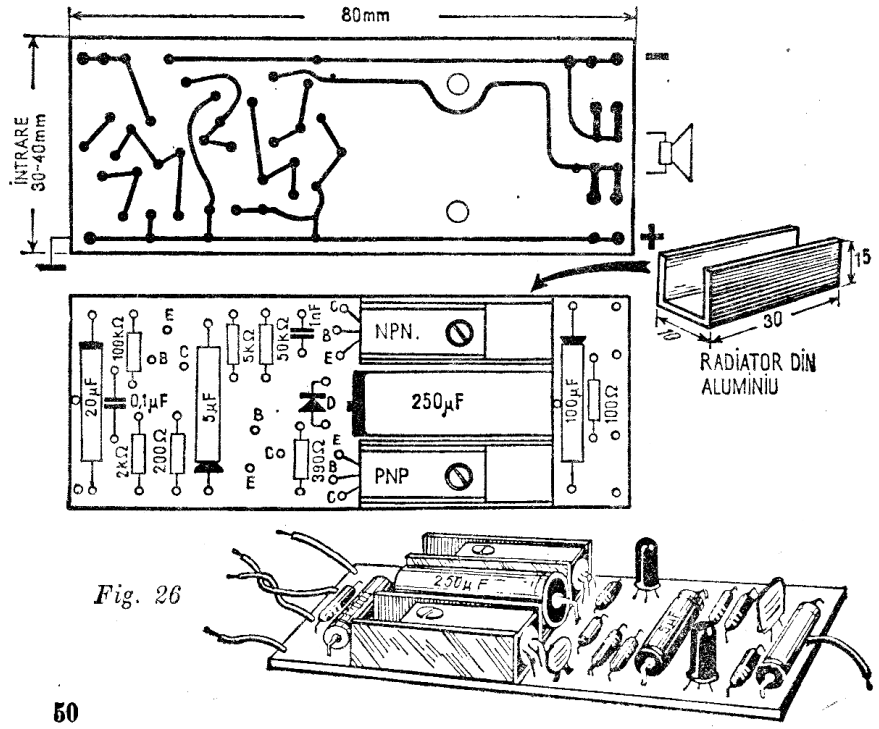


Fig. 26

asambla amplificatorul pe o plăcuță de cablaj imprimat. Pentru a veni în ajutorul începătorilor, s-a reprezentat și felul de cablaj prin conexiuni cu sîrmă, pe plăcuță perforată. În ambele cazuri, traseul este similar, dar în cazul cablajului imprimat, traseele conexiunilor pot fi îngroșate. Se remarcă faptul că cele două tranzistoare finale sînt plasate în interiorul radiatoarelor de aluminiu, prin fixare cu șurub și piuliță de 3 mm. Între cele două tranzistoare finale se montează condensatorul de cuplaj cu difuzorul. Restul montajului își găsește loc pe plăcuța de mici dimensiuni, care poate fi eventual executată la dimensiuni mai mici dacă se dispune de piese subminiatură, condensatoare electrolitice format „butoiaș" etc. Așa cum s-a spus mai sus, montajul poate fi alimentat la diverse tensiuni și în funcție de acestea poate să dea anumite valori maxime de putere modulată. Dacă în cazul funcționării la tensiuni reduse, nu se pune prea mult problema egalității factorului de amplificare pentru cele două tranzistoare finale, sau tensiunea de funcționare a condensatoarelor, în cazul folosirii la tensiuni peste 6 V trebuie făcută o severă selecționare a calității tuturor pieselor, sub rezerva unui randament îndoielnic și a unui coeficient mare de distorsiuni.

Ce se poate cere de la acest montaj, ca parametri maximali? La tensiunea de alimentare de 16 V, un curent maxim de 0,75 A eliberează o putere modulată de aproape 5 W, sub 5% distorsiuni. La o putere mai redusă, distorsiunile scad apreciabil. Curba de răspuns este liniară între 20...30 000 Hz. Impedanța optimă de ieșire este de circa 4...5 Ω, obișnuită pentru sarcina tranzistoarelor finale cu germaniu, iar sensibilitatea la intrare este de cîteva zeci de milivolți. Pentru cuplarea unui picup cu cristal, se conectează în serie cu doza, un rezistor de 0,5...2 MΩ.

Ce modificări se pot face montajului pentru o funcționare optimă la diverse tensiuni de alimentare? La tensiunea de 1,5V se obține o putere utilă de circa 20 mW. O curiozitate a montajului este aceea că poate funcționa la o asemenea tensiune redusă. Pentru aceasta, se mic-

șorează valoarea rezistorului de polarizare a primului etaj la jumătate, iar rezistorul de polarizare a etajului al doilea, în loc de 50 kΩ, va avea 15 kΩ. De asemenea, rezistorul de polarizare a etajului final de 1,2 kΩ va fi înlocuit cu unul de 150...200 Ω. Nu mai este necesar decuplajul de alimentare al primului etaj de amplificare.

Pentru tensiunea de alimentare de 3 V se obține o putere utilă de 80 mW, cu distorsiuni sub 10%. Se fac următoarele modificări: rezistorul de polarizare la etajul de preamplificare 75...100kΩ, rezistorul de polarizare a etajului al doilea 20 kΩ, iar rezistorul de polarizare a etajului final 220...250Ω.

La tensiunea de alimentare de 4,5 V, trebuie făcute următoarele modificări: rezistorul de polarizare a etajului de preamplificare 100...120 kΩ, rezistorul de polarizare a etajului al doilea 25...30 kΩ, iar rezistorul de polarizare a etajului final 390...400 Ω. Puterea de ieșire maximă de 150 mW cu 10% distorsiuni.

Alimentînd montajul la 6 V, preamplificarea va rămîne ca în cazul precedent, polarizarea etajului al doilea va fi asigurată printr-un rezistor de circa 50 kΩ, iar etajul final va avea un rezistor de polarizare de 1,2 kΩ. Puterea de ieșire va fi de circa 0,5 W cu 5% distorsiuni.

Alimentarea cu tensiuni intermediare, pînă la 16 V necesită anumite ajustări de valori ca mai sus. Acestea pot fi făcute de amator cu ajutorul instrumentelor de măsură. Totuși, pentru alimentare la tensiuni mai mari de 6 V se mai ia o precauție și anume micșorarea valorii rezistorului de polarizare dintre cele două baze ale tranzistoarelor complementare, la o valoare de cîțiva ohmi, luînd în considerare valoarea termistorului sau rezistenței joncțiunii cu germaniu care se include în acest circuit. Valoarea rezistorului branșat între cele două baze, la temperatura de + 20°C, trebuie să fie între 5... 10 Ω, iar valoarea rezistorului de polarizare circa 390 Ω. Pentru reglarea valorii polarizării etajului al doilea se micșorează valoarea rezistorului de 5 kΩ, la circa 2,5 kΩ, iar în preamplificare, valoarea rezistorului de polarizare

trebuie dublată sau triplată. La punerea în funcțiune a montajului, se branșează un voltmetru între cele două emitoare ale tranzistoarelor finale și masă și trebuie să se citească o tensiune egală cu jumătate din valoarea tensiunii de alimentare. În caz că tensiunea citită diferă, se trece la modificarea valorii rezistorului de polarizare a etajului al doilea. Dar această operație trebuie efectuată cu atenție, pentru ca circuitul respectiv să nu se întrerupă, altfel etajul final poate ieși din uz. Se preferă montarea unui potențiometru de o valoare apropiată, adică între 50...100 kΩ valoare maximă care, după reglare este scos din montaj, se măsoară valoarea exactă cu ajutorul unui ohmmetru și se înlocuiește cu un rezistor de aceeași valoare, schimbarea făcîndu-se bineînțeles cu amplificatorul debranșat de la sursa de alimentare.

Așa cum se poate constata din schema de principiu, pentru unele piese sînt date limite mari de valori. Aceasta pentru a ajuta pe amatori să abordeze, cu piesele ce le au la îndemînă, construcția respectivă, întrucît montajul funcționează cam la fel, avînd același randament.

În privința condensatoarelor, cu cît valorile sînt mai mari, cu atît sînt mai bine reproduse frecvențele joase. Dar exagerarea valorii condensatoarelor duce de multe ori la grave consecințe. Să presupunem că un difuzor are valoarea impedanței bobinei mobile de 4Ω, la 1 000 Hz. Dacă se folosește însă la ieșirea montajului un condensator electrolitic de 5 000 μF sau mai mult, în afară de faptul că riscul de defectare este mai mare, acesta va transmite foarte bine frecvențele foarte joase, din domeniul infrasunetelor, care dealtfel nu interesează și sînt chiar nocive. Dar aceste frecvențe întîmpină prin difuzor doar o rezistență de o fracțiune de ohm (sau rezistența lui în curent continuu), fapt care distruge prin suprasolicitare etajul final. Astfel, dorindu-se mai bine, se obține mai rău! În schimb, folosirea unor condensatoare de valoare mai mică este indicată la utilizarea unor difuzoare de diametru mic, pentru mărirea

inteligibilității audiției și eliminarea unor zgomote parazite (zbîrnîituri), mai ales la montaje miniaturale, folosite în diverse sonorizări.

Alimentarea montajului se poate face fie la baterie (mai ales în variantele alimentate la tensiuni mici), fie la rețea, printr-un alimentator alcătuit dintr-un transformator de rețea foarte mic, două sau patru diode și un condensator de filtraj de 500... 2 000 μF. În acest caz nu se montează condensatorul figurat în schemă în paralel pe sursa de alimentare. Pentru un montaj stereo, alimentatorul se va dimensiona corespunzător.

Amplificator de 2 W, cu circuit integrat

În ultimul timp a început să se producă un nou tip de semiconductoare, care printr-o tehnologie nouă permite obținerea pe un cristal de siliciu, nu numai a unui tranzistor sau a unei diode, ci a unui întreg montaj electronic, în care se pot compacta zeci de tranzistoare, diode, rezistoare și chiar condensatoare de mică capacitate, sub 100 pF. De o dimensiune miniaturală, acest ansamblu denumit circuit integrat, care de-abia poate fi văzut cu ochiul liber, este plasat în interiorul unei capsule, care dispune de conexiuni cu ajutorul cărora poate fi legat în montajul în care va funcționa. De obicei, în interiorul ansamblului se află tot ce este necesar funcționării optime, dar anumite piese nu pot fi montate (cel puțin pentru nivelul actual al tehnologiei) în interior și atunci circuitul integrat dispune de un număr de borne la care se cuplează din exterior rezistoare, potențiometre, condensatoare de mare capacitate sau electrolitice. În momentul de față, industria produce multe tipuri de circuite integrate, din care foarte multe sînt destinate calculatoarelor electronice. De asemenea, se produc circuite integrate pentru cele mai diverse scopuri. Printre acestea, reținatenția cele pentru amplificare de audiofrecvență. Ca exemplu, se descrie mai jos un montaj de amplificator audio de 2 W, cu un circuit

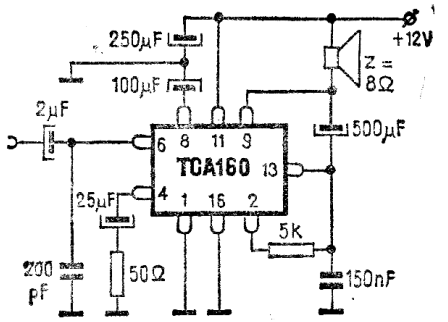


Fig. 27

integrat de tip TCA 160. În figura 27 se arată schema de principiu a amplificatorului, în care central este desenată „cutia" circuitului integrat. Ce conține „cutia" se poate vedea în figura 28, din care rezultă că această „complicație tehnică" numără nu mai puțin de 5 diode, 11 tranzistoare, 15 rezistoare și un condensator... de 10 pF! Performanțele sînt asemănătoare unui montaj cu piese discrete (adică normale), cu patru tranzistoare și cîteva piese. Numărul mare de tranzistoare este dictat de factorul mic de amplificare al fiecărui tranzistor,

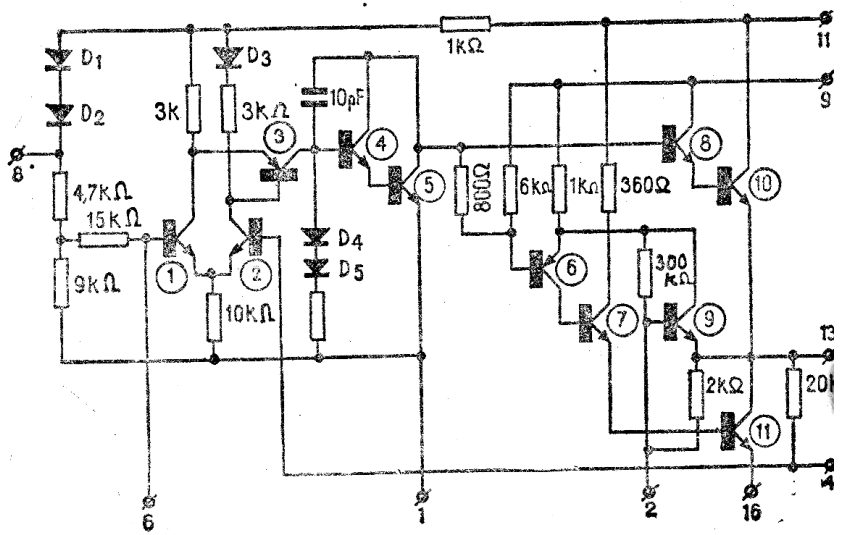


Fig. 28

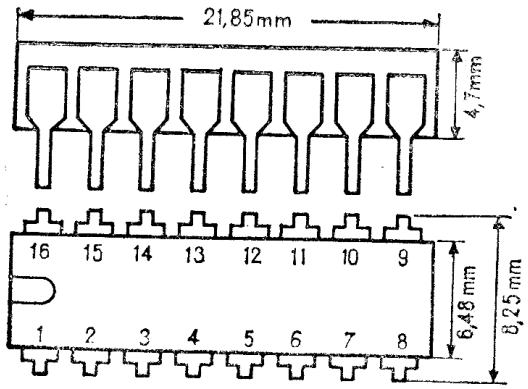


Fig. 29

din considerente de stabilitate termică. Diodele au rol de stabilizare termică, cu atît mai mult cu cît cuplajul de la intrarea pînă la ieșirea circuitului integrat este direct, eliminînd condensatoarele.

În figura 29 se arată felul capsulei circuitului integrat TCA 160. Ca aspect este o cutiuță de plastic, cu 16 picioruşe, din care se conectează numai 9, restul servind pentru fixarea mecanică pe placa de montaj. O fîşie de tablă, care iese din aceeaşi capsulă, trebuie lipită cu cositor, de o porțiune metalică a circuitului imprimat, pentru a se asigura răcirea circuitului integrat. Bineînțeles, lipiturile trebuie făcute cît mai rapid, cu un ciocan fierbinte, folosindu-se o pensetă ca şunt termic, pentru a împiedica circuitul integrat să se defecteze din cauza căldurii. În figura 30 este arătat felul de plantare a pieselor pe o plăcuță de circuit imprimat, cu dimensiunile de 50 × 60 mm, iar în figura 31, felul cum arată cablajul imprimat.

Montajul poate fi alimentat la o tensiune de 5...16 V şi admite, pentru scurtă durată, un consum de maximum 1 A. Cîştigul este de 50 dB, iar reacția negativă este de circa —20 dB. Poate elibera o putere de 2 W cu 10% distorsiuni. Consum maxim recomandat la 12 V, circa 250 mA, curent de repaus circa 8,5 mA, sensibilitate 10 mV, la o impedanță de intrare de circa 15 kΩ,

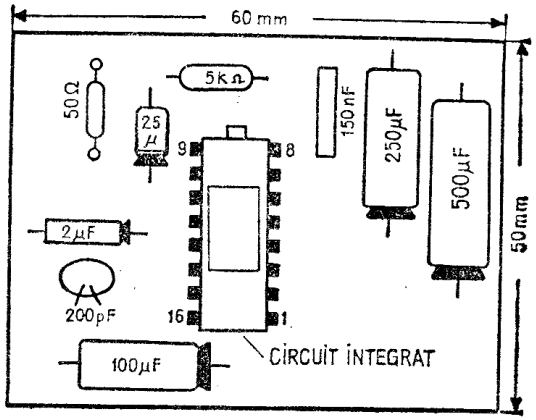


Fig. 30

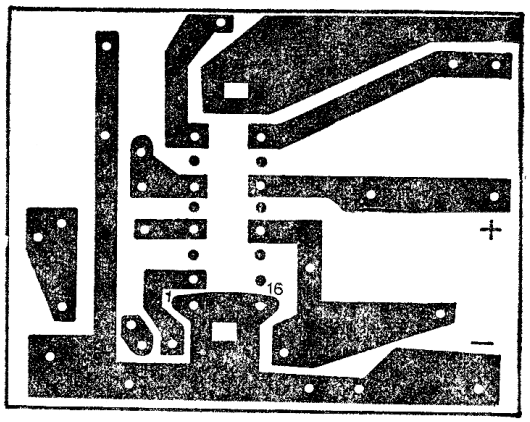


Fig. 31

curbă de răspuns 100 Hz...100 kHz, zgomot nemăsurabil.

Schema prezentată este doar un exemplu. Există o mare diversitate de circuite integrate; fiecare are alt tip de conectare la borne şi amatorul trebuie să-şi procure absolut toate datele privind circuitul integrat pe care îl posedă. Altfel, riscă să facă mii de combinații sterile, defectînd fără rost şi circuitul integrat. Chiar o simplă măsurătoare cu ohmmetrul, făcută la întîmplare, poate defecta orice circuit integrat.

Despre etajele finale de putere

În funcție de regimul de lucru al tranzistoarelor, un etaj de amplificare poate funcționa în mai multe clase, care se notează convențional A, B, AB_1, AB_2 și C. Apartenența la una din clasele menționate este dată de mărimea curentului de repaus a tranzistoarelor în cursul unei perioade a semnalului. În cele ce urmează se vor face cîteva considerații asupra amplificării în clasele A și B, cele mai des întîlnite în practica de amator. Clasa C nu se folosește în audiofrecvență, ci numai în radioemisie.

Amplificatoare de putere clasă A

La funcționarea în clasă A, elementul amplificator este în conducție în tot timpul perioadei semnalului. Semnalul amplificat are deformări minime, dar randamentul scăzut face ca acest regim de funcționare să fie folosit pe scară largă la amplificatoarele de tensiune și de curent și mai puțin în amplificatoarele de putere.

Un etaj final de putere în clasă A, deși posedă un randament foarte scăzut — teoretic între 30...50% —, are un coeficient de distorsiuni foarte mic și este ușor de reglat și realizat. Din cauză că randamentul este redus, nu se folosește decît în variantă alimentată de la rețea sau acumulator auto. Tot timpul, prin joncțiunea de colector circulă un curent fix, de valoare ridicată, reprezentînd o disipare maximă, din care puterea utilă în majoritatea cazurilor este doar de 30%. În privința tensiunii de colector, se poate alege o tensiune de funcționare de 80...90% din tensiunea indicată în caracteristica tensiunii maxime de colector. Tranzistorul de atac — denumit *driver* — trebuie să asigure o putere cel puțin dublă față de puterea cerută de comanda circuitului de bază al tranzistorului final. Tensiunea de alimentare nu trebuie stabilizată întrucît etajul final are un consum constant, dar din cauza puterii mari disipate

de colector, tranzistorul final trebuie echipat cu un radiator de dimensiuni maxime, pentru a nu fi distrus din cauza încălzirii. Amplificatoarele în clasă A se realizează, de obicei, cu un singur tranzistor final. Cuplajul cu tranzistorul precedent — driver — poate să fie asigurat prin transformator, prin cuplaj RC sau direct. De asemenea, cuplajul cu sarcina — bobina mobilă a difuzorului — poate fi asigurat prin transformator, autotransformator sau direct. În figura 32 se arată

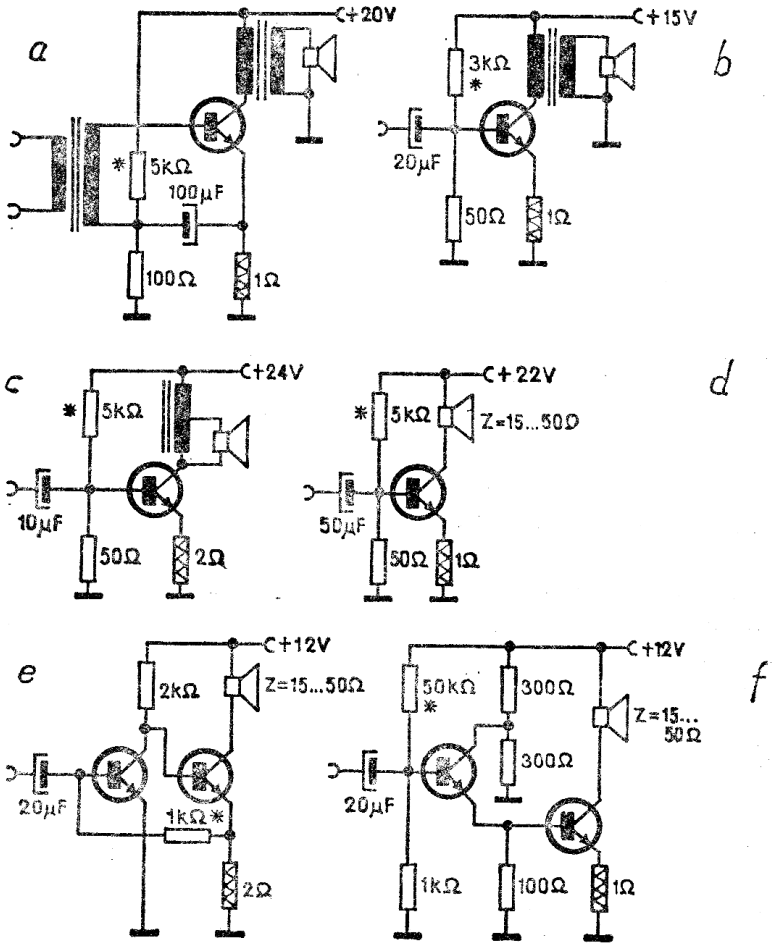


Fig. 32

diverse moduri de realizare a etajului final de clasă A (a — cu transformatori de intrare și ieșire, b — fără transformator de intrare, c — cu autotransformator de ieșire, d — fără transformator de ieșire, e — cuplaj conductiv, f — cuplaj Darlington). Deoarece acest tip de etaj este pus să lucreze în condiții foarte „dure", pentru mărirea fiabilității (soliditățiî) lui, se preferă folosirea tranzistoarelor de putere de tip *npn*, cu siliciu. În majoritatea cazurilor, de la un etaj final clasă A nu se cere o putere modulată mai mare de 5 W, fapt care permite încărcarea tranzistorului final respectiv, cu circa 15...17 W, putere ușor de suportat de majoritatea tranzistoarelor cu siliciu de putere.

Amplificatoare de putere clasă B

La funcționarea în clasă B, elementul amplificator conduce numai o jumătate de perioadă. Semnalul, la ieșirea unui singur etaj de clasă B, are forma unei jumătăți de sinusoidă, deci este foarte deformat. Pentru a obține un semnal sinusoidal se utilizează două etaje de clasă B, montate în contratimp. Avînd un randament mai mare decît regimul de clasă A, funcționarea în clasă B se folosește în amplificatoarele de putere.

Etajul final clasă B se construiește, de obicei, cu două tranzistoare de putere, cuplate în contratimp. Montajul respectiv poate să fie realizat cu sau fără transformator de intrare și de ieșire. În cazul folosirii transformatoarelor, construcția este mai greoaie, mai scumpă și mai voluminoasă, dar în schimb se pot folosi tranzistoare finale de calitate acceptabilă, ieftine, cu suficientă soliditate. În cazul variantelor de montaj fără transformator de intrare și de ieșire, montajul este mai ușor ca greutate, mai redus ca format, posedă parametri electroacustici mai buni. În schimb, toate tranzistoarele trebuie obligatoriu selecționate cu deosebită grijă; un singur tranzistor defect de la intrarea montajului, poate distruge tranzistoarele care urmează, mai ales pe cele finale. De aceea, în lipsa unor tranzistoare de foarte

bună calitate, se preferă un compromis, construind un etaj final, cuplat prin transformator — transformatorul de ieșire poate lipsi —, astfel ca tranzistoarele finale să fie protejate de un contact direct în curent continuu cu tranzistoarele precedente, care ar putea da șocuri distrugătoare. Este bine de știut că și montajele industriale de amplificatoare de puteri foarte mari nu folosesc tranzistoarele la întîmplare, cu alte cuvinte, luate din stoc și montate, ci selecționate cu multă grijă. Etajele finale în clasă B au randament mult mai mare: pot realiza puteri de ordinul zecilor și sutelor de wați, prezintă un coeficient de distorsiuni admisibil, care poate fi redus prin folosirea unei bucle de reacție negativă, iar consumul este în funcție de nivelul semnalului amplificat. Fără modulație, curentul de repaus al tranzistoarelor finale este foarte redus și acestea disipă bine temperatura, folosind radiatoare de dimensiuni rezonabile. Amplificatorul final în clasă B folosește mai multe piese, dar are multe avantaje față de amplificatorul de clasă A. Utilizarea transformatoarelor limitează întrucîtva curba de răspuns la ambele capete ale gamei de audiofrecvență, de aceea se preferă folosirea schemelor fără transformatoare. În figura 33 a se arată diverse feluri de realizare a etajelor finale în clasă B (a — cu două transformatoare, b — fără transformator de ieșire, c — cu inversor de fază cu sarcină pe emitor și colector, d — cu etaj final cu simetrie complementară, iar în fig. 33 b — cu tranzistoare cu simetrie cvasicomplementară). Detalii vor fi găsite în descrierea amănunțită a montajelor practice de amplificatoare prezentate în paginile care urmează. Valorile indicate în schemele de mai sus sînt numai orientative, pentru a fi reținute ca ordin de mărime. Există, de asemenea, foarte multe particularități de montaj, de la caz la caz, care vor fi tratate în amănunțime la descrierea montajelor practice.

Funcție de tensiunea de polarizare aplicată bazei tranzistoarelor, etajul final poate fi determinat să funcționeze mai spre clasa A sau B, primind denumirea de clasă AB_1 sau AB_2.

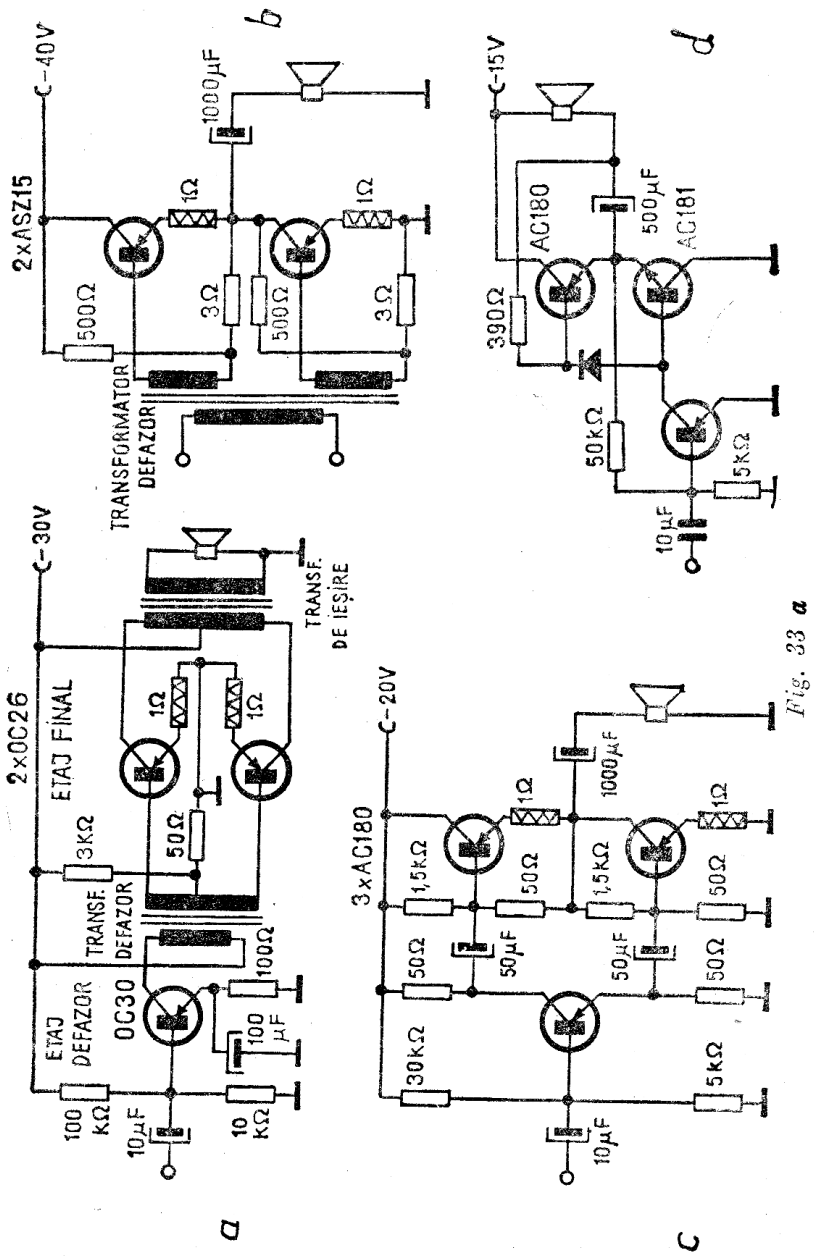


Fig. 33 a

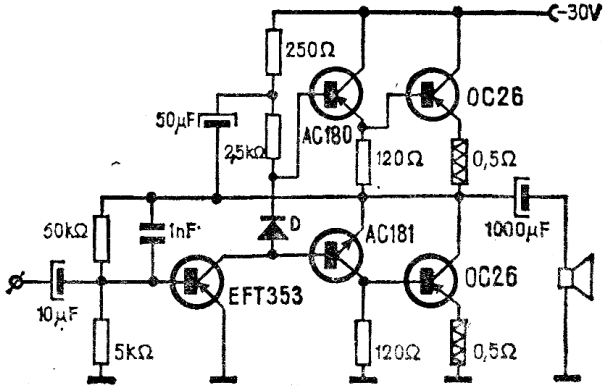


Fig. 33 b

Etaj final de putere

Montajul poate fi ușor efectuat chiar de către începători. El este alcătuit dintr-un etaj final de audiofrecvență, de putere relativ mare și un alimentator de la rețea (vezi fig. 34). Ansamblul se montează într-o incintă

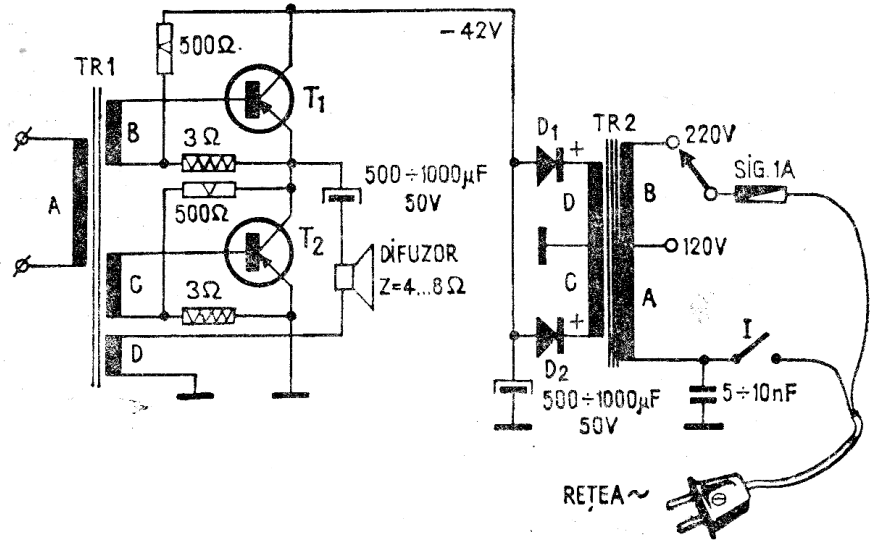


Fig. 34

acustică, împreună cu un difuzor de mare putere, peste 10 W, sau cu un ansamblu de mai multe difuzoare legate în serie sau serie-paralel, pentru a totaliza o putere cît mai mare, la o impedanță totală de 4...8 Ω.

Pentru asamblare, nu este necesar să se piardă mai mult de două zile. În prima zi se bobinează transformatoarele necesare, iar în ziua a doua se confecționează șasiul și se face montajul.

Iată datele transformatoarelor: transformatorul *Tr1* se bobinează pe un miez de tole siliciu, cu o suprafață a secțiunii de 4...6 cm². Se pot folosi tole „economice", adică cu fereastră îngustă, de pildă, de la un transformator de ieșire defect. Primarul *A* numără 120 de spire din sîrmă Cu-Em ⌀ 0,35...0,5 mm. Bobinajul se efectuează spiră lîngă spiră, pentru o folosire optimă a spațiului. Secundarele *B* și *C* se bobinează simultan, cu două conductoare emailate, bobinajul fiind tras cît mai strîns, folosindu-se două sîrme Cu-Em ⌀ 0,35...0,5 mm, înfășurînd cîte 100 de spire pentru fiecare secțiune. Înfășurarea *D*, prin care se aplică un semnal de reacție negativă, care reduce distorsiunile neliniare și prin care se îmbunătățește performanța etajului final, numără 10 spire, bobinate cu conductor Cu-Em ⌀ 0,8...1,2 mm. Între diversele straturi ale bobinajului se vor dispune straturi izolatoare de hîrtie obișnuită de scris, trei straturi între primarul *A* și secundarele *B* și *C* și cîte un strat de hîrtie între straturile de spire, pentru ca sîrma să se așeze corect. După fixarea capetelor bobinelor pe carcasă, pe niște clipsuri metalice, prin cositorire, se trece la introducerea alternată a tolelor pe carcasă și fixarea elementului de prindere.

Transformatorul de rețea *Tr2* folosește un miez de tole siliciu de circa 8 cm². Se pot folosi, de asemenea, tole de format „economic", cu condiția de a se efectua un bobinaj foarte îngrijit, spiră lîngă spiră, bine strîns, altfel există riscul de a nu putea introduce în bobinaj toată sîrma necesară. Se pot folosi cu mai mult succes tole de tip „manta", cu fereastră largă, care nu ridică probleme deosebite la realizarea transformatorului.

Primarul, *A* și *B*, permite conectarea la rețeaua de 120 V și la cea de 220 V. Secțiunea *A*, pentru 120 V, are 720 de spire, bobinate cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,35...0,4 mm, iar secțiunea *B* are 600 de spire, bobinate cu conductor Cu-Em ⌀ 0,22...0,3 mm. Între straturi se pune foiță parafinată. După trei-patru straturi de izolație cu hîrtie parafinată sau pînză uleiată, se bobinează secundarul *C* și *D*, cu două sîrme deodată, folosind sîrmă Cu-Em ⌀ 0,6...1 mm, care pentru tensiunea de 2 × 33 V totalizează 220 de spire. Tolele se montează alternat, iar capetele înfășurărilor se asigură prin lipire pe clipsuri de tablă, fixate chiar pe carcasă. Este necesar să se fazeze corect sensul înfășurărilor *C* și *D* astfel ca înseriate să dea tensiunea de 66 V. O înseriere greșită anulează tensiunea. Proba se face, bineînțeles, cu un aparat de măsură.

Cele două condensatoare, de filtraj și pentru conectarea difuzorului, pot avea orice valoare între 500... 1 000 μF. Nu este necesar să se mărească valoarea lor prea mult, pentru că, pe de o parte, zgomotul de fond nu scade, fiind destul de redus, iar, pe de altă parte, odată cu creșterea valorii condensatorului pentru conectarea difuzorului, crește și riscul transmiterii unor frecvențe foarte joase, pentru care impedanța difuzorului tinde spre zero, fapt care poate duce la distrugerea tranzistoarelor de putere, prin suprasolicitare inutilă. În schimb, folosirea unor condensatoare la tensiune mai mare, de exemplu, la 70 V sau 100 V, mărește gradul de fiabilitate. Folosirea unor condensatoare prevăzute pentru o tensiune de 25 V este contraindicată deoarece ele se vor claca în scurt timp. Dacă se dispune totuși de un număr de condensatoare, la tensiunea de 25 V, schema de montare a lor se poate modifica conform variantei din figura 35. Difuzorul se va conecta între cele două condensatoare de filtraj, de valoare egală, legate în serie. În ambele variante de montaj se pot folosi, bineînțeles, mai multe condensatoare electrolitice legate în paralel, de valoare mai mică, dacă nu se dispune de condensatoare de valoare indicată. Astfel, cinci condensatoare de cîte 200 μF totalizează

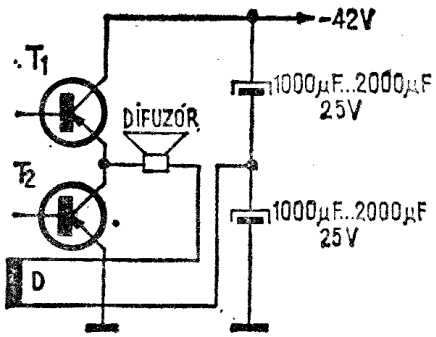


Fig. 35

o valoare de 1000 μF. Aceste metode pot fi utilizate la construcția oricărui tip de amplificator cu tranzistoare, fără transformator de ieșire.

Rezistoarele divizorului de tensiune prin care se aplică polarizarea la baza fiecărui tranzistor, se recomandă să fie bobinate, la cel puțin 5 W. Rezistorul de 3 Ω nu poate fi găsit în comerț, însă este o valoare ușor de realizat de amator prin bobinarea unei sîrme de rezistoare, de manganin sau nicrom, pe corpul unui rezistor chimic sau pe o plăcuță de pertinax. Pentru aceasta, se procură un metru din sîrma de rezistoare, de 0,1...0,2 mm diametru, se măsoară rezistența cu ajutorul unui ohmmetru de precizie și apoi, în funcție de rezistența totală, se taie o bucată cu capete ceva mai lungi în vederea conectării la capetele rezistorului prin matisare, peste care se cositorește. Astfel, în cîteva minute, cele două rezistoare de 3 Ω necesare montajului pot fi ușor realizate.

Tranzistoarele T_1 și T_2 sînt de tip *pnp*, de putere, cu germaniu, cu o putere de disipare totală de cel puțin 30 W. În funcție de această putere disipabilă, se poate obține puterea modulată în difuzor, care la un asemenea montaj este de circa 40% din puterea absorbită. În plus, aceste tranzistoare trebuie neapărat să aibă același factor β, altfel apar distorsiuni la puteri relativ mici, care reduc posibilitățile montajului. Pentru aceasta, tranzistoarele trebuie selecționate prin măsurare, dintr-o serie ceva mai mare.

Pentru acest montaj se pot folosi, de pildă, tranzistoare din seria OC care asigură o putere sinusoidală de circa 20 W sau tranzistoare П4, de orice serie, care asigură o putere de circa 12 W. În caz că se urmărește obținerea unei puteri mai mari, se folosesc tranzistoare de putere mai mare, sau se folosește un artificiu: legarea în paralel a unor tranzistoare de același fel, bază la bază, colector la colector, emitor la emitor, legîndu-se în serie cu fiecare emitor, cîte un rezistor bobinat, realizat așa cum s-a indicat mai sus, cu valoarea de 1 Ω. Alimentatorul, așa cum este conceput, permite obținerea unei puteri maxime de circa 60 W, din care montajul final eliberează o putere sinusoidală de 40%, adică circa 25 W, funcție de tipul tranzistoarelor finale.

O mare parte din puterea absorbită de tranzistoarele finale se transformă în căldură, care trebuie disipată cu ajutorul unor radiatoare termice. Dimensiunea minimă a fiecărui radiator termic trebuie să fie de cel puțin 200 cm², din tablă de dural, aluminiu sau alamă, cu grosimea de cel puțin 2 mm. Radiatoare de dimensiuni insuficiente nu pot disipa puterea cerută și tranzistoarele se defectează.

Diodele folosite pentru redresare trebuie să reziste la o tensiune inversă de cel puțin 100 V, sub un curent de cel puțin 1 A. Se pot folosi cu succes tranzistoare de putere care au o joncțiune defectă; dar este preferabil să se monteze diode de calitate, cum ar fi, de pildă, diodele folosite la alternatoarele auto, de tip RA 120 sau RA 220 care pot redresa pînă la 25 A, avînd și un gabarit destul de redus. La limită, pot fi folosite diodele din seria D7 sau diodele din seria F, cu siliciu. Oricare ar fi tipul de diode folosite, în paralel cu condensatorul de filtraj trebuie să se măsoare o tensiune continuă de circa 42 V, rezultată din redresarea bifazică a tensiunii alternative de 33 V din secundarul transformatorului de rețea *Tr2*. Apariția unei tensiuni mai mici sau încălzirea excesivă a diodelor indică necesitatea schimbării lor, altfel, în afara defectării acestora, apare și riscul arderii transformatorului de rețea.

Transformatoarele și condensatoarele se fixează pe un șasiu de aluminiu, cu dimensiunile de circa 10 × × 18 cm și înălțimea de 1 cm. În caz că este necesar, condensatoarele se montează izolat, folosindu-se plăcuțe de carton prespan sau pertinax. Tot pe asemenea reglete se montează și rezistoarele divizorului pentru polarizarea fiecărui tranzistor. Conexiunile se asigură cu conductor izolat cu polivinil de cel puțin 0,7 mm diametru. Tranzistoarele finale se fixează pe radiatoarele respective, izolate.

După ce montajul a fost realizat, se trece la verificarea și reglarea lui. Pentru aceasta, se branșează un difuzor, preferabil de putere mai mare de 10 W, nefolosindu-se pentru început branșarea în serie cu înfășurarea *D*, adică un capăt al difuzorului se va branșa direct la masă sau, în cazul realizării variantei cu condensatoare înseriate, direct la punctul de înseriere a lor. La capetele înfășurării *A*, din transformatorul de intrare *Tr1*, se branșează, ca sursă de semnal, borna de difuzor suplimentar a unui aparat de radio, picup sau magnetofon, în funcție, cu butonul de control al volumului plasat la un nivel moderat de audiție. Se branșează ștecherul alimentatorului la rețea și în difuzorul etajului final trebuie să se audă amplificat semnalul audio luat de la sursa de semnal. Odată această probă făcută, *se întrerupe alimentarea* de la rețea a etajului final și cu ajutorul ciocanului de lipit, se inversează capetele înfășurării *B*, între baza și emitorul tranzistorului T_1. Se repune montajul în funcție și se constată dacă audiția a fost prima dată mai puternică, ca volum, sau a doua oară, ca urmare a modificării. Bineînțeles, fazarea înfășurării *B* trebuie să asigure randamentul optim și se procedează, dacă este cazul, la restabilirea fazării inițiale. După această operație și reverificarea funcționării normale, tot la nivel moderat, se întrerupe din nou funcționarea. Se branșează înfășurarea *D* în serie cu difuzorul. O branșare corectă ca fază duce la o oarecare reducere a nivelului audiției, dar la o incontestabilă îmbunătățire a calității, rezultat al aplicării reacției negative. Dacă fazarea

este incorectă, apare reacția pozitivă sub forma unei tonalități nenaturale. Montajul trebuie imediat deconectat de la rețea și fazat normal, altfel există riscul distrugerii tranzistoarelor finale. Se verifică, bineînțeles, din cînd în cînd, starea de încălzire atît a diodelor din alimentator, cît și a tranzistoarelor finale care la o audiție cu nivel moderat trebuie să fie reci.

Testarea amplificatorului la puterea maximă trebuie făcută într-un loc izolat, o sală de festivități, de exemplu, fără public, la o oră care să nu deranjeze pe nimeni. Se va doza puterea amplificatorului final astfel ca să nu se distingă în audiție distorsiuni, adică nu se va „împinge" volumul aparatului folosit la maximum. Va fi branșat, bineînțeles, un difuzor de putere cît mai mare — în cutia căruia se poate monta șasiul etajului final (fig. 36) — sau o rețea de difuzoare, legate în serie-paralel, care să totalizeze puterea și impedanța cerută. După o audiție de o oră, atît tranzistoarele finale cu radiatoarele lor, cît și transformatorul de rețea, trebuie să fie doar călduțe, la maximum 60...70°C.

Acest etaj final poate fi folosit pentru amplificarea unor programe obținute de la un aparat de radio, ampli-

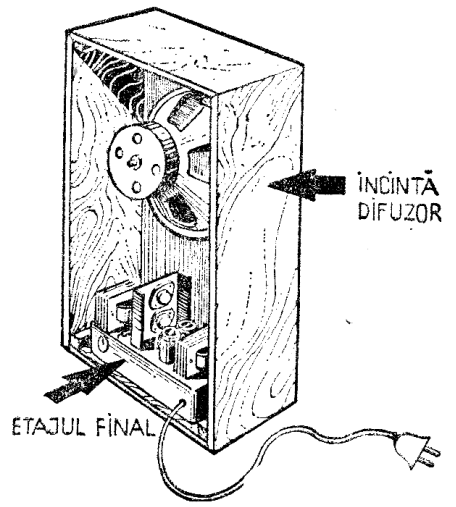


Fig. 36

ficator de picup sau magnetofon, de putere mică sau moderată, care dispun însă la ieșire de cel puțin 300 mW nedistorsionați. Etajul final nu poate asigura puterea maximă prin aplicarea unui semnal de la un casetofon cu performanțe reduse sau un aparat de radio miniatură foarte slab, deși asigură o audiție mult mai puternică și de mai bună calitate decît pe difuzoarele de diametru mic cu care sînt echipate aparatele miniatură.

Prin folosirea lui, se pot organiza audiții muzicale colective, ca sursă de sunet folosindu-se cele care au fost indicate mai sus. Deși nu există posibilitatea de a face mixaj de surse de sunet sau intervenții vorbite la microfon, decît cu oarecare greutate, legate de unele comutări neprevăzute, montajul poate acoperi cu prisosință necesitățile de sonorizare ale unor săli sau terenuri de mari dimensiuni. Pentru stereo? Două montaje identice!

Amplificator clasă A

Amplificatorul prezentat mai jos are un coeficient foarte redus de distorsiuni, sub 1%, pentru o putere utilă de circa 1 W. Schema de principiu, din figura 37, este destul de simplă. Un etaj de preamplificare, urmat

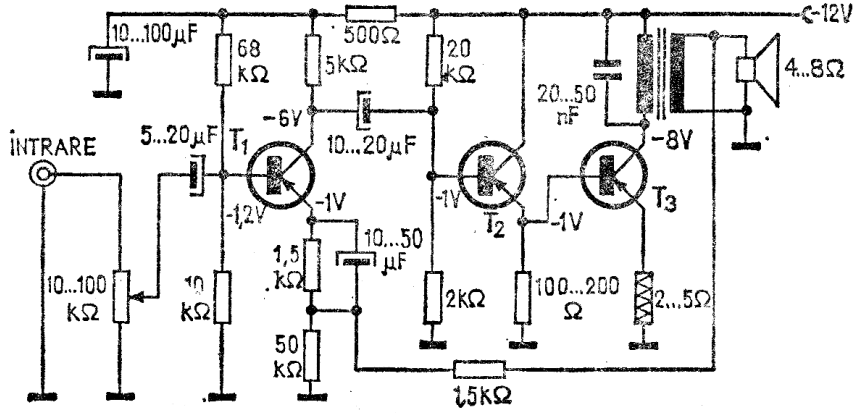


Fig. 37

de un amplificator cu tranzistor compus — Darlington —, cu ieșire pe transformator. Primul tranzistor poate fi de orice tip de audiofrecvență *pnp*, de mică putere, cu zgomot propriu redus, cu germaniu, de exemplu, EFT 351. Al doilea tranzistor poate fi de același fel, dar este de preferat un tranzistor de putere medie, de exemplu, AC 180 sau EFT 125. Tranzistorul final poate fi ales din tipurile de putere existente în comerț, de pildă ASZ 15, OC 26, II4 etc.

Singura piesă care ridică unele „dificultăți" este transformatorul de ieșire care poate fi realizat de amator prin rebobinarea unui transformator de difuzor de radioficare, sau folosind un miez de 1,5...2 cm². Tolele se vor monta E de o parte, I de altă parte, cu un întrefier realizat dintr-o bucățică de hîrtie, nu mai groasă de 0,15 mm. Înfășurarea primară numără 500 de spire, bobinate cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,2...0,25 mm, iar secundarul 100 de spire cu conductor Cu-Em ⌀ 0,7...0,8 mm.

Întregul montaj se realizează pe o plăcuță de aluminiu sau de alamă, de 1,5...2 mm grosime, îndoită în formă de L. Dimensiunile plăcuței sînt dictate de dimensiunile transformatorului de ieșire, care se montează pe această placă-suport, ce servește și ca radiator pentru tranzistorul de putere (fig. 38). Acesta poate fi

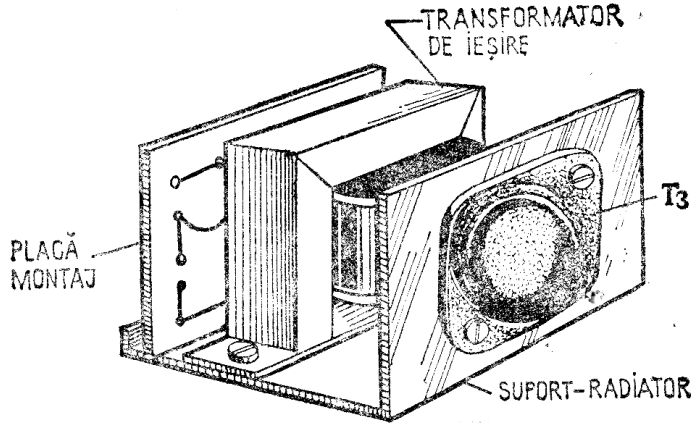


Fig. 38

montat direct pe placă, dar atunci toată placa suport trebuie bine izolată de alte montaje, fiind conectată la minusul izolat al sursei de alimentare. În acest caz, tranzistorul poate fi montat izolat, printr-o plăcuță de mică, dar răcirea tranzistorului, care funcționînd în clasă A are de disipat multă căldură, se face ceva mai dificil.

Punerea în funcțiune a montajului, care se va face după ce s-a verificat cu atenție calitatea cablajului, nu ridică probleme deosebite. Se alimentează montajul de la o sursă de curent continuu de 12 V, se conectează un difuzor și se măsoară cu ajutorul unui instrument de măsură existența tensiunilor notate pe schema de principiu. În caz că există diferențe, este bine să se ajusteze valoarea rezistoarelor din circuitul de polarizare respectiv, pînă la obținerea valorilor normale. În caz că nu se poate obține o corecție, înseamnă că tranzistorul respectiv, în cadrul căruia apare anomalia, este defect și se schimbă. Dacă în difuzor se aude un „urlet", se inversează capetele transformatorului de ieșire, fie la primar, fie la secundar, pentru a obține efectul dorit, de reacție negativă, care mărește stabilitatea montajului, micșorează distorsiunile și lărgește curba de răspuns.

Montajul, așa cum este conceput, poate servi, de exemplu pentru amplificarea, într-un automobil, a unui program audio de la un aparat de radio de buzunar sau casetofon. În caz să se urmărește alimentarea la rețea, pentru aparatură staționară, se poate folosi montajul de alimentator din figura 39. Transformatorul de rețea folosește un miez de tole alternate E + I cu secțiunea de 3 cm². Primarul se bobinează cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,12...0,15 mm și are 1 600 + 1 200 de spire. Secundarul se bobinează cu două sîrme deodată, în așa-zisul bobinaj bifilar, care totdeauna e perfect simetric. Pentru aceasta se bobinează cu două sîrme Cu-Em de diametru identic, între 0,4 și 0,5 mm, un număr de 150 de spire. După asamblarea transformatorului, cele două înfășurări se înseriază. Beculețul-pi-

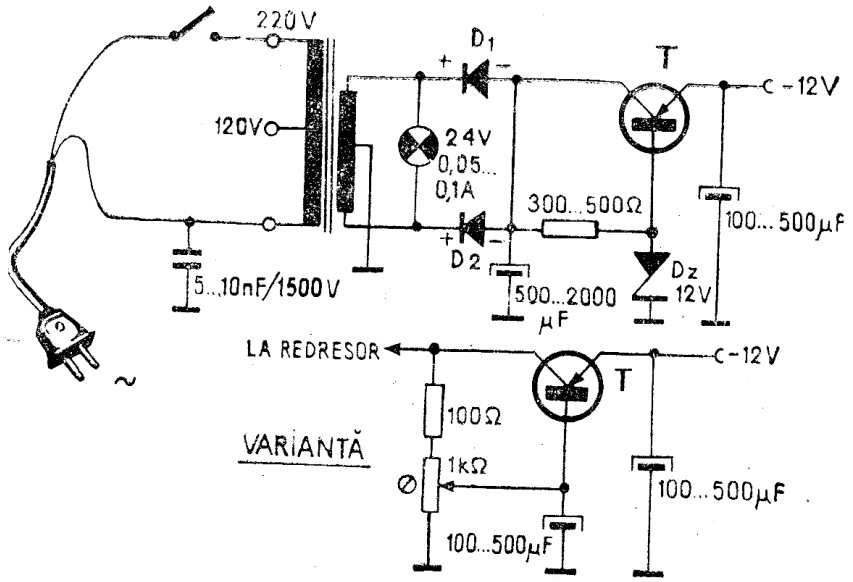


Fig. 39

lot legat în paralel pe secundar, cu rolul de a semnala funcționarea alimentatorului, este facultativ. Redresarea se face cu ajutorul a două diode cu joncțiune, de putere, de orice tip, fie cu siliciu, fie cu germaniu, care să reziste la un consum de circa 200 mA. Se pot folosi și joncțiuni valide de la tranzistoare de putere defecte, conectate corespunzător. Ca tranzistor de putere se poate folosi orice tip cu germaniu, de putere disipată mai mare de 10 W, fără radiator. În lipsa unei diode Zener de 12 V se poate folosi varianta din figura 39, consumul fiind constant. Pentru funcționare stereo, se vor executa două montaje identice. În acest caz, transformatorul se va redimensiona.

Amplificator final cu tranzistoare cvasicomplementare

În figura 40 este prezentată o schemă devenită clasică în construcțiile de amplificatoare cu tranzistoare, pentru a cărei realizare trebuie respectată o sin-

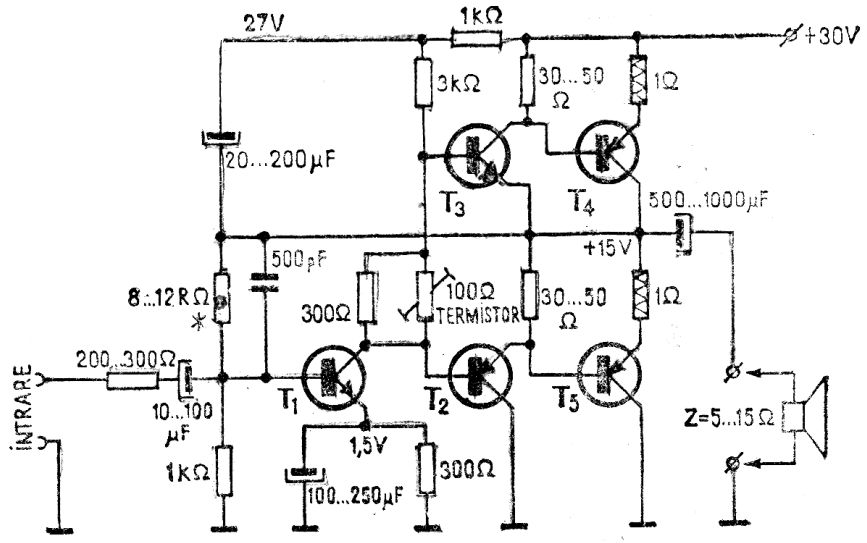


Fig. 40

gură condiție: să se aleagă cu deosebită atenție tranzistoarele necesare și să nu se depășească tensiunea de alimentare indicată. În caz contrar, montajul nu va funcționa și s-ar putea chiar distruge, de la prima încercare, tranzistoarele finale din germaniu.

Tranzistorul T_1 (*npn*, cu siliciu sau germaniu) poate fi de orice tip, cu condiția ca tensiunea lui de colector să admită mai mult de 30 V. Puterea admisibilă pe colector să fie mai mare de 100 mW, iar $\beta > 50$. Acest tranzistor funcționează ca amplificator în tensiune, livrînd semnal amplificat pe bazele perechilor de tranzistoare cvasicomplementare T_3-T_4 și T_2-T_5, montate în schemă Darlington. Tranzistoarele T_3 și T_2 trebuie să fie complementare, cu exact același coeficient de amplificare $\beta > 50$; dar nu mai mare de 200. Se pot folosi tranzistoare cu germaniu, de pildă AC 180 și AC 181. Tranzistoarele finale, de asemenea, trebuie alese cu același factor de amplificare $\beta > 50$. Pot fi folosite tranzistoarele OC 26, OC 16, ASZ 15...18 sau altele corespunzătoare, adică admițînd un curent de

colector de cel puțin 3 A, la o putere de cel puțin 30 W, cu condiția de a fi instalate pe un radiator termic cu suprafața de cel puțin 100 cm² fiecare, sau adoptîndu-se metoda de montare a tranzistoarelor direct pe șasiul amplificatorului, care va juca rolul de radiator de mari dimensiuni. Iată și alte particularități ale amplificatorului: un condensator de 500 pF cuplat între ieșirea amplificatorului și intrare reduce riscul de autooscilație pe frecvențe ultrasonore, defect des întîlnit la construcții de acest gen. Prezența acestui condensator limitează oarecum redarea frecvențelor înalte, dar aceasta rămîne totuși bună, în limite admisibile pentru o înaltă fidelitate. Termistorul de 100 Ω este neapărat necesar; el se montează în imediata apropiere a tranzistoarelor finale, pe același radiator. În caz că se dispune de termistoare cu valoare de 50 Ω, ele se vor monta în serie, fiecare în apropierea unui tranzistor final. Rezistoarele bobinate de 1 Ω ridică valoarea impedanței de intrare a tranzistoarelor finale și oferă, în același timp, o mărire a coeficientului de siguranță.

Iată care sînt datele de funcționare ale unui asemenea montaj. Tensiunea cerută la intrare, pentru maximum de putere la ieșire, este de circa 0,35 V. Impedanța de intrare este de circa 600 Ω. Tensiunea sinusoidală la ieșire este de circa 8 V/5 Ω, corespunzînd unei puteri de 12 W, cu distorsiuni sub 2%. Consum maxim 0,8 A, consum în repaus, circa 30 mA. Amplificarea în tensiune este de circa 20 (+ 25 dB). Curba de răspuns este de la 17 Hz la 25 kHz, pentru o neliniaritate mai mică de 2 dB, dată de 1 000 Hz.

Pentru reglarea montajului se aplică un instrument de măsură — voltmetru — între legătura comună a celor două tranzistoare finale și masă. În caz că se citește o valoare deosebită de 1/2 din tensiunea de alimentare de 30 V, adică 15 V, se intervine asupra valorii rezistorului de polarizare a tranzistorului T_1, notat cu steluță.

Această operație nu trebuie făcută cu amplificatorul în stare de funcționare, pentru că întreruperea polarizării tranzistorului T_1 duce la distrugerea tranzistoarelor finale. Cel mai corect procedeu este folosirea în locul respectivului rezistor a unui potențiometru de circa 25...50 kΩ, care se reglează pînă la obținerea valorii citite de 15 V, apoi montajului i se scoate alimentarea, se scoate potențiometrul din montaj, fără a se mișca cursorul, se citește pe un ohmmetru valoarea respectivă și apoi în montaj se montează, pentru polarizare, un rezistor de valoare identică. Aceasta este toată operația de reglare a montajului care, executat cu piese de bună calitate, nu are motive de defectare și poate funcționa un timp îndelungat.

Ca preamplificator se poate atașa orice montaj prezentat ca atare în lucrarea de față, fiecare fiind capabil să ofere cu prisosință treimea de volt necesară excitării etajului final. Prin folosirea unui preamplificator mixer, de exemplu, amplificatorul poate fi folosit la diverse sonorizări. Prin confecționarea în dublu exemplar, amplificatorul devine stereofonic.

În cazul realizării diverselor montaje, cu unul sau mai multe canale, singurul bloc care trebuie modificat este alimentatorul. În figura 41 este prezentată

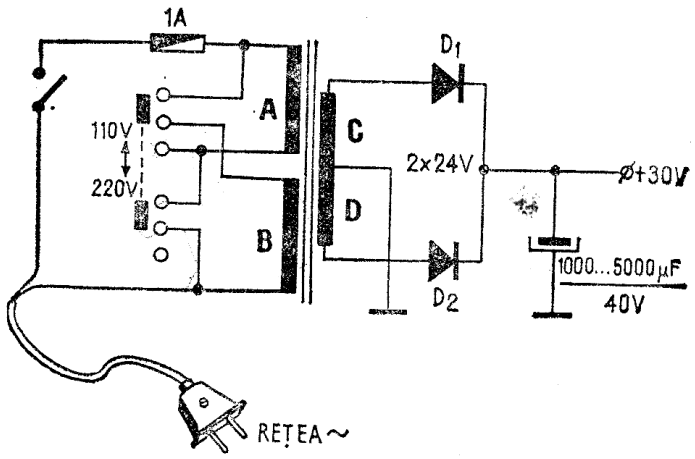


Fig. 41

schema unui asemenea alimentator, în care redresarea se face cu ajutorul a două diode, cu un secundar dublu, bobinat bifilar pentru simetrie absolută. În figura 42 este prezentat un alt alimentator, cu punte redresoare formată din patru diode, deservite de un singur secundar, care dă aceleași rezultate. Pentru un montaj monofonic, transformatorul de rețea poate fi dimensionat la o putere de 40...50 W. Pentru două etaje finale, în montaj stereofonic, trebuie un transformator de putere dublă. În primul caz, un miez de 5...6 cm², în al doilea caz, un miez de 8...10 cm², cu bobinajul foarte strîns. Iată numărul de spire pentru un miez de 5 cm²: primarul va avea 1 000 + 1 000 de spire, bobinate cu conductor Cu-Em ⌀ 0,2...0,3 mm, iar secundarul 250 de spire, bobinate cu conductor Cu-Em ⌀ 0,6 mm. Pentru varianta stereo, se va folosi un miez de 8 cm²; primarul va avea 620 + 620 de spire, bobinate cu conductor Cu-Em ⌀ 0,3...0,35 mm, iar secundarul va avea 180 de spire, cu conductor Cu-Em ⌀ 0,9...1 mm. Se folosesc diode de putere, eventual cele pentru alternator auto (RA 120 sau RA 220), care rezistă la curenți pînă la 20 A. În lipsă, pentru varianta monofonică se pot utiliza diode de redresare pentru televizor, de orice tip, sau tranzistoare de putere care au cîte o joncțiune validă.

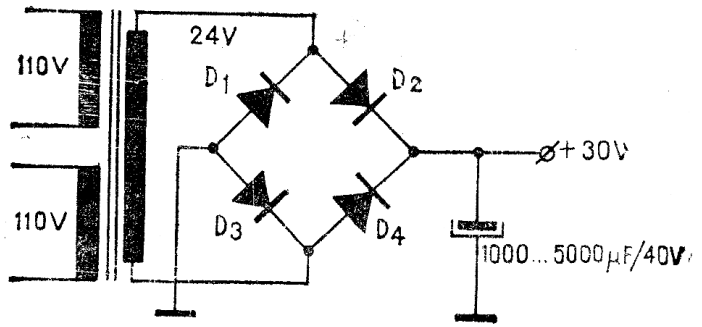


Fig. 42

Amplificator final de 25 W

Obținerea unor puteri mari, de peste 10 W, prin folosirea unor tranzistoare cu germaniu, este posibilă doar atunci cînd etajele de amplificare nu sînt cuplate galvanic între ele și sînt separate fie prin transformatoare, fie prin circuite RC.

Separarea din punct de vedere al componenței de curent continuu este neapărat necesară la asemenea amplificatoare, pentru că altfel, orice fugă termică a unui tranzistor este transmisă tranzistoarelor finale, care se distrug. Există totuși o posibilitate de a obține o putere modulată mult mai mare dintr-un etaj final echipat cu tranzistoare cu germaniu, folosind pentru atac, tranzistoare cu siliciu, care au o fugă termică mult mai redusă și care măresc considerabil soliditatea (fiabilitatea) montajului.

În figura 43 a este prezentată o asemenea variantă de etaj final. Tranzistoarele T_1, T_2 și T_3 sînt cu siliciu: T_1 poate fi orice tip cu $\beta > 200$, de exemplu, BC

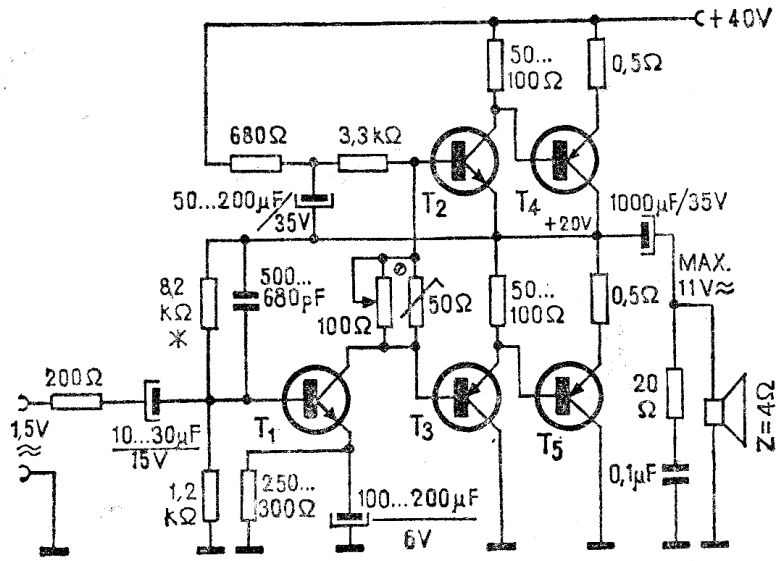


Fig. 43 a

107...109 sau KT 315. T_2 trebuie să fie complementarul tranzistorului T_3 și, pe cît posibil, ambele tranzistoare să aibă coeficientul de amplificare cît mai apropiat (nu mai diferit decît maximum 15%). Ca perechi complementare pot fi folosite tranzistoarele BC 125 și BC 126 sau BD 135 și BD 136 sau alte tipuri ușor de găsit. Pentru a mări puterea disipată a acestor tranzistoare, fiecare din ele trebuie să fie echipate cu un radiator termic din tablă de aluminiu de 0,5...1 mm grosime, formată ca un cilindru sau șină, în care se introduce, prin presare, tranzistorul. O lungime a radiatorului de 30 mm este suficientă pentru fiecare tranzistor, pentru ca temperatura lui, în stare de funcționare, să nu depășească 50°C.

Tranzistoarele T_4 și T_5 sînt cu germaniu, de putere (preferabil mai mare de 40 W). De remarcat faptul că datorită stabilității mai mari, prin folosirea tranzistoarelor cu siliciu, etajul final poate elibera cei 25 de wați și prin folosirea unor tranzistoare de putere mai mică, bineînțeles nu mai mică de 10 W disipabili, tranzistoarele fiind fixate pe radiatoare eficiente. Astfel se pot folosi perechi asortate ca egalitate a coeficientului de amplificare, cu factor beta nu mai mic de 30 și diferență de amplificare între tranzistoare mai mică de 15%. Se pot folosi tranzistoare OC 26, ASZ 15...18, EFT 250, 239, 212. Cu rezultate ceva mai reduse pot fi folosite și tranzistoare care au limita de frecvență mai joasă de 20 kHz (tranzistoare de producție mai veche).

Montajul are următoarele particularități: intrarea are o sensibilitate de 1,5 V, adică 6 dB, pe o impedanță de 600 Ω. Un preamplificator cu unul sau două etaje oferă atacul. La ieșire se obține o tensiune sinusoidală de circa 11 V nedistorsionați. Pentru o putere de 25 W, distorsiunea la ieșire este insesizabilă, sub 1%, bineînțeles în situația ca montajul să fie executat corect, cu piese corespunzătoare și bine reglat. Puterea maximă se obține pe o impedanță a circuitului difuzorului de 4...5 Ω. O impedanță mai redusă duce la deteriorarea tranzistoarelor finale; o impe-

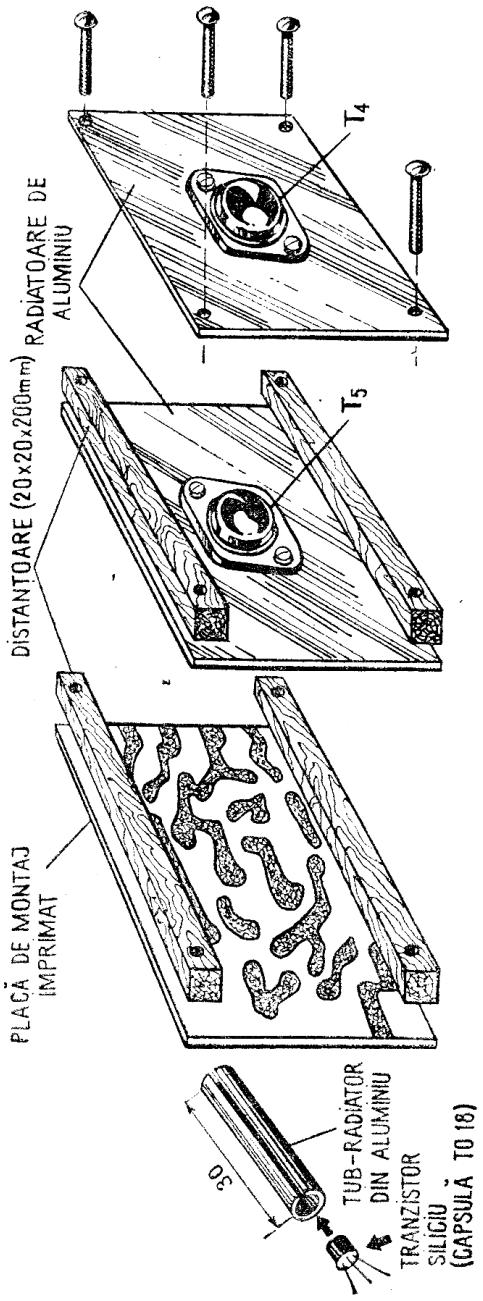


Fig. 43 b

danță mai mare nu strică audiției, dar reduce din putere, fără risc pentru viața tranzistoarelor. Consumul de vîrf, la o tensiune de alimentare de 40 V, nu depășește 1 A. Cu o tensiune de alimentare mai mică, puterea scade, iar cu o tensiune mai mare, crește riscul de defectare a montajului.

Montajul se poate executa pe trei plachete cu dimensiunile de 100×200 mm (fig. 43b). O plachetă va fi de pertinax, cu cablaj imprimat, pe care se montează tranzistoarele T_1, T_2 și T_3 precum și piesele aferente. Alte două plachete, decupate din tablă de aluminiu sau alamă, cu aceleași dimensiuni, cu o grosime minimă de 3 mm, servesc drept radiatoare pentru tranzistoarele finale T_4 și T_5. Distanțoare din lemn, fibră sau plastic servesc pentru rigidizarea ansamblului și în același timp, pentru izolarea electrică. La fixare se folosesc șuruburi pentru lemn, în orificii practicate în prealabil, cu un diametru ceva mai mic decît al șuruburilor. La montarea în casetă se va remarca izolarea plachetei lui T_4.

Reglajul montajului să face cu ajutorul potențiometrului semireglabil dispus în paralel cu termistorul de 50 Ω. Se reglează pentru un curent de repaus al tranzistoarelor finale de circa 50 mA sau, fără instrumente, pe minim de distorsiuni. În acest caz se pornește de la valoarea minimă a potențiometrului, iar poziția cursorului se păstrează acolo unde distorsiunea este minimă, la o audiție cu volum redus. Acest reglaj dozează curentul de repaus al tranzistoarelor finale; o mărire nu strică fidelității audiției, dar prin încălzirea inutilă a tranzistoarelor finale duce la distrugerea lor prematură. De aceea, reglajul tensiunii de polarizare, de care depinde curentul de repaus este o operație care nu trebuie executată la întîmplare.

Un alt reglaj, foarte important, este distribuirea tensiunii de alimentare, în mod egal, între cele două tranzistoare finale. Pe joncțiunea emitor-colector a fiecărui tranzistor trebuie să cadă o tensiune egală cu jumătate din tensiunea de alimentare; în cazul de față,

20 V. Dacă există o nesimetrie în repartizarea tensiunilor, care se constată prin conectarea unui instrument de măsură — voltmetru — între conexiunea de colector a lui T_4 și emitorul lui T_5, restabilirea balansului se face prin reglarea valorii rezistorului notat cu steluță, prin care se polarizează baza lui T_1. Este bine ca în cursul operației de reglaj să se înlocuiască rezistorul de 8,2 kΩ cu un potențiometru de 10...25 kΩ. Odată obținut reglajul, se determină cu ajutorul unui ohmmetru valoarea pe care a avut-o porțiunea de rezistență a potențiometrului inclusă în circuit și se înlocuiește cu un rezistor de aceeași valoare. Aceeași operație se poate face pentru înlocuirea potențiometrului semireglabil care șuntează termistorul, tot cu un rezistor.

Amplificatorul poate fi realizat în variantă monofonică, sau stereofonică, dublînd numărul de piese. El poate fi folosit pentru sonorizări în săli de mari dimensiuni, deoarece este de preferat ca în locul construirii unui amplificator de mare putere, să se confecționeze mai multe amplificatoare mici, de cîte 25W, fiecare alimentînd cîte un grup de difuzoare. Pentru audiții de înaltă fidelitate, în casă, atît puterea cît și calitatea lui pot satisface cele mai exigente cerințe.

Amplificator final de 50 W

Amplificatorul final prezentat în figura 44 ar putea dezvolta o putere maximă de aproape 100 W, dar, pentru a avea un factor de distorsiuni mai mic de 2%, care este o valoare convenabilă, puterea lui de ieșire este în jur de 50 W. Curba de răspuns începe sub 20 Hz și acoperă în domeniul acut peste 30 kHz, datorită factorului de reacție negativă foarte puternic, care reduce distorsiunile și aplatizează curba de răspuns.

La intrare, un tranzistor T_1, de tip *npn* cu siliciu (poate fi și cu germaniu) capabil să reziste la o tensiune de colector mai mare de 30 V, la o putere disipată de peste 120 mW, se cuplează direct cu tranzistorul T_2,

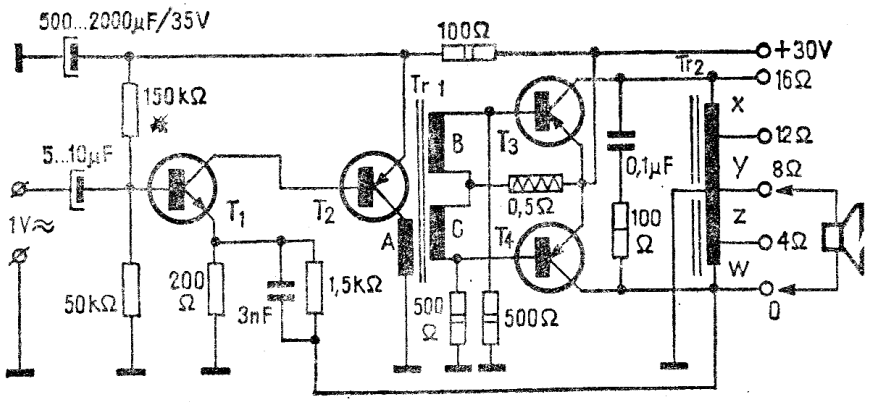


Fig. 44

de tip *pnp*, de putere (cel puțin 20 W), rezistînd la o tensiune de colector de cel puțin 30 V. Prin cuplajul direct se asigură o bandă largă de trecere, de la cîțiva herți, la cîteva zeci de kiloherți, tranzistorul de putere atacînd primarul unui transformator simetric de defazare. Secundarele transformatorului defazor sînt conectate la bazele tranzistoarelor finale de putere T_3 și T_4 care, la rîndul lor, trebuie să aibă o putere maximă disipabilă mai mare de 50 W, admițînd un curent de colector mai mare de 5 A, la o tensiune mai mare de 60 V. Tranzistoarele finale au ca rezistență de sarcină un autotransformator, pe ale cărui prize se poate cupla orice tip de difuzoare (4 — 16 Ω). De la colectorul lui T_4, la emitorul lui T_1 se realizează un circuit de reacție negativă printr-un circuit RC, în care rezistența controlează aplicarea reacției negative pe registrul de frecvențe joase și medii, iar condensatorul, în porțiunea de frecvențe înalte (în total peste 25 dB de reacție negativă), care are un efect puternic de îmbunătățire a performanțelor. Tot pentru îmbunătățirea performanțelor s-a ales, pentru ieșire, nu un transformator de ieșire, ci un autotransformator, care reduce inductanța de scăpări la o valoare neglijabilă, evitîndu-se prin aceasta apariția distorsiunilor de intermodulație care ar putea apărea în transformatoarele de ieșire.

Pentru polarizarea ambelor tranzistoare T_1 și T_2 se folosește un rezistor de 150 kΩ, care convine dacă cele două tranzistoare au fiecare un factor $\beta = 50$. În caz că tranzistoarele au alt factor de amplificare, pot apărea distorsiuni din cauza unei polarizări insuficiente sau saturării tranzistorului T_2. Pentru aceasta, este necesar să se caute prin încercări valoarea rezistorului de polarizare, pînă la obținerea unor distorsiuni minime. De obicei, este necesar să se mărească această valoare. Polarizarea etajului final este asigurată prin divizoarele de tensiune, realizate prin înserierea rezistoarelor de 500 Ω cu înfășurările secundare ale transformatorului defazor și cu rezistorul de 0,5 Ω. Rezistoarele de 500 Ω trebuie să fie la o putere de disipare de cel puțin 2 W, pentru a nu se arde, întrucît prin ele circulă un curent destul de important. Între colectoarele tranzistoarelor finale T_3 și T_4, în paralel cu capetele autotransformatorului de ieșire, există un grup RC, care are rolul de a tăia frecvențele ultrasonore ce ar putea apărea la capetele autotransformatorului.[1] Fără acest grup RC, joncțiunile de colector ale tranzistoarelor finale ar putea să fie străpunse chiar de la prima încercare, din cauza tensiunilor mari ale frecvențelor ultrasonore. Prin aceasta nu se limitează redarea frecvențelor audio înalte, mai mult decît suficiente. O filtrare eficientă a tensiunii de alimentare a primelor două tranzistoare are drept scop reducerea zgomotului de fond și reducerea pericolului oscilației pe frecvențe joase. Se impune deci folosirea unui condensator cu capacitate cît mai mare.

Două elemente deosebit de importante pentru realizarea amplificatorului sînt cele două piese de cuplaj, transformatorul defazor și autotransformatorul de ieșire. Ele se înfășoară pe carcase de carton, puse pe tole de siliciu cu grosimea de 0,35 mm. Pentru micșorarea inductanței de scăpări, ambele bobinaje se fac întrețesut. Astfel, transformatorul defazor se bobinează pe un miez de 1... 1,5 cm², cu tolele E plasate de o parte, iar tolele

[1] Denumit circuit Boucherot.

I separat, printr-o fișie de hîrtie ca întrefier, aceasta pentru că prin primarul acestui transformator circulă o componentă continuă și trebuie evitată magnetizarea excesivă a miezului (saturația lui magnetică), care reduce performanțele de transfer. Primarul A este alcătuit din două jumătăți de cîte 150 de spire, bobinate cu conductor Cu-Em ⌀ 0,25 mm, între care se bobinează secundarul (B și C), cu două sîrme deodată, bifilar, numărînd 50 de spire pentru fiecare secțiune, cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,5 mm. Iată în detaliu cum se procedează: se bobinează mai întîi 150 de spire, adică o jumătate din înfășurarea primară. Se înfășoară două straturi de hîrtie parafinată și se face bobinajul bifilar, cu cele două jumătăți ale secundarului. Se înfășoară alte două straturi de hîrtie parafinată și se bobinează, în același sens, restul de înfășurare a primarului. După bobinare, se face înserierea atît a bobinelor din primar, cît și, separat, a celor două secțiuni ale secundarului. După introducerea tolelor E pe carcasă, ele se rigidizează față de tolele I, cu ajutorul unui element de prindere din tablă de aluminiu sau alamă. Să nu se uite punerea unei fișii de hîrtie, de 0,1 mm, ca întrefier între tolele I și E.

Autotransformatorul de ieșire se bobinează tot pe un miez de tole siliciu, dar cu o secțiune a miezului de 8...10 cm². Tolele se montează alternat. Înfășurările x, y, z, w comportă un număr mic de spire, fiecare doar 50 de spire. Bobinajul se face bifilar, folosindu-se sîrmă Cu-Em ⌀ 1,2...1,5 mm. Se bobinează astfel cu două sîrme în paralel, secțiunea x și y alcătuind o singură sîrmă, iar secțiunea z și w alcătuind sîrma a doua. După bobinare, se face fazarea înfășurărilor. Tolele se fixează, de asemenea, cu ajutorul unui element de prindere din tablă. Cele două transformatoare se vor monta la o distanță de cel puțin 10 cm între ele, cu axele bobinelor perpendiculare pentru a evita cuplajele magnetice.

Pentru alimentare se folosește un alimentator care poate da 30 V curent continuu sub 4...5A, de exemplu,

alimentatorul prezentat în fig. 41 sau 42. Consumul în gol este mai mic decît 200 mA.

Poate fi folosit cu succes și un stabilizator de tensiune pentru 30 V, dar în acest caz schema se complică inutil. În caz că se urmărește construirea unui amplificator stereofonic, se pot construi, bineînțeles, două asemenea etaje finale, dar pentru evitarea cuplajelor supărătoare între cele două canale prin sursa de alimentare se recomandă să se construiască fiecare canal separat, cu sursa proprie de alimentare, cu cîte un transformator cu miez de 12...15 cm².

Tranzistoarele de putere se vor monta pe radiatoare termice. Astfel, tranzistorul T_2 funcționînd ca amplificator clasă A, se va monta obligatoriu pe un radiator cu suprafață de cel puțin 30 cm². Tranzistoarele finale vor avea radiatoare de cel puțin 100 cm², în caz că amplificatorul va funcționa cu putere moderată, sau dimensiunea se va mări corespunzător puterii care se cere de la montaj. La punerea în funcțiune, se va alimenta montajul cu o tensiune pe jumătate, sau chiar mai redusă, pentru a se verifica dacă nu cumva bucla de reacție negativă este cuplată greșit. Un cuplaj greșit este imediat anunțat de amplificator printr-un acroșaj (un „urlet" puternic) datorat reacției pozitive. În acest caz, se va întrerupe imediat alimentarea montajului și se va inversa sensul de branșare al primarului transformatorului defazor, după care se poate trece la alimentarea montajului cu tensiunea nominală.

Deși pare mai greu de realizat, din cauza bobinajelor, montajul are o fiabilitate excepțională, calitate desăvîrșită și, în plus, are avantajul că se poate realiza cu materiale pe care orice constructor amator le poate avea la dispoziție. Astfel, pentru T_1 convine orice tranzistor din seria BC, pentru T_2 se pot folosi II 201... 203, OC 26 sau similare, iar pentru T_3 și T_4 tranzistoarele OC 26, ASZ 15 sau II 4 din orice serie. Un avantaj care nu poate fi trecut cu vederea: un scurtcircuit al sarcinii, sau desfacerea sarcinii, nu distrug tranzistoarele finale, fapt care este deosebit de important pentru lucrări de teren sau pentru diverse sonorizări.

Regulatorul de volum compensat

Urechea umană prezintă două particularități interesante. În primul rînd, sensibilitatea ei la diferite nivele acustice este logaritmică, de aceea, ea simte un nivel dublu pentru o presiune sonoră de zece ori mai mare. Pentru reglarea nivelului audiției, în aparatajul electroacustic de orice fel se folosesc potențiometre de volum cu caracteristică logaritmică. Doar acestea permit o reglare a nivelului care pare firească. Odată cu rotirea axului potențiometrului în sensul acelor de ceasornic, spre maxim, audiția crește liniar ca intensitate sonoră. În caz că se montează un potențiometru cu creștere liniară a valorii, la rotirea axului se vor obține rezultate neașteptate și neplăcute în audiție, volumul crește brusc doar la maximul cursei și nu se pot obține reglaje fine. De aceea, potențiometrele cu variație liniară nu se recomandă pentru controlul volumului.

A doua particularitate a auzului uman este lipsa de sensibilitate foarte pronunțată la nivele reduse de audiție, la frecvențele joase — mai ales — cît și la frecvențele înalte. În figura 45 se arată cum se comportă urechea umană — funcție de frecvență — la diverse

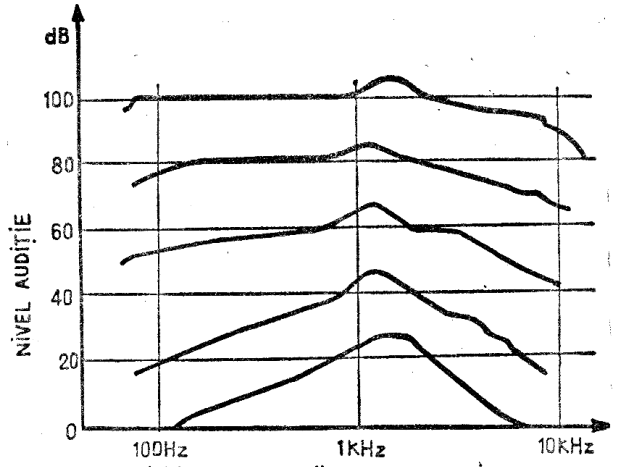


Fig. 45

nivele sonore. Astfel, la un nivel de circa 100 dB, curba de răspuns a urechii este aproape liniară. Pe măsură ce nivelul coboară, urechea nu mai sesizează frecvențele înalte și mai ales pe cele joase și aceasta explică faptul pentru care mulți amatori de muzică, pe timpuri, audiau aparatele de radio la maximum de volum. Există deci o „surzenie normală" funcție de nivel și de frecvențe. Cunoașterea acestei particularități a urechii a permis realizarea unor dispozitive electronice pentru compensarea pierderii de sesizare a frecvențelor la nivele reduse de audiție. Astfel, în figura 46 a este prezentată schema de bază, clasică, a unui regulator de volum compensat, care permite o mărire a nivelului frecvențelor joase, la nivele reduse de audiție, adică atunci cînd cursorul potențiometrului este plasat spre minimum. Așa cum se observă în figură, pe potențiometru, pe porțiunea rezistivă și anume la o treime din cursă — dinspre capătul de masă —, este luată o priză. Asemenea potențiometre cu priză se produc în

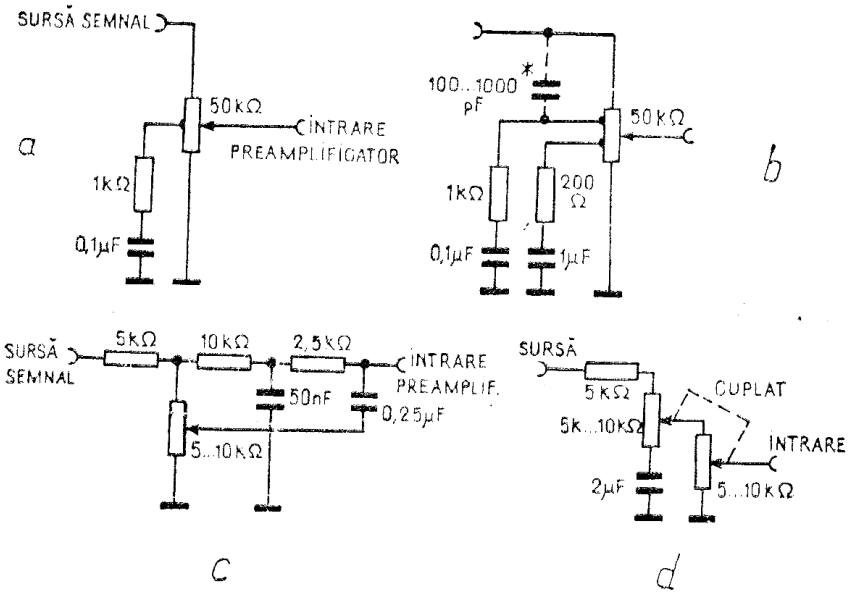
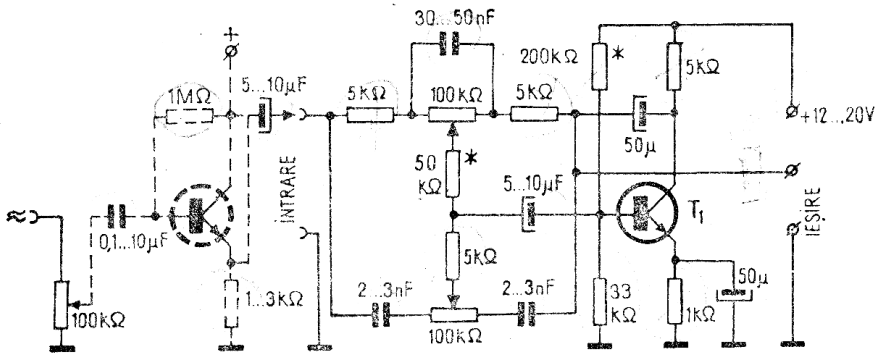


Fig. 46

mod obișnuit, fiind, bineînțeles, de tipul clasic pentru controlul volumului, adică prezentînd o caracteristică logaritmică de variație a valorii. Între această priză și masă se conexează un grup RC care atenuează frecvențele înalte și medii, frecvențele joase fiind favorizate. Astfel, atunci cînd se micșorează nivelul audiției, frecvențele joase ies în evidență, fiind mai bine sesizate auditiv. Acest tip de regulator de volum compensat fiziologic poate fi aplicat la intrarea oricărui preamplificator, pentru diverse sonorizări, dar nu poate fi admis la potențiometrele de volum din magnetofoane sau casetofoane, pe înregistrare, întrucît atunci cînd s-ar folosi porțiunea spre minim a potențiometrului de volum, tonalitatea înregistrării s-ar deforma, fiind accentuate frecvențele joase. La o redare de nivel normal, aceasta nu ar mai corespunde realității. În asemenea cazuri, dacă potențiometrul se folosește atît la înregistrare cît și la redare, se poate face grupul RC să fie comutabil, conectat numai la redare. Dar, în afară de acest sistem de compensator fiziologic există și altele. De pildă, în figura 46 b, este prezentat un sistem care folosește un potențiometru cu două prize. La priza superioară, grupul RC permite o oarecare compensare a frecvențelor joase, iar priza situată mai jos, cu un alt grup RC permite o evidențiere mai puternică a frecvențelor joase. Astfel, se obține o deosebită plasticitate a audiției la nivele reduse. De asemenea, condensatorul notat punctat, permite o ridicare a nivelului și a frecvențelor înalte. Valoarea se determină experimental, după propriul gust. În figura 46 c se arată cum se poate folosi un potențiometru fără priză pentru reglajul de volum compensat fiziologic. Efectul obținut este foarte pronunțat. În figura 46 d, pentru a obține reglajul de volum compensat, se folosesc două potențiometre logaritmice cuplate pe același ax. Oricare ar fi schema folosită, prezența reglajului de volum compensat fiziologic îmbunătățește considerabil calitatea audiției la nivele mici.

Corector de ton Baxandall

Pe un etaj de preamplificare, realizat cu un tranzistor cu siliciu de orice tip, de mică putere, cu factor de amplificare $\beta > 100$, se aplică o buclă de reacție negativă, selectivă de frecvență, prin circuite reglabile RC, cu ajutorul a două potențiometre liniare de 100 kΩ (vezi fig. 47). Rezultatul este obținerea unui etaj corector de timbru al audiției, denumit *Baxandall*, cu ajutorul căruia se poate regla atît nivelul frecvențelor joase, cît și al celor înalte, în limita a circa ± 20 dB. Factorul de amplificare al etajului, cu potențiometrele plasate la jumătate de cursă, este de circa 1, adică semnalul trece neamplificat prin montaj. Datorită aplicării buclei de reacție negativă, factorul de distorsiuni introdus de acest corector este mai mic decît 1‰. Pentru ca montajul să aibă randamentul maxim, se recomandă ca el să urmeze după un etaj de preamplificare cu repetor de emitor, cu rezistență pe emitor de 1...3 kΩ. Bineînțeles, nici repetorul pe emitor nu dă amplificare, factorul lui de transfer fiind tot 1, dar astfel se obține adaptarea optimă. Piesele notate cu steluță trebuie potrivite la punerea la punct a montajului. Toate celelalte piese pot diferi de la valorile indicate cu pînă la 50%, diferența fiind insesizabilă de ureche. Montajul funcționează normal cu o tensiune audio, la intrare, de la cîțiva milivolți, la maximum 2 V, cînd începe să crească coeficientul de distorsiuni. Constructiv, montajul se poate realiza pe o plăcuță de tablă din aluminiu, îndoită în formă de L, pe care se dispun cele două potențiometre de reglare a tonului și o regletă, pe care se montează piesele ce alcătuiesc montajul. Ulterior, această plăcuță, devenită subansamblu, se poate monta în interiorul unui amplificator, sub panoul frontal. Prin aceasta se evită folosirea unor conexiuni lungi, fapt care ușurează realizarea unui ansamblu mai complicat.



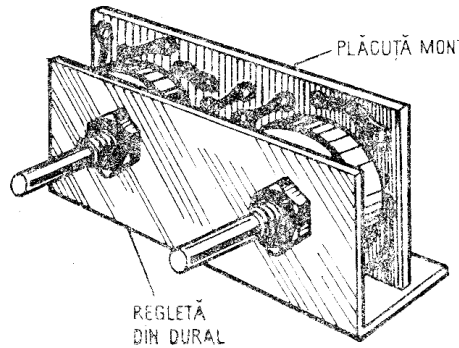


Fig. 47

Tranzistorul compus

În etajele finale de putere ale amplificatoarelor, se folosesc tot mai mult scheme fără transformator de intrare inversor de fază, și de ieșire. Este o soluție ideală, cu performanțe ridicate. Pentru aceasta se folosește, curent, sistemul de cuplare în montaj contratimp a două tranzistoare complementare, adică unul *pnp*, iar celălalt *npn*, indiferent de faptul că sînt cu germaniu sau siliciu. Întrucît tehnologiile actuale nu pot produce tranzistoare complementare perfect identice, pentru puteri mari, mai ales mai mari de 10 W, s-a recurs la un artificiu: cuplarea unor tranzistoare complementare de putere mică, cu tranzistoare de putere mare. Cuplarea unui tranzistor de putere mică, cu un tranzistor de putere mare dă naștere unui tranzistor compus, al

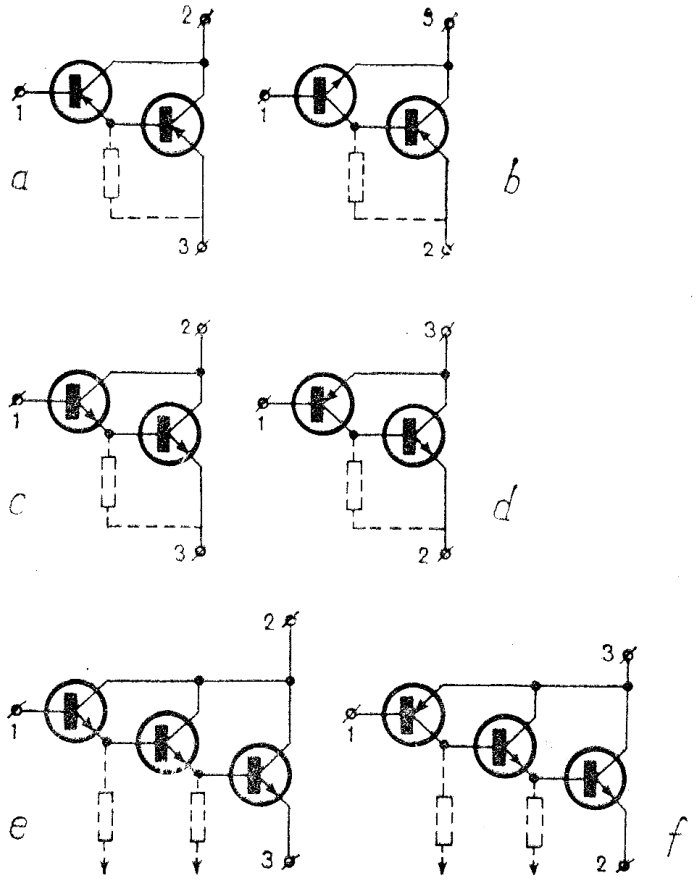


Fig. 48

cărui factor de amplificare în curent, ca la toate montajele Darlington, este egal cu produsul dintre factorul de amplificare al primului tranzistor și factorul de amplificare al tranzistorului de putere, obținîndu-se o piesă nouă, cu un factor foarte mare de amplificare în curent. De pildă, dacă fiecare tranzistor are factorul de amplificare în curent egal cu 50, factorul total de amplificare va fi egal cu 2 500. În figura 48 a se arată cum se cuplează două tranzistoare *pnp*, obținîndu-se un tranzistor compus de același tip *pnp*, cu factor mare de amplificare. Conexiunile acestui tranzistor compus sînt *1* — bază, *2* — colector, *3* — emitor. În figura 48 b se arată cuplarea unui tranzistor *npn* cu un tranzistor *pnp* final. Se obține, și de această dată, un tranzistor compus, care se comportă ca un singur tranzistor *npn* (avînd factorul de amplificare în curent, de asemenea, egal cu produsul factorilor de amplificare în curent al celor d uă tranzistoare), dar în care sensul trecerii curentului este inversat, astfel că *1* — bază, *2* — colector, *3* — emitor. Deci curentul care trece prin tranzistorul de putere, trece prin punctele *2* și *3*. Sistemul poate fi repetat cu tranzistoare de sens invers, cu siliciu (vezi fig. 48 c, d), ansamblu care se folosește foarte des în construcția amplificatoarelor moderne, datorită faptului că tranzistoarele cu siliciu sînt mai puțin sensibile la schimbările de temperatură, nu se încălzesc, nu au nevoie de radiatoare de dimensiuni prea mari și, în general, au fiabilitate mai mare. Pentru acționarea unor tranzistoare de ordinul a 100 W sau mai mult, se folosește tranzistorul compus triplu, ca în figura 48 e și 48 f, alcătuit din două tranzistoare ce formează un tranzistor de tip compus, care acționează în conexiune Darlington un tranzistor final de mare putere, de tip *npn* cu siliciu. Acest tip de tranzistor compus triplu se poate alcătui numai cu tranzistoare cu siliciu, din cauza curentului inițial de colector foarte mic al tranzistoarelor cu siliciu. Dacă presupunem că primul și al doilea tranzistor au factorul de amplificare 20 $\times$ $\times$ 20 = 400 și că tranzistorul final are factorul de amplificare 50, factorul total de amplificare atinge valoarea de.... 20 000! Adică, un curent de comandă de 1 mA poate acționa la ieșire 20 A. Plasarea unui tranzistor cu germaniu în circuit, cu „capriciile“ lui termice, ar însemna distrugerea tranzistorului de putere, din cauza salturilor uriașe ale curentului de acționare a bazei lui. De aceea, pentru tranzistorul compus triplu, se folosesc întotdeauna tranzistoare cu siliciu, cu factor nu prea mare de amplificare, maximum 20...30.

Și în cazul tranzistoarelor compuse, la fel ca și în cazul tranzistoarelor complementare, cele două elemente

finale care lucrează în montaj simetric, în contratimp, trebuie să fie riguros exacte ca factor de amplificare, neadmițîndu-se diferențe mai mari de 10%. În cazul unor diferențe mai mari, apar distorsiuni în audiție. Întrucît cele două tranzistoare au consumuri diferite la același semnal de atac, se va produce și o limitare a puterii.

În cazul tranzistoarelor compuse, se obișnuiește să se conecteze între baza fiecărui tranzistor și emitorul respectiv, cîte un rezistor, pentru a proteja tranzistorul care urmează de șocurile bruște de curent. Valoarea, care nu este mai mică decît 20 Ω și nu mai mare de 1 kΩ, scade pe măsura apropierii de tranzistorul final.

Amplificator pentru cască stereo

Conceput pentru obținerea unei audiții confortabile într-o cască stereofonică, cu o impedanță a fiecărui element mai mare de 25 Ω, pornind de la semnalul furnizat de o doză stereo, montajul poate fi realizat într-un timp minim, cu un minim de cheltuială (vezi fig. 49). Tranzistoarele $T_1 ... T_4$ sînt toate de tip *npn* cu siliciu,

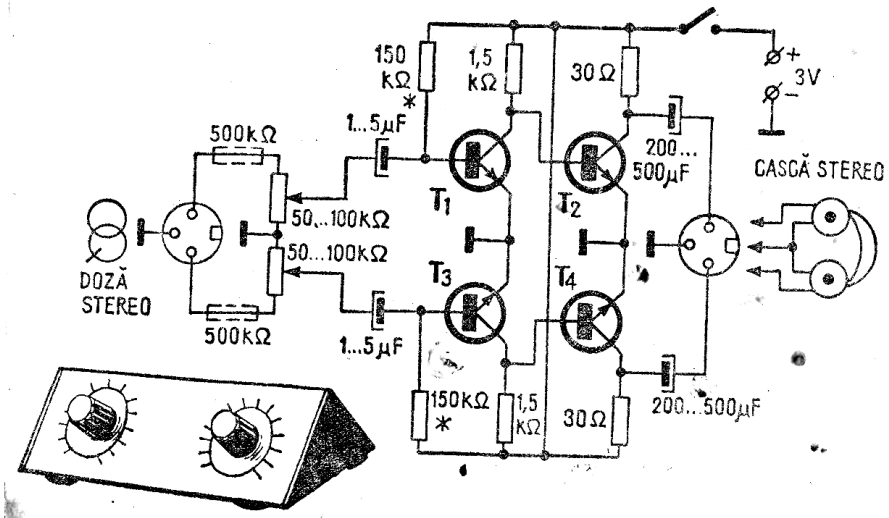


Fig. 49

din seria BC sau alte serii echivalente. Cele două canale de amplificare trebuie însă realizate cu piese de valori riguros egale, inclusiv factorul de amplificare al tranzistoarelor echivalente. Volumul se reglează cu ajutorul a două potențiometre separate, fapt care scutește de folosirea unui potențiometru de balans. În cazul folosirii unei doze piezoelectrice, se înseriază între fiecare element al dozei și potențiometrul de volum al fiecărui canal cîte un rezistor de adaptare de 500 kΩ. Funcționarea corectă a montajului, cuplat galvanic între etaje, depinde de potrivirea precisă a valorii rezistoarelor de polarizare plasate pe bazele tranzistoarelor T_1 și T_3, deși în majoritatea cazurilor valoarea indicată, de 150 kΩ, asigură funcționarea fără distorsiuni. Montajul se alimentează de la o sursă de 3 V, de exemplu, două baterii de 1,5 V format mare (R 20), care asigură funcționarea mai mult de un an de zile. Bineînțeles, se pot folosi baterii de format mai mic, dar ele trebuie schimbate mai des. Montajul poate fi montat chiar în caseta picupului sau într-o casetă simplă din material plastic, care adăpostește și bateriile de alimentare. Pe panoul frontal se montează potențiometrele de volum, care pot fi amîndouă prevăzute cu întreruptoare — care se leagă în serie, măsură de precauție prin care se prelungește viața bateriilor, —, iar pe panoul din spate, cele două mufe, de intrare și ieșire. În cazul folosirii unor căști cu impedanță mai mare de 100 Ω pot fi branșate în paralel cîteva perechi; în cazul căștilor cu impedanță de 2 000 Ω, se pot folosi pînă la cinci perechi, dar în cazul unor căști cu impedanță de 25...75 Ω, numai o pereche. Nu s-a prevăzut o corecție de curbă, dar favorizarea frecvențelor înalte îmbunătățește efectul de direcționalitate a redării.

Audiții stereo în cască

Majoritatea amatorilor de muzică, posesori ai unui picup sau magnetofon stereofonic, nu știu faptul că pot obține audiții de o calitate excepțională, înlocuind

difuzoarele picupului sau magnetofonului, cu una sau mai multe perechi de căști, pentru audiție personală sau pentru a asculta în grup. În principiu se pot folosi orice fel de căști, de orice impedanță, dacă ele se conectează în locul bobinelor mobile ale difuzoarelor. Se pot folosi astfel căști piezoelectrice, magnetice, dinamice, cu reluctanță controlată etc. Calitatea audiției, bineînțeles, depinde de felul de căști folosite, calitatea optimă fiind cea oferită de o pereche de căști dinamice. Audiția obținută în căști este biauriculară, adică fiecare cască reproduce distinct cîte un canal din ansamblul stereofonic, reproducîndu-se doar poziția „stînga-dreapta" a surselor de semnal imprimate pe disc. În comparație cu audiția în difuzoare, efectul de sală, de prezență, este covîrșitor.

În afară de metoda folosirii unor căști, există și o metodă intermediară între folosirea căștilor și a difuzoarelor separate. Pentru aceasta, se folosesc două mici difuzoare, fixate în spătarul unui fotoliu, astfel ca ele să fie plasate la nivelul urechilor ascultătorului. Astfel de fotolii sînt construite industrial, dar amatorii își pot improviza cu ușurință o pernă-adaptor ca în figura 50,

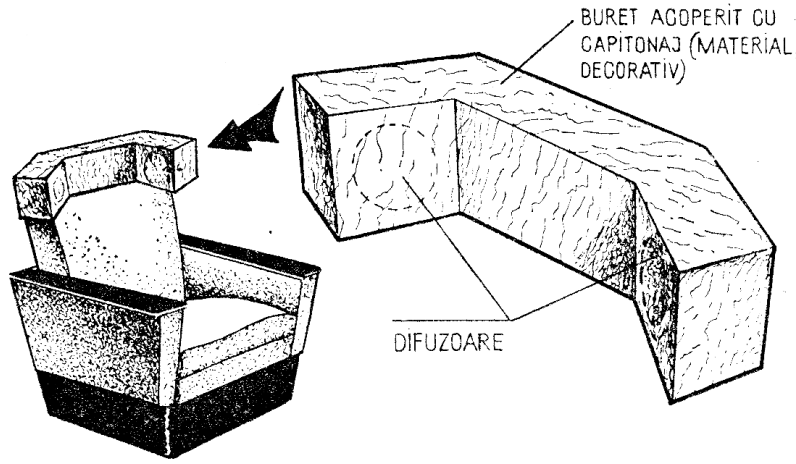


Fig. 50

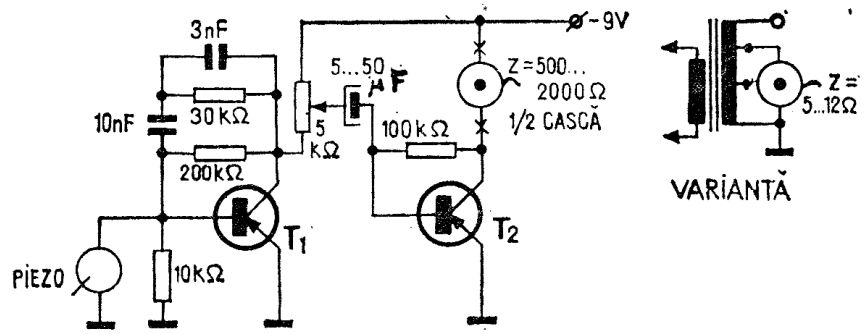


Fig. 51

care se poate fixa pe orice fotoliu, sau se poate plasa pe un pat, audiția făcîndu-se în acest caz în poziție orizontală.

Posesorii unui picup stereofonic fără amplificator pot construi, într-un minim de timp, montajul unui amplificator simplu, numai pentru audiție în cască stereofonică. În figura 51 este prezentată schema unui asemenea amplificator, unde pentru simplificare s-a reprezentat numai un singur canal de amplificare, celălalt fiind reproducerea fidelă a primului canal. Amplificatorul este alcătuit din două etaje pe fiecare canal, din care primul este un preamplificator cu corector de curbă de redare, iar al doilea, un amplificator în tensiune.

Preamplificatorul poate funcționa atît cu doze magnetice, cît și cu doze piezoelectrice. O doză piezoelectrică trebuie să lucreze pe o impedanță mare de sarcină, pentru a reda corect frecvențele joase. La preamplificatoarele cu tranzistoare, care au o impedanță de intrare de ordinul sutelor sau miilor de ohmi, se introduc artificii de montaj, din care două sînt cele mai cunoscute: fie se intercalează în serie cu doza un rezistor de adaptare de ordinul 0,5... 2MΩ, fie primul etaj de preamplificare este construit ca repetor pe emitor, care are o impedanță mare de intrare, de cca zece ori valoarea rezistorului plasat în emitor. În montajul prezentat, se folosește un alt sistem. Se știe că impedanța dozei cu

cristal este foarte mare la frecvențele joase și că ea scade odată cu creșterea frecvenței. Dacă impedanța de intrare a preamplificatorului este mai mică decît impedanța dozei, tensiunea dată de doză va fi mai mare la frecvențele înalte, efect nedorit. Artificiul folosit pentru obținerea rezultatului scontat constă în introducerea unui circuit de reacție negativă, care corectează în același timp și curba de răspuns a redării discului, ridicînd frecvențele joase, lăsînd nealterate ca amplitudine frecvențele medii și atenuînd frecvențele înalte conform curbei de corecție RIAA. Tot acest circuit de reacție negativă produce și o considerabilă reducere a zgomotului de fond al tranzistorului. Faptul că impedanța de intrare este mult mai mică decît a dozei, nu mai prezintă importanță în cazul de față, pentru că amplificarea etajului este dependentă de valorile circuitului de reacție negativă, selectivă de frecvență. În afară de obținerea adaptării de impedanță și obținerea în același timp a curbei de redare pentru discuri micro, reducerea zgomotului de fond nu este ignorat. Datorită coeficientului mare de reacție negativă, se pot folosi tranzistoare de orice tip, de audiofrecvență, neselecționate. În principiu se pot folosi tranzistoare cu factor de amplificare între 30...150, dar este preferabil ca preamplificatoarele celor două canale să fie echipate cu tranzistoare cu factor de amplificare aproape identic. Un avantaj remarcabil al acestui tip de etaj de preamplificare este acela că folosind orice tip de doză piezoelectrică, se obține totdeauna același tip de curbă de răspuns, cu alte cuvinte calitatea dozei devine un factor secundar în obținerea unei audiții de înaltă fidelitate.

Al doilea etaj — pe canal — este echipat cu un tranzistor similar primului. Se va face, de asemenea, o alegere-pereche, a factorului de amplificare a tranzistoarelor din cele două canale. Tranzistorul al doilea, așa cum s-a mai spus, este montat ca amplificator în tensiune. El preia semnalele de audiofrecvență amplificate și conectate de primul tranzistor și oferă o amplificare suplimentară, necesară pentru buna funcționare a unor căști magnetice, cu impedanța între 500...2 000 Ω.

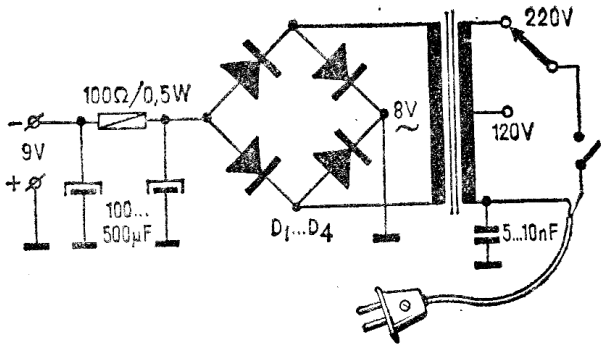


Fig. 52

Audiția este destul de puternică, iar pentru reglarea nivelului s-a prevăzut, între preamplificator și etajul amplificator, un potențiometru de volum, care constituie chiar rezistența de sarcină de colector a preamplificatorului.

În cazul folosirii unei căști stereofonice dinamice speciale, de impedanță mică, de 5...12 Ω, pentru branșare trebuie folosite două transformatoare de adaptare (vezi varianta din fig. 51), cu următoarele date: primarul, va avea 1 500... 2 000 de spire bobinate cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,05... 0,07 mm, iar secundarul va avea 100 + + 100 + 100 de spire, bobinate cu sîrmă, Cu-Em ⌀ 0,2 ...0,25 mm. Miezul va fi din tole permalloy, sau chiar tole siliciu, de 0,15...0,5 cm², cu întrefier de 0,05...0,1 mm.

Montajul poate fi asamblat pe o plăcuță de montaj imprimat sau pe o plăcuță perforată, putînd fi așezat chiar în interiorul casetei picupului. Alimentarea poate fi făcută fie din două baterii de lanternă înseriate, fie de la un redresor simplu (vezi fig. 52), construit dintr-un transformator de sonerie, patru diode cu joncțiune de orice tip — dar egale între ele — sau chiar patru tranzistoare defecte, de mică putere, care au cîte o joncțiune validă. Două condensatoare electrolitice și un rezistor asigură un filtraj suficient de bun. Transformatorul poate fi bobinat și de către amator pe un miez de 2...2,5 cm². Primarul este alcătuit din două secțiuni legate în serie a cîte 2 800 de spire, din sîrmă Cu-Em

⌀ 0,07...0,1 mm. Bobinarea se face fără pas, cu izolație, din 300 în 300 de spire, cu foiță subțire parafinată. Întreaga înfășurare primară poate fi conectată la tensiunea de 220...240 V, iar priza de la jumătate servește pentru branșarea la tensiunea de rețea de 110... 120 V. În caz că se montează transformatorul în interiorul cutiei unui picup al cărui motor are carusel de tensiune pentru branșare la 110/220 V, se poate bobina numai o înfășurare primară a transformatorului, de 110 V, respectiv numai 2 800 de spire, care se branșează în paralel cu una din bobinele de 110 V ale motorului care va juca rolul de autotransformator. Secundarul transformatorului va avea 250 de spire, bobinate cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,15...0,3 mm. Se va face o bună izolație între primarul și secundarul transformatorului, cu cîteva straturi de hîrtie parafinată sau pînză uleiată. O altă soluție pentru alimentarea montajului este obținerea tensiunii de alimentare chiar de pe motorașul picupului, care va deveni și transformator. Pentru aceasta, se bobinează pe miezul de tole al statorului, într-un spațiu liber, circa 200 de spire cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,15...0,3 mm, cu ajutorul unei navete. Se măsoară tensiunea alternativă obișnuită. Dacă este mai mică de 8 V, se face calculul raportului spire/volt și se adaugă spire, pînă la valoarea obținută prin calcul. Dacă este mai mult, se scot spirele respective. Prin această modificare, fracțiunea de watt obținută din miezul motorului nu afectează cu nimic funcționarea acestuia. Bineînțeles, lucrarea trebuie executată cu grijă, astfel ca înfășurarea efectuată să fie bine izolată de rețea.

În caz că se urmărește preluarea semnalului corectat, dat de preamplificator, pentru sonorizări sau înregistrări pe bandă, semnalul se va culege direct de pe colectorul tranzistorului folosit pe fiecare canal în etajul de preamplificare. Întregul montaj se va ecrana într-o cutiuță de tablă subțire de fier. În locul tranzistoarelor *pnp* cu germaniu, se pot folosi tranzistoare de tip *npn* cu germaniu sau siliciu. Pentru această modificare, trebuie inversată polaritatea sursei de ali-

mentare și a condensatoarelor electrolitice. De asemenea, se determină prin încercări valorile rezistoarelor de polarizare, pornindu-se de la valori mari în jos. Alimentarea poate fi făcută, în aceste cazuri, cu tensiuni între 6...24 V.

Montajul poate fi construit în variantă monofonică sau stereofonică, ca etaj special de intrare, preamplificator corector al unui amplificator de putere de calitate.

Cel mai simplu amplificator pentru picup

Montajul din figura 53 este de o simplitate remarcabilă. Cîteva piese ușor de procurat, permit obținerea unei puteri modulate în difuzor, de circa un sfert de watt, o putere suficientă pentru o audiție plăcută într-o cameră obișnuită de locuit, mai ales dacă montajul este anexat unui picup folosit de un copil. Deși foarte simplu, calitatea audiției este foarte bună, iar costul de realizare foarte redus.

Montajul este alcătuit dintr-un amplificator Darlington cu două tranzistoare *npn*. Amplificarea în tensiune a unui asemenea amplificator, cu rezistența de sarcină în emitorul celui de-al doilea tranzistor, este subunitară. Astfel, numai o parte din tensiunea dată

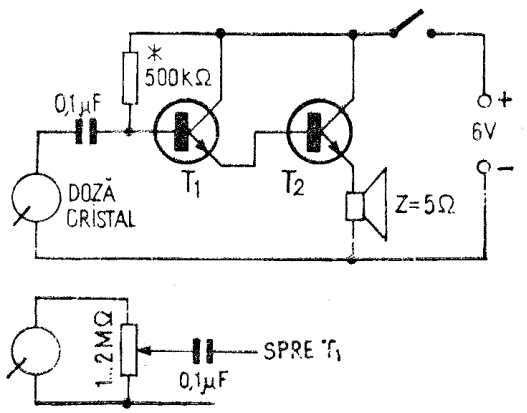


Fig. 53

de doza de picup va fi folosită, adică pe bobina mobilă a difuzorului tensiunea de audiofrecvență va fi ceva mai mică decît cea furnizată de doză. Cum tensiunea audio livrată de o doză cu cristal, piezoelectrică, este, la maximum de modulație cu un disc puternic imprimat de circa 1...1,5 V, o tensiune cam de aceeași valoare — mai mică, dar de intensitate mare, — va apare și la capetele bobinei mobile a difuzorului. Bineînțeles, nu se pot folosi doze de picup magnetice, deoarece ele livrează o tensiune mult prea mică pentru acționarea amplificatorului.

Ce piese se folosesc pentru realizarea practică a montajului? În primul rînd, doza de picup trebuie să fie cu cristal, de orice fabricație, monofonică sau stereofonică, cu cele două celule conectate în paralel. Condensatorul de la intrarea amplificatorului poate fi de orice tip de fabricație. Montajul poate funcționa foarte bine și fără el, cuplîndu-se doza direct la baza primului tranzistor—în acest caz audiția va fi întrucîtva lipsită de prezența frecvențelor joase. Rezistorul de polarizare convine, ca valoare, în majoritatea cazurilor; el trebuie potrivit ca valoare doar atunci cînd se constată că audiția este necorespunzătoare. În acest caz se testează alte valori, începînd de la valori mai mari ale rezistorului, proba făcîndu-se eventual cu ajutorul unui potențiometru calibrat.

Cele două tranzistoare, T_1 și T_2, sînt (preferabil) cu siliciu. Astfel T_1, poate fi oricare din grupa BC 107... 109; iar T_2, un tranzistor cu siliciu, de putere medie, prevăzut cu radiator—steguleț. Pentru T_2 se poate folosi și un tranzistor *npn* cu germaniu, de pildă, AC 181 K sau EFT 373, rezultatele fiind sensibil aceleași. Difuzorul, de orice tip sau putere, eventual chiar unul de putere mai mare, montat în incintă acustică, în caz că montajul se experimentează doar ca divertisment. Randamentul optim poate fi obținut cu un difuzor cu impedanța de 5 Ω, dar rezultate bune se pot obține și cu valori ale impedanței între 3 și 15 Ω. Pentru alimentare, se recomandă înscrierea a patru elemente de 1,5 V (tip R 20), cu ajutorul cărora, amplificatorul poate avea o funcționare îndelungată, de cîteva luni de zile. Bineînțeles, se poate confecționa un alimentator-redresor, dar costul montajului se mărește. Dealtfel, atît montajul cît și bateriile pot fi ușor plasate sub placa unui picup.

În caz că audiția — montajul nu are prevăzut în fază inițială un potențiometru de volum — jenează printr-un volum prea mare, un potențiometru poate fi atașat montajului ca în figura 53. Se va folosi un potențiometru logaritmic de 1...2 MΩ, prevăzut cu întreruptor.

Deși deosebit de simplu, montajul poate fi executat în dublu exemplar pentru a echipa cele două canale ale unui sistem de redare stereofonic, fie cu difuzoare, fie cu căști.

Amplificator pentru picup

Amplificatorul din figura 54 poate fi construit fie în variantă monofonică, fie în variantă stereofonică. În primul caz, se va executa schema conform figurii, iar în cazul variantei stereofonice, este nevoie să se execute două unități identice, echipate cu tranzistoarele T_1...T_5, folosindu-se potențiometre liniare, cuplate pe același ax pentru reglajul Baxandall de tonalitate. Potențiometrele de volum, logaritmice, pot fi separate, pentru un reglaj diferențiat al celor două canale, în vederea repartizării optime a efectului stereofonic față de ascultători, fără folosirea unui potențiometru special pentru balans. Puterea depinde de tipul tranzistoarelor folosite și poate fi de 10... 30 W, cu un coeficient redus de distorsiuni.

Schema este destul de simplă. Tranzistorul T_1 funcționează ca repetor pe emitor, cu așa-numitul circuit „bootstrap" pentru ridicarea valorii impedanței de intrare. Doza, cu cristal sau ceramică, lucrează pe o impedanță de sarcină de 5 MΩ, fapt care duce la o redare impecabilă a frecvențelor foarte joase. Poate fi folosit orice tranzistor cu siliciu din seriile BC, BF

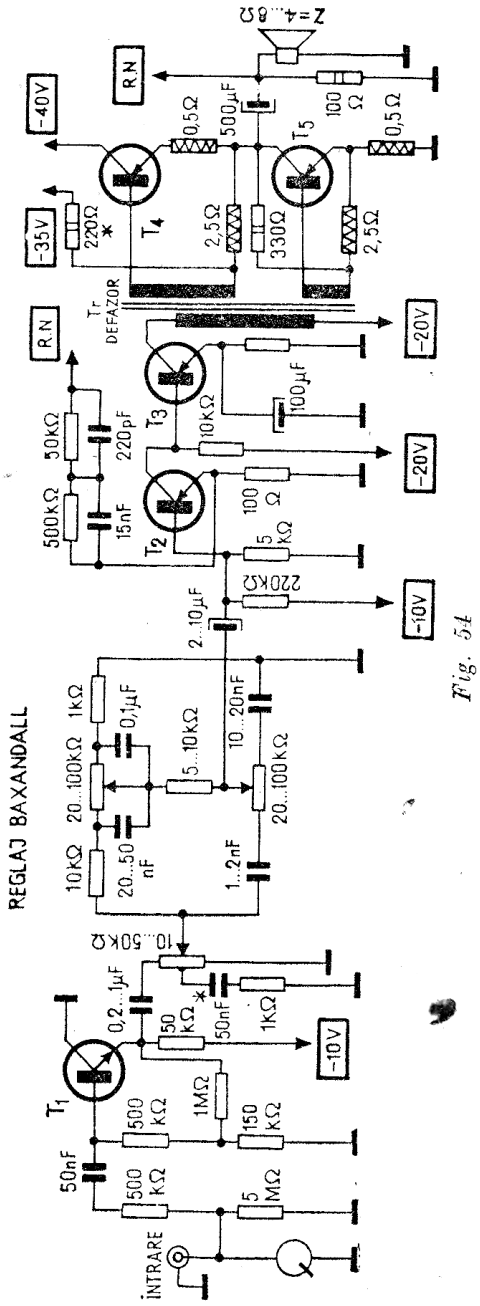


Fig. 54

sau alte tranzistoare de mică putere, de tip *npn*. Semnalul cules pe emitorul tranzistorului T_1 are aceeași valoare cu cea oferită de doză întrucît repetorul pe emitor nu amplifică în tensiune, ci servește doar ca adaptor de impedanță. Semnalul se dozează, ca nivel, cu ajutorul potențiometrului de volum și apoi se face corecția de tonalitate cu ajutorul unui regulator de tip Baxandall.

Tranzistoarele T_2 și T_3 funcționează într-o schemă de amplificator de tensiune, de mică putere, pentru atacul etajului final. Cuplajul între tranzistoarele T_2 și T_3 este direct (galvanic), fapt care asigură o bună curbă de răspuns. Un transformator defazor separă tranzistoarele precedente de etajul final, oferind în același timp și două semnale de atac, defazate cu 180° pe baza celor două tranzistoare finale. Tranzistorul T_2 este de tip *pnp* cu germaniu, cu o putere disipată de circa 150... 300 mW, din orice serie, cu factor de amplificare β de cel puțin 50 (de pildă, EFT 323, AC 151 etc.). T_3, T_4 și T_5 sînt tranzistoare de putere, cu germaniu, cu disipație de cel puțin 25 W, de exemplu, OC 26, ASZ 15, EFT 250 etc. Se pot folosi orice tipuri de tranzistoare din această categorie, cu grija ca tranzistoarele T_4 și T_5 să aibă aceiași parametri. Factorul de amplificare trebuie să fie mai mare de 30, dar nu mai mare de 100, deoarece există riscul unor încălziri subite, cu distrugerea tranzistoarelor, defect tipic al tranzistoarelor cu germaniu cu factor de amplificare prea mare. Tranzistorul T_3 se poate monta fără radiator. În cazul că se folosește un tranzistor cu putere disipată mai redusă, de pildă, OC 30, AC 180 sau EFT 125 — înlocuire foarte posibilă din cauza disipației mici cerută de etajul respectiv, — este necesar ca acesta să se monteze pe un mic radiator termic, de 20... 30 cm², sau chiar izolat, pe șasiul metalic pe care se montează întregul amplificator. În ceea ce privește răcirea tranzistoarelor T_4 și T_5, acestea se montează sub șasiul de aluminiu, prin plăcuțe de mică și șuruburi izolate, așa cum se arată în figura 55. Patru

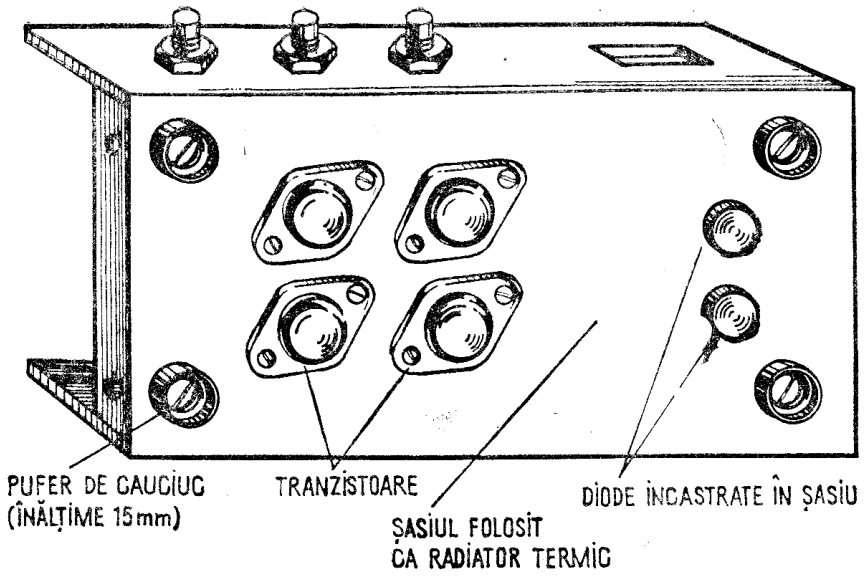


Fig. 55

pufere de cauciuc apără corpul tranzistoarelor de atingeri accidentale cu obiecte metalice plasate sub amplificator. Dealtfel, tranzistoarele pot fi montate și invers, prin placa de spate trecînd doar conexiunile de bază și colector, mai ușor de izolat. O asemenea soluție permite răcirea optimă a tranzistoarelor, prin folosirea întregii suprafețe a cutiei montajului ca radiator și economisirea de material din care s-ar fi confecționat radiatoarele. Se pot folosi, bineînțeles, și alte soluții constructive. Revenind la schemă, se poate observa că etajul final este clasic, cu tranzistoare montate în contratimp—serie, cu ieșire fără transformator. Transformatorul de defazare se bobinează pe un miez de tole siliciu sau permalloy de 0,75...1,5 cm^2, cu întrefier de 0,1...0,15 mm. Primarul, conectat la colectorul tranzistorului T_3, numără 1 000 de spire, bobinate cu conductor Cu-Em ⌀ 0,12... 0,15 mm, iar secundarul, de două ori cîte 300 de spire, bobinate bifilar, cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,25...0,3 mm. În caz că se folosește sîrmă Cu-Em de diametru mai mare, tolele din care se face transformatorul trebuie să fie cu fereastră mare, altfel nu încape bobinajul. Între primar și secundar se pun două-trei straturi de pînză uleiată sau hîrtie parafinată, ca izolație. După bobinare și plasarea tolelor pe bobină, se trece la fazarea celor două bobine din secundar, prin separarea capetelor bobinelor și măsurarea tensiunilor, atunci cînd la primar se aplică o tensiune alternativă de 6 V.

Pentru îmbunătățirea redării discurilor, există un circuit de reacție negativă selectivă de frecvență, pe curbă de compensare a redării de tip RIAA, care convine majorității discurilor micro, fie mono, fie stereo. Corectări suplimentare se pot obține prin manevrarea circuitului de corecție Baxandall. Dacă la punerea în funcțiune a amplificatorului, acesta acroșează, înseamnă că faza circuitului de reacție nu este corectă și reacția este pozitivă (amplificatorul autooscilează). În acest caz, se întrerupe funcționarea amplificatorului și se inversează sensul de branșare a bobinei primare a transformatorului defazor. În caz că uneori trebuie să se facă redări de alte programe sonore, în afară de cele înregistrate pe discuri, se înlocuiește grupul de piese din circuitul de reacție negativă selectivă de frecvență prin comutare cu un singur rezistor de 50 kΩ, care are rolul de a asigura o reacție negativă liniară pe tot spectrul acustic. Sursa de program se poate branșa direct, în paralel cu doza de picup, fără ca aceasta să fie deconectată.

Alimentatorul amplificatorului este ușor de realizat (vezi fig. 56). Transformatorul de rețea este analog celui prezentat la amplificatorul final separat (vezi fig. 41 și 42). Micile diferențe pot fi compensate de constructor. Pentru reducerea brumului, se filtrează suplimentar circuitul de polarizare al bazelor tranzistoarelor finale și prin divizoare RC se obțin tensiuni potrivite funcționării normale a diverselor etaje. În cazul variantei monofonice, este necesar să se dubleze valorile rezistoarelor din divizor, fapt cerut de reducerea consumului.

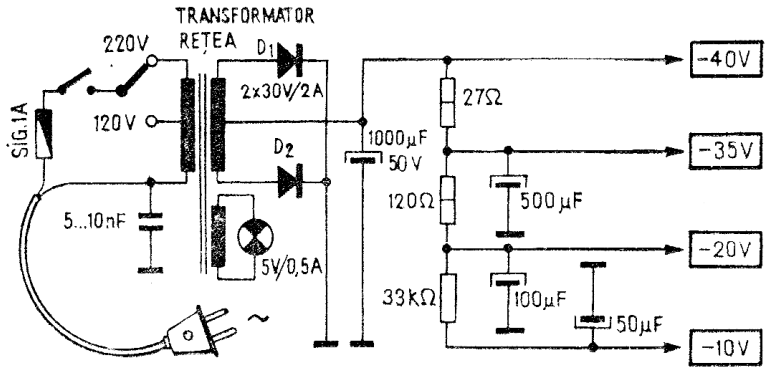


Fig. 56

Reducătorul de zgomot DNL

Laboratoarele „Philips" au pus la punct un reducător de zgomot denumit de specialiști DNL (de la engl. Dynamic Noise Limiter, care înseamnă reducător de zgomot dinamic). Astfel de montaje echipează deja unele casetofoane sau picupuri, dar pot fi experimentate și de amatori, întrucît sînt destul de simplu de realizat și dau rezultate mulțumitoare.

Montajul, a cărui schemă bloc este prezentată în figura 57, funcționează în felul următor: un etaj defazor primește semnalul care trebuie „curățat" de fîșiit. Acest etaj dă la ieșire două semnale identice, defazate

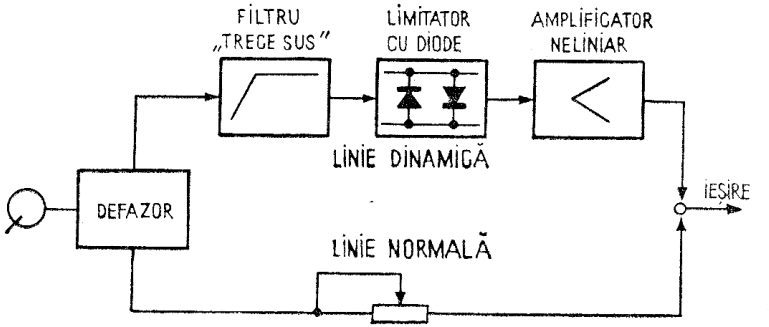


Fig. 57

cu 180°. Factorul de amplificare al unui asemenea etaj defazor este 1. Unul din semnale este trimis direct la ieșirea montajului, pe o cale denumită „linie normală". Semnalul defazat față de primul cu 180°, parcurge un drum mai complicat. Astfel, mai întîi trece printr-un filtru „trece sus", prin care trec numai frecvențele înalte din semnalul audio, adică tocmai porțiunea de spectru unde există fîșiitul. Urmează un limitator cu diode al cărui rol este de a selecționa tocmai semnalele foarte slabe, apoi aceste semnale sînt aplicate unui amplificator neliniar. Acesta amplifică cu atît mai mult cu cît semnalele au nivel mai mic. Astfel, semnalul comandă singur, într-o formă dinamică, prin caracteristicile sale instantanee, reducerea de zgomot, care se obține din amestecul celor două semnale la ieșirea montajului: cel de pe calea normală și cel de pe calea dinamică. Pe calea dinamică nefiind trimise decît frecvențele foarte înalte, rezultatul va fi extracția acestor frecvențe din semnalul util, dar nu frecvențele foarte înalte privind armonicile superioare ale unor instrumente muzicale, ci doar zgomotul parazitar, fîșiitul.

În figura 58 este prezentată schema de principiu a reducătorului de zgomot DNL produs de laboratoarele „Philips". Pentru realizarea practică, amatorii pot folosi în locul tranzistoarelor din schema originală orice tranzistoare cu siliciu, de exemplu, BC 107...109, eventual seriile CF, KT sau SC. Diodele sînt toate punctiforme, cu siliciu, dar se pot folosi joncțiuni valide de tranzistoare cu siliciu defecte. Nu sînt recomandate diodele cu germaniu, din cauză că au un alt prag de detectare a semnalelor slabe. Valorile din schemă pot fi rotunjite, de pildă, în locul condensatorului de 470 pF se poate folosi un condensator de 510 pF, în locul condensatorului de 1,8 nF, se poate folosi un condensator de 2... 2,2 nF. În privința rezistoarelor însă trebuie să se păstreze oarecum o precizie sub 10%, altfel montajul nu mai funcționează corect. În schimb, montajul poate fi alimentat, fără modificări, între 12... 16 V.

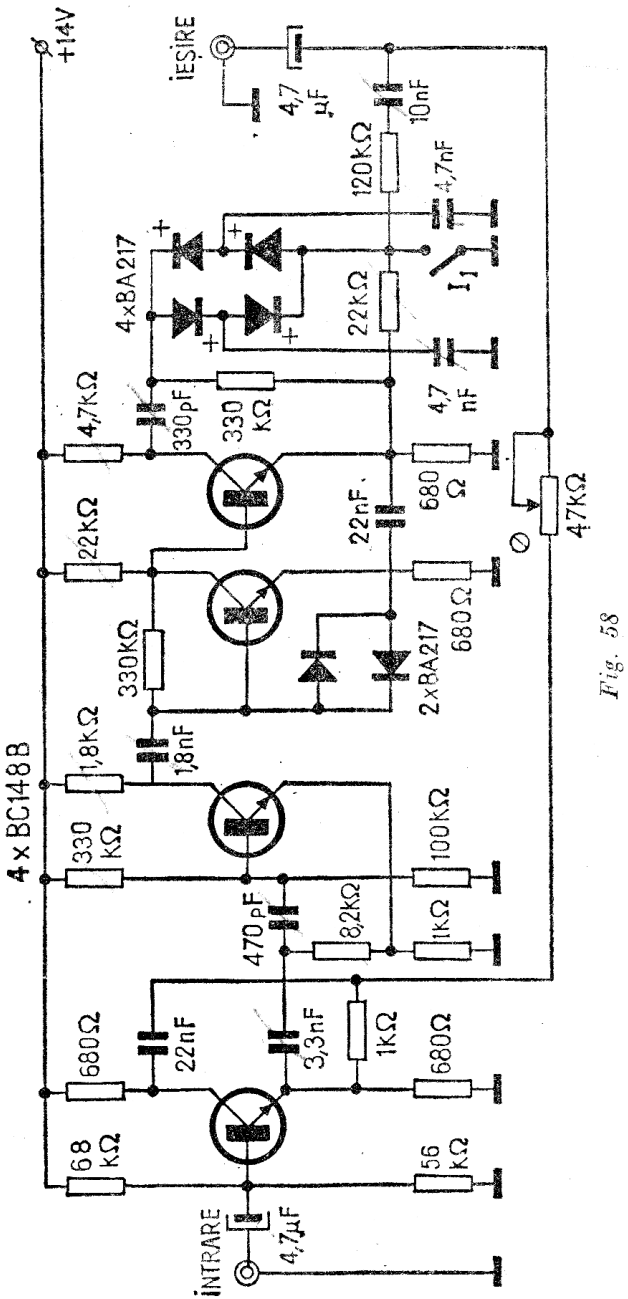


Fig. 58

Realizarea montajului este destul de ușoară. Este suficient să se elaboreze cu atenție o plăcuță de cablaj imprimat, care pentru varianta stereofonică se va confecționa în două exemplare. Nu există nici un fel de posibilitate de cuplaj parazit, de aceea montajul poate fi proiectat oricum, bineînțeles nu prea înghesuit, sau, din contra, prea împrăștiat. Se va ecrana într-o cutiuță din tablă de fier.

Montajul DNL poate fi plasat fie imediat după o doză de picup dinamică la nivel mare, sau piezoelectrică, cu un rezistor de 1 MΩ înseriat, fie după primul etaj de preamplificare. În cazul unui casetofon, montajul DNL poate fi plasat între etajele de amplificare, iar dacă se folosește un amplificator de putere separat pentru audiție, se plasează la ieșirea casetofonului, între casetofon și amplificator.

Singurul reglaj constă în acționarea potențiometrului de 47 kΩ de pe calea normală, într-o poziție în care fîșîitul devine insesizabil. Întreruptorul I_1 servește la punerea la m[illegible]ă a căii dinamice, pentru control, ca să se constate felul cum acționează filtrul: prin acționarea întreruptorului, fîșîitul reapare.

Semnalele tranzitorii sînt puțin afectate de folosirea unui asemenea reducător de zgomot. Sunetul pare puțin „bizar", dar nu neplăcut și numai o ureche foarte fină poate observa o diferență față de audiția normală, fără filtru. În schimb, zgomotul de fond al unui disc uzat, sau datorat unei benzi magnetice de calitate mediocră, dispare aproape în întregime.

Filtru pentru trepidația motorului de picup

Cîteodată trebuie asigurată redarea unui disc, folosindu-se un picup de construcție mai veche, la care trepidația motorului se transmite în doză, suprapunîndu-se peste audiție. Picupurile moderne sînt în mare măsură lipsite de acest defect, dar în cazuri extreme,

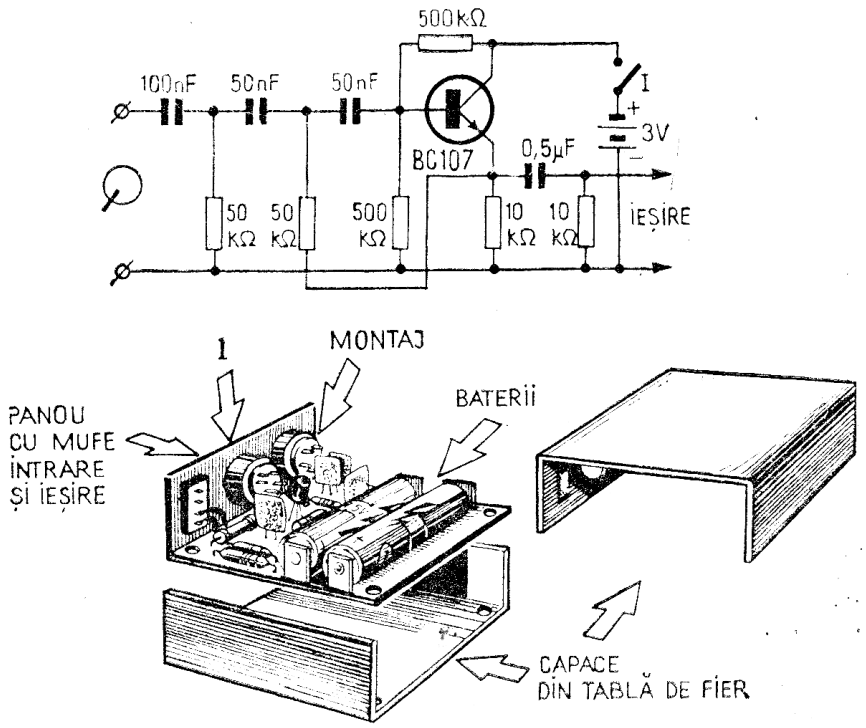


Fig. 59

la înregistrările de muzică conținînd porțiuni pianissimo sau pauze, zgomotul motorului devine, de asemenea, sesizabil, sau chiar supărător. În aceste cazuri, intercalarea unui filtru activ între doză și intrarea amplificatorului sau magnetofonului, are un efect puternic de reducere a zgomotului de trepidație.

Montajul prezentat în figura 59, care va fi reprodus în două unități distincte și identice în caz că va funcționa într-un sistem stereofonic, este un amplificator repetor pe emitor care, avînd atît la intrare cît și la ieșire un filtru „trece sus", produce o tăiere a tuturor frecvențelor sub 30 Hz. Pentru acest montaj se poate folosi orice tranzistor *npn* cu siliciu, indiferent de factorul de amplificare, din seriile BF sau BC. Fac-

torul de amplificare pentru frecvențele peste 30 Hz este egal cu unitatea, deci montajul nu amplifică. Impedanța de intrare fiind de circa 50 kΩ, convine adaptării unor doze magnetice de picup. În caz că se folosește o doză piezoelectrică, se va înseria un rezistor de 0,5... 1 MΩ între doză și intrarea montajului, altfel audiția va fi total lipsită de frecvențele joase, din cauza lipsei de adaptare. Intrarea montajului admite un nivel maxim dat de doza de picup, de 200 mV. Ieșirea asigură o tensiune de același ordin de mărime cu tensiunea de la intrare, însă pe o impedanță de sarcină de circa 5 kΩ.

Pentru reducerea zgomotului de fond și simplificarea realizării montajului, acesta se alimentează de la două pile de 1,5 V, consumul fiind extrem de redus, sub 100 μA pe fiecare canal. Montajul se realizează pe o plăcuță de circuit imprimat, pe care se plasează și bateriile. Pe plăcuță se capsează sau nituiește un ansamblu de lamele de contact, pentru baterii, confecționate din bucățele de fier-balot. La celălalt capăt se montează o scoabă din fier sau tablă de aluminiu, de 1...1,5 mm grosime, pe care se fixează mufele de intrare și de ieșire tip DIN, cu trei sau cinci contacte, precum și întreruptorul bateriilor.

Plăcuța se plasează, la rîndul ei, prin intermediul unor șaibe izolatoare și a unor șuruburi, într-o cutiuță din tablă de fier, alcătuită din două capace. montajul ar putea fi plasat chiar sub panoul p
Dacă după fiecare folosire se deschide contactul întreruptorului, bateriile pot fi folosite cca un an.

Singura precauție care trebuie luată, în afară de verificarea atentă a pieselor, este căutarea unor puncte unde se poate lega masa, atît la intrare cît și la ieșirea din montaj. Trebuie făcute cîteva probe, pentru ca în audiție să nu apară brum din cauza unor cuplaje parazite, iar în cazul montării filtrului în caseta picupului, să fie dispus la o distanță de cel puțin 10 cm față de moto..

Preamplificator pentru cap magnetic

Preamplificatorul prezentat în fig. 60 poate intra în componența oricărui amplificator mai complex la care se prevede o intrare directă de la un cap de magnetofon (de redare), sau poate fi inclus pe canalul de redare al unui magnetofon construit de amator. De pildă, la un magnetofon monofonic, prin schimbarea capului de pistă dublă cu unul pentru patru piste, apare necesitatea montării unui asemenea preamplificator, pentru redarea unor înregis rări stereofonice pe bandă, bineînțeles înregistrate pe magnetofon stereofonic.

Pentru obținerea unui mare coeficient de amplificare, cu un zgomot de fond cît mai redus, se folosesc două tranzistoare cu siliciu, din seria BC sau altele similare, preferabil de tip planar, de mică putere, cuplate galvanic, cu sistem de reglaj automat al polarizării, pentru compensarea fugii termice (drift). Polarizarea bazei primului tranzistor se asigură prin rezistorul R notat cu steluță, a cărui valoare precisă se stabilește la punerea în funcțiune a montajului, depinzînd de valoarea tensiunii de alimentare. Astfel,

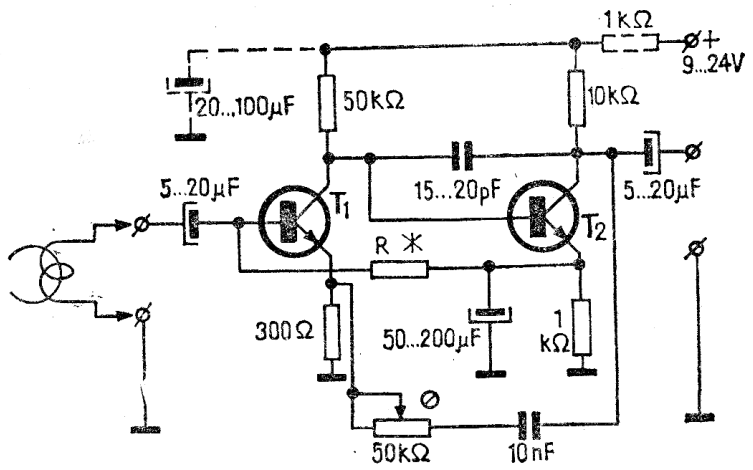


Fig. 60

la o tensiune de alimentare între 9...12 V, R are o valoare de circa 100 kΩ; la tensiuni de alimentare de 16... 18 V, valoarea trebuie dublată, iar spre 24 V, tensiune care este bine să nu fie depășită, valoarea rezistorului R poate atinge 300 kΩ. În caz că preamplificatorul se alimentează direct din redresorul unui aparat existent, pentru evitarea cuplajelor parazite prin sursa de alimentare, este necesar să se prevadă un grup suplimentar de filtrare a tensiunii de alimentare, figurat punctat pe schemă, condensatorul de decuplare fiind ales la o tensiune de funcționare cel puțin egală cu tensiunea de alimentare. Pentru evitarea autooscilațiilor în domeniul frecvențelor înalte, se prevede o reacție negativă printr-un condensator de 15...20 pF, între baza și colectorul tranzistorului T_2, cuplaj care asigură stabilitatea montajului.

Întrucît la redarea benzilor capul de citire prezintă o favorizare a frecvențelor înalte în detrimentul celor joase, a fost necesar să se prevadă un circuit de corecție printr-o buclă de reacție negativă selectivă de frecvență, care să opereze în sens invers, producînd corecția necesară pe toată curba de răspuns. Această corecție, fără de care audiția ar fi stridentă, nenaturală, lipsită de frecvențe joase, este realizată printr-un circuit care leagă colectorul lui T_2 la emitorul lui T_1 printr-un condensator și un potențiometru semireglabil. Valoarea exactă a potențiometrului se stabilește prin punerea în funcțiune a montajului, în funcție de viteza de redare a benzii și de tipul de cap folosit. Poziția cursorului dă înclinația curbei corectate de redare și aceasta poate fi stabilită corespunzător numai pentru cazuri exacte. De aceea, la schimbarea vitezei de redare a benzii, de exemplu, pentru benzi înregistrate la 19 cm/s sau 9,5 cm/s este necesară și schimbarea poziției cursorului, sau, mai corect, montarea mai multor potențiometre semireglabile, care pot fi comutate în funcție de vitezele de redare.

Pornind de la tensiunea de cîțiva milivolți, cît oferă un cap de redare, la ieșire se obține o tensiune de 1 V, mai mult decît necesar pentru acționarea chiar a unui

amplificator nu prea sensibil. Dacă se ia precauția ca montajul să fie ecranat într-o cutiuță de tablă de fier, zgomotul de fond va lipsi cu desăvîrșire. Pentru montaj se pot folosi piese cît de mici, întrucît nu există restricții în privința puterii. Condensatoarele trebuie însă să fie de foarte bună calitate, iar rezistoarele de tip cu strat metalic, întrucît cele cu strat de cărbune introduc zgomot și trebuie evitate. Prin montarea unui alt circuit de corecție, pentru redarea discurilor, așa cum s-a arătat la alte montaje similare, preamplificatorul poate servi și acestui scop. Prin mărirea valorii condensatorului de la 10 000 pF la 0,1...1 μF, nu se mai produce o corecție de frecvență, amplificarea este liniară, iar reglarea potențiometrului va duce doar la micșorarea distorsiunilor și potrivirea nivelului optim (așa-zisa „reglare industrială", pentru preamplificare de microfon).

Oscilatorul de frecvență ultrasonoră

Orice magnetofon sau casetofon, pentru a oferi o audiție de calitate, are inclusă în construcția lui o porțiune de montaj special, care este un oscilator de frecvență ultrasonoră. Acesta, pus în funcțiune atunci cînd se face o înregistrare, are un rol dublu; de a furniza un curent de intensitate relativ mare capului magnetic de ștergere și un curent separat, bine dozat, de polarizare, trimis în capul de înregistrare—respectiv capul universal — care este suprapus curentului de audiofrecvență furnizat de amplificatorul de înregistrare. Frecvența oscilatorului trebuie să fie de cel puțin cinci ori mai mare decît frecvența cea mai înaltă care urmează a fi înregistrată; altfel înregistrarea frecvențelor înalte este distorsionată. Astfel, pentru o limită de frecvență acceptată la 10 kHz, frecvența oscilatorului trebuie să fie de cel puțin 50 kHz. Pentru o limită de frecvență de 20 kHz, frecvența oscilatorului trebuie să ajungă la 100 kHz. Cu cîțiva ani în urmă,

asemenea frecvențe nu puteau fi folosite și pentru ștergere; dar introducerea capetelor de ștergere și chiar a celor de înregistrare-redare cu ferită a rezolvat favorabil această problemă. În principiu, se folosește un singur montaj de oscilator care furnizează curentul necesar. Forma de undă generată de oscilator trebuie să fie cît mai apropiată de forma sinusoidală și perfect simetrică. Nu se admit armonici, mai ales de gradul 2.

Există mai multe variante de scheme. În cea mai simplă se folosește un singur tranzistor, ca oscilator LC, cu reacția la limită, pentru a nu produce armonici. Unele variante folosesc două tranzistoare în schemă de oscilator simetric, care oferă o formă optimă de undă. Alte scheme, mai complicate, utilizate mai ales în aparatajul profesional, obțin o oscilație sinusoidală de la un oscilator-pilot cu unul sau două tranzistoare, iar atacul capului de ștergere se face printr-un etaj final de putere, cu unul sau două tranzistoare. În cazul magnetofoanelor mai puțin pretențioase, funcția de oscilator ultrasonor este îndeplinită de etajul final audio, printr-o comutare în momentul înregistrării, întrucît etajul final audio este folosit numai pentru redare. Tot din motive de economie, uneori, în montajul oscilatorului nu se folosește o bobină de oscilator, ci chiar capul de ștergere joacă acest rol. Este foarte greu de spus care montaj este mai bun: cel simplu sau cel complicat. Totul depinde atît de concepție, cît și de felul cum este reglat montajul. În foarte multe cazuri, oscilatoare cu schemă foarte simplă au dat rezultate impecabile, asigurînd înregistrări de înaltă calitate, iar montaje foarte „sofisticate" au dat, cîteodată, rezultate deplorabile. În tehnică totul este perfectibil, nu există încă o standardizare obligatorie în privința montajelor de orice fel și de aceea și rezultatele oglindesc foarte diferit acest fapt. În general însă se poate afirma că există totdeauna posibilitatea reglării punctului optim de funcționare a unui oscilator, vizionînd forma de undă la un osciloscop și acționînd asupra valorii unor rezistoare, de care depinde calitatea funcționării montajului.

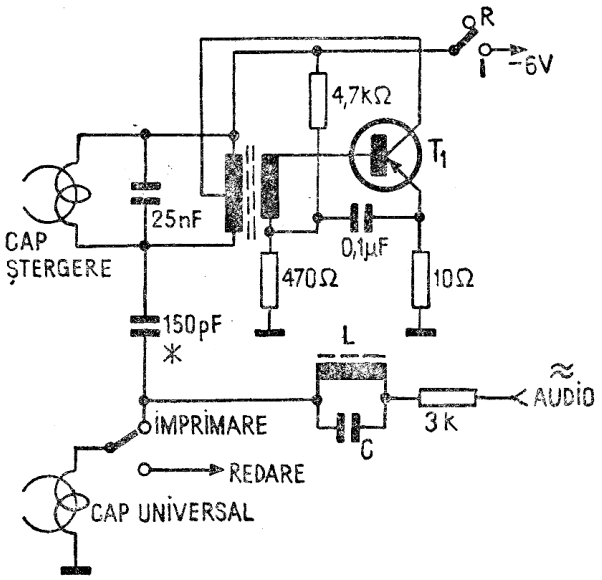


Fig. 61

În figura 61 se prezintă schema unui oscilator, cu un singur tranzistor, folosit într-un magnetofon portabil. Schema este destul de simplă: un oscilator LC cu circuitul de colector acordat. În circuitul emitorului tranzistorului, care poate fi de mică putere, de exemplu, un AC 180 sau un EFT 125, se află un rezistor care prin reacția negativă introdusă în circuitul oscilatorului îmbunătățește forma de undă. Capul de ștergere este plasat în paralel cu înfășurarea de colector. Deoarece capul de ștergere are o impedanță mai mare decît înfășurarea oscilatorului, se poate considera că doar secundarul este acordat de condensatorul legat în paralel. Secundarul are o priză, pentru ca parametrii oscilatorului să nu depindă de parametrii tranzistorului, ca urmare a fluctuațiilor de temperatură. O altă variantă (figura 62) folosește un tranzistor cu siliciu. O particularitate interesantă: circuitul acordat este plasat în circuitul de bază al tranzistorului. Înfășurarea de colector servește doar pentru obținerea reacției deci funcționarea montajului este diferită de cea a montajului precedent.

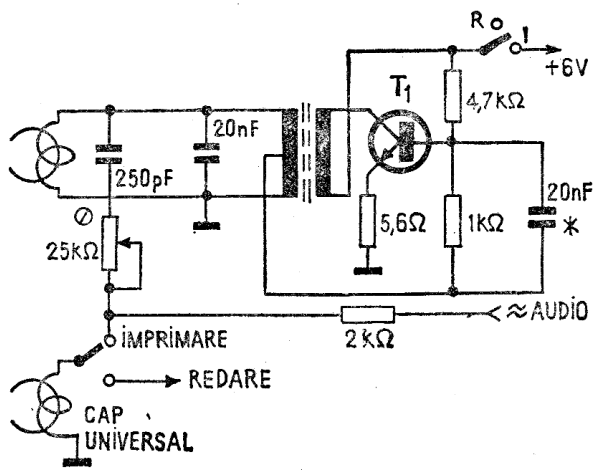


Fig. 62

În primul montaj (fig. 61), curentul de premagnetizare (sau polarizare), se obține de pe secundar, printr-un condensator a cărui valoare exactă se stabilește la relgarea magnetofonului. O valoare prea mică duce la o înregistrare distorsionată, iar o valoare prea mare, duce la o înregistrare fără frecvențe înalte.

În montajul al doilea (fig. 62) premagnetizarea se dozează cu ajutorul unui potențiometru semireglabil, operație care permite un reglaj foarte exact. Bineînțeles, acest reglaj se face numai la darea în exploatare a aparatului. În primul montaj se remarcă, de asemenea, prezența unui circuit LC în serie cu semnalul audio, venit de la etajul de înregistrare și trimis prin comutator, împreună cu curentul de premagnetizare, în capul de înregistare. Rolul circuitului LC este de a împiedica (prin rezonanța lui, chiar pe frecvența oscilatorului, la care impedanța acestui circuit este maximă), pătrunderea oscilației de premagnetizare în alte părți ale montajului magnetofonului, unde ar putea produce perturbări, de pildă, în indicatorul optic de volum al înregistrării (unde ar produce o deviație continuă și eronată a acului instrumentului sau ar bloca amplificarea). Pentru amatorii care doresc să experimenteze ambele scheme de oscilator, convine un miez oală de ferită,

cu diametrul exterior de 10...15 mm. Înfășurarea acordată va avea 30 + 70 de spire, bobinate cu conductor emailat sau acoperit cu polivinil, ⌀ 0,12... 0,15 mm. Secundarul, pentru reacție, va avea 15...30 de spire, din același tip de sîrmă. Numărul exact va fi stabilit la punerea în stare de funcționare a montajului. Frecvența este de cca 60 kHz și poate fi modificată prin schimbarea valorii condensatorului de acord, obligatoriu de tip cu mică, ceramic sau stiroflex, la tensiune de cel puțin 250 V. Montajul oscilatorului poate fi efectuat pe o plăcuță separată de circuit imprimat sau fibră perforată, care se va ecrana într-o cutiuță din tablă de cupru, alamă sau aluminiu, pentru a micșora pierderile de curent de radiofrecvență. Dacă în interiorul magnetofonului sau casetofonului unde se instalează acest oscilator există spațiu suficient, atunci el va trebui să fie plasat la distanță cît mai mare de circuitele de intrare.

În figura 63 este prezentată schema de principiu a unui oscilator simetric, în contratimp, care oferă o formă foarte bună de undă, fără să necesite reglaje greu de efectuat de un amator (în lipsa instrumentelor de măsură). Se folosesc două tranzistoare de mică putere, de exemplu, EFT 353, OC 75 sau AC 180,

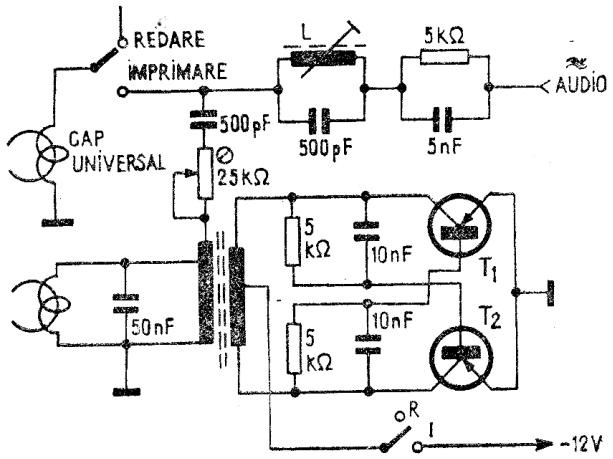


Fig. 63

preferabil montate pe mici radiatoare, tip „steguleț", din tablă de aluminiu. Bobinajul oscilatorului este înfășurat pe o carcasă tip oală, cu diametrul exterior de 12... 16 mm. Primarul din circuitul colectoarelor tranzistoarelor numără 2 × 30 de spire, bobinate cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,25... ... 0,3 mm. Secundarul are 80 + 50 de spire, prima porțiune bobinată cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,25 mm, iar a doua cu orice tip de sîrmă izolată, cu diametrul mai mare ca 0,1 mm. Prin branșarea în paralel cu secundarul a unui condensator de 50 000 pF, frecvența oscilatorului este de cca 50 kHz. Bobina filtrului de oprire a radiofrecvenței numără 1 000 de spire, bobinate cu sîrmă Cu-Em ⌀ 0,05... 0,07 mm pe o carcasă miniatură tip oală, cu miez reglabil. Pentru acest tip de oscilator se pot folosi și tranzistoare cu siliciu de tip *npn*, prin inversarea sensului sursei de alimentare și potrivirea valorii rezistoarelor de polarizare, pentru o formă sinusoidală a curentului dat de oscilator.

Compresor dinamic simplificat

Oarecum similar montajului de preamplificator, compresor dinamic anterior (vezi fig. 19), dar simplificat prin eliminarea etajului de preamplificare, compresorul prezentat mai jos servește, în primul rînd, pentru transformarea unui magnetofon sau casetofon obișnuit în înregistrator cu reglaj automat al nivelului de înregistrare. Funcționarea este identică montajului prezentat anterior, dar simplitatea lui și numărul redus de piese — care, bineînțeles, pot fi de tip subminiatură — permite asamblarea sub o dimensiune deosebit de redusă. Astfel (vezi fig. 64), folosindu-se o mufă și contramufă cu trei picioruțe, standardizate, pentru microfon, montajul se poate dispune între cele două piese, fiind acoperit de un tubuleț din tablă de fier (din tablă de cutie de conserve), întregul ansamblu fiind rigidizat prin lipire cu cositor. O asemenea anexă, intercalată

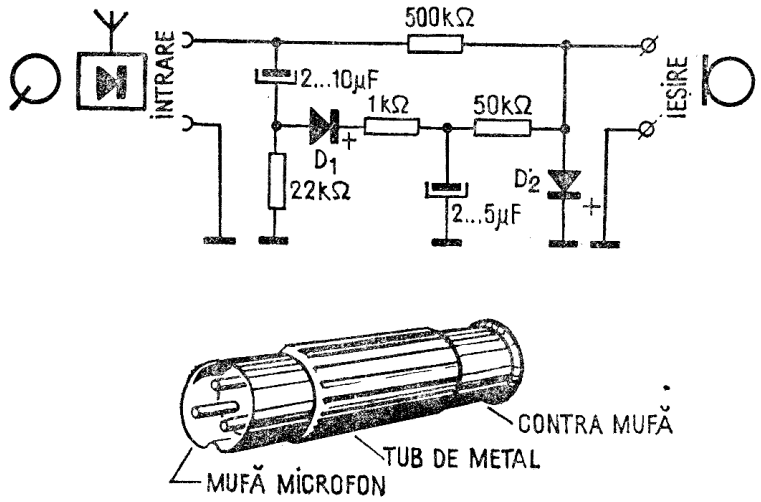


Fig. 64

între un picup și borna de microfon a înregistratorului cu bandă sau casetă, permite obținerea unei înregistrări cu nivel constant. Tensiunea de audiofrecvență la intrarea montajului trebuie să aibă minimum 200 mV și maximum 6 V. Pentru aceasta, la ieșire se obține un nivel constant în preajma a 5 mV, corespunzînd cu nivelul oferit de un microfon. De aceea, este necesar ca ieșirea montajului să se conecteze la borna de microfon a înregistratorului magnetic sau a amplificatorului, butonul de volum plasîndu-se spre poziția maximă. Se va evita poziția maximă întrucît, pentru un semnal de atac la intrare de circa 5 mV, s-ar ajunge la supramodulare. Piesele folosite în montaj pot fi de orice dimensiuni, dar, așa cum s-a spus mai sus, se preferă piese subminiatură, pentru a realiza un montaj foarte mic, ușor de ecranat. Condensatoarele pot fi la tensiunea de 3 V, diodele punctiforme, de mică putere. Pot fi înlocuite, la nevoie, cu joncțiuni valide de tranzistoare defecte. În caz de nefuncționare a montajului, se inversează sensul joncțiunilor folosite.

Despre sistemele de reproducere a sunetului pe mai multe canale

Pentru audiții obișnuite, fie transmise printr-un post de radio și recepționate cu ajutorul unui aparat de radio, fie înregistrate pe disc sau bandă de magnetofon, după metode tehnice mai vechi, se folosește încă destul de mult sistemul de reproducere monofonică a sunetului. În acest sistem, audiția la redare este asigurată de unul sau mai multe difuzoare, de obicei plasate chiar în caseta aparatului. Astfel, sursa de sunet pare că este emisă dintr-un singur punct (fig. 65). Cu alte cuvinte, nu poate fi reprodusă spațialitatea audiției, nu se reproduce „efectul de sală", al încăperii de unde se face transmisia. O îmbunătățire a acestui efect de redare „concentrat într-un punct", poate fi realizată prin folosirea unor panouri grupînd mai multe difuzoare sau mai multe incinte, care reproduc separat anumite porțiuni din spectrul sonor. Folosind un număr mare de difuzoare, legate la același amplificator monofonic, se obține efectul „ambiofonic", al sunetului care înconjoară pe auditori, dar care nu respectă cîtuși de

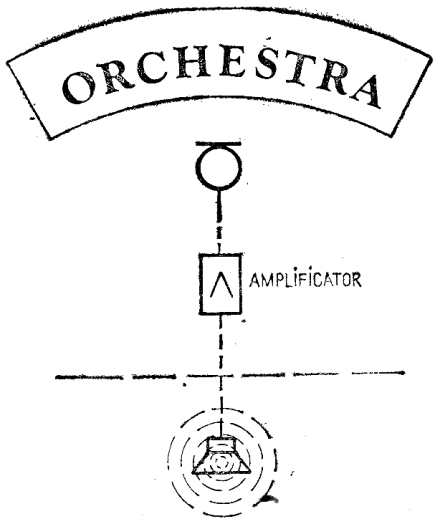


Fig. 65

puțin aranjamentul inițial al instrumentelor din orchestra al cărei program se transmite sau reproduce (fig. 66). O oarecare îmbunătățire a efectului de prezență a orchestrei se obține cu ajutorul unui aranjament special al difuzoarelor și al unor filtre separatoare de frecvențe, cu așa-numitul montaj „stereodină". Bineînțeles, nici în acest caz nu se reproduce imaginea sonoră reală a orchestrei. Trebuie spus că sistemul monofonic simplu, sau „sofisticat" prin metodele ambiofonice sau stereodină este un sistem de redare foarte bun, calitatea audiției nefiind de fel afectată de spațialitatea redării.

Dar necesitatea de obținere a spațialității în redare a dus la apariția unor sisteme de reproducere a sunetului pe mai multe canale.

Astfel, una din metodele cele mai folosite este redarea stereofonică, pe două canale. Metoda folosește la culegerea sunetului din sala de spectacol două microfoane sau două grupuri de microfoane, conectate

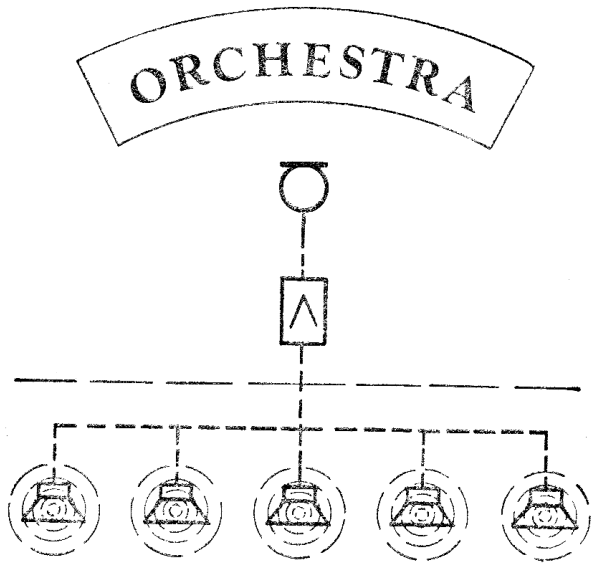


Fig. 66

la două amplificatoare separate (fig. 67). Ieșirea acestor amplificatoare este conectată fie la două capete de magnetofon care înregistrează simultan două piese pe aceeași bandă, fie la o doză de înregistrare pe discuri, de tip special (în care mișcarea acului de înregistrare este comandată pentru fiecare versant al șanțului gravat de către un canal audio), fie se transmite, cu ajutorul unui emițător radio special, prevăzut cu un codificator (dispozitiv de combinare a două semnale într-unul singur), numai în gama de unde ultrascurte. La redare, două capete de magnetofon — de obicei, montate sub aceeași capsulă de ecranare — citesc înregistrarea, care este redată cu ajutorul a două amplificatoare separate, prin două difuzoare sau două grupuri de difuzoare, de asemenea, separate. Aceasta pentru înregistrarea magnetică. Înregistrările pe disc sînt reproduse cu ajutorul unei doze speciale de redare, denumită doză stereofonică, în care vibrațiile fiecărui versant al șanțului imprimat, sînt preluate printr-un singur ac lector și transmise la două traduc-

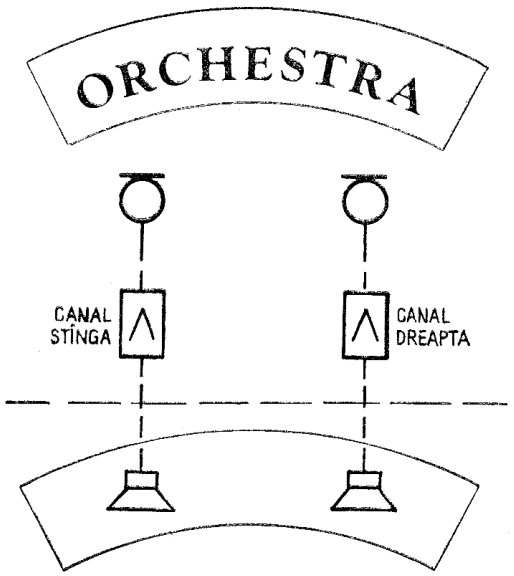


Fig. 67

toare piezoelectrice sau magnetice plasate în aceeași capsulă, care furnizează semnale electrice separate. Aceste semnale, la rîndul lor, sînt amplificate cu ajutorul a două amplificatoare identice ca parametri și, de asemenea, se folosesc difuzoare separate pentru redare. În cazul redării prin aparatul de radio, acesta trebuie să fie echipat cu un montaj denumit decodor, pentru separarea celor două canale care erau combinate în unul singur.

Felul cum a fost rezolvată pînă acum problema redării stereofonice pe două canale, nu a ridicat probleme prea spinoase pentru posesorii de aparate de tip mai vechi, monofonic, pentru că, de la bun început, s-a pus accentul pe problema posibilității folosirii programelor stereofonice, pe aparatura monofonică, prin așa-numita „compatibilitate". Astfel, înregistrările stereofonice pe benzi sau casete pot fi reproduse cu ajutorul oricărui echipament monofonic cu patru piste. La reproducerea discurilor stereofonice, se pune în mod deosebit problema ca vîrful de redare să nu fie tocit, pentru a nu distruge șanțurile mult mai fine ale înregistrărilor stereofonice. Se recomandă însă schimbarea dozei monofonice cu o doză stereofonică, întrucît înregistrările monofonice pot fi reproduse destul de fidel prin conectarea în paralel a celor două traductoare din doză. Acul lector al dozei stereofonice este mai bine executat, iar sistemul de suspensie are o inerție mai mică decît al dozelor monofonice, fapt care reduce uzura discurilor de orice fel. În ceea ce privește redarea unui program stereofonic cu ajutorul unui aparat obișnuit de radio, cu gamă de unde ultrascurte, în sistem monofonic, este un lucru foarte obișnuit; toate elementele orchestrei sînt însă redate prin sursa unică, punctuală, a difuzorului.

La redarea programelor stereofonice cu aparate special destinate acestui scop, se „simte" amplasamentul instrumentelor din orchestră; iar prin captarea sunetelor reverberate de zidurile sălii de audiție se obține un „efect de sală" apreciabil, deși el sosește la auditor

numai din față, dintr-o zonă unde el nu se găsește în realitate. Dar această situație nu este reală, pentru că sunetul „de sală" ar fi trebuit să vină din toate părțile, așa cum este de fapt reflectat de pereții sălii. Cu alte cuvinte, sunetul redat stereofonic nu reproduce real sunetul reverberat de sală. Se poate obiecta, bineînțeles, că în camera în care se face audiția se produce, de asemenea, o reflexie a sunetului redat prin instalația stereofonică. Este adevărat, dar această reverberație nu este cea a sălii de audiție, o sală de obicei foarte mare, cu o foarte bună acustică.

Audiția stereofonică pe două canale satisface însă, în general, pretențiile de calitate. Adăugarea unor difuzoare pe partea laterală sau în spatele auditoriului oferă un destul de plauzibil efect de spațialitate, de sală mare, cu condiția de a se doza potrivit nivelul de audiofrecvență furnizat difuzoarelor adiacente. Este așa-numita „plurifonie derivată din stereo". În dorința de a mări calitatea reproducerii sunetului, a fost elaborat un sistem de stereofonie pe patru canale denumit *tetrafonie* sau *cuadrofonie*, din care există trei variante de bază. Sistemul „Quadro $4 \times 4 \times 4$" este similar sistemului stereofonic cu două canale, în care însă se înregistrează cu ajutorul a patru microfoane (plasate în patru colțuri ale sălii de concert), pe bandă de magnetofon, pe patru piste magnetice (vezi fig. 68). Acest sistem poate fi folosit numai pentru înregistrări pe bandă de magnetofon dar nu și pentru alte metode de înregistrare. La redare, se folosesc, bineînțeles, patru amplificatoare separate, cu patru incinte de difuzoare plasate în colțurile camerei unde se face audiția. Pentru înregistrarea pe disc sau transmisie prin radio, se folosește altă variantă: sistemul denumit „Quadro $4 \times 2 \times 4$". În acest sistem, sunetul din sală se culege cu patru microfoane, însă pentru înregistrare sau transmisie radio se grupează 2 cîte 2 canale, printr-un montaj de codificare, după care semnalul, pe două canale, se înregistrează ca pe orice disc stereofonic, sau se transmite. La citirea discului, sau la recepția prin radio, se folosește un decodor, care separă cele patru semnale

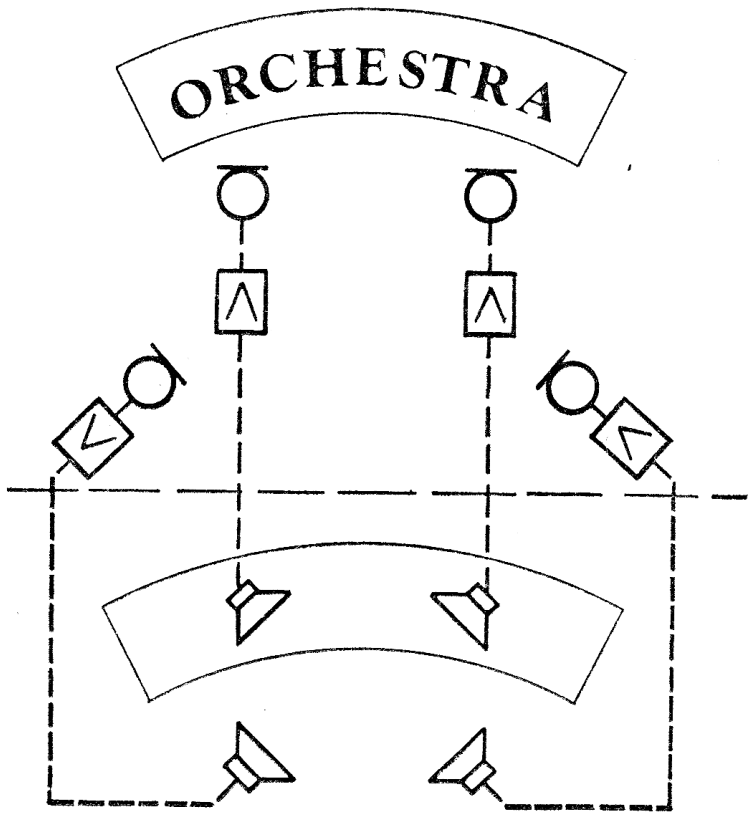


Fig. 68

originale și le transmite, prin patru amplificatoare, la cele patru difuzoare de redare. Doza de picup trebuie să fie de tip special, cu redare peste 50 kHz ca să poată citi semnalul codificat corespunzător informațiilor de spațialitate. Bineînțeles, există și în acest caz compatibilitate, posibilitatea redării programului cu ajutorul unor aparate obișnuite stereofonice pe două canale. Ultima metodă „Quadro 2×2×4" este un fel de „surogat" ingenios care redă foarte bine ambianța sălii de concert, cu mijloace mult mai simple. Se folosesc programe înregistrate sau transmise numai în

sistemul stereo pe două canale, care cu ajutorul unui artificiu tehnic este transformat, numai la redare, într-un program pe patru canale. Astfel, se adaugă instalației de bază stereo cu două incinte încă două difuzoare de putere mai mică, legate în antifază între cele două canale, așezate în spatele camerei unde se plasează incintele de bază (fig. 69). Aceste difuzoare adiționale funcționează oarecum „în surdină" față de difuzoarele principale, dar restituie cu destulă „autenticitate" efectul de sală mare de concert. Un asemenea sistem cuadrofonic are avantajul principal că poate fi ușor improvizat de orice amator, deoarece nu se folosesc unele elemente deosebit de scumpe ca, de pildă, dozele speciale „Quadro", două amplificatoare suplimentare, decodoarele precum și discurile speciale, care ating un cost de aproape zece ori mai mare decît discurile stereo obișnuite și care nu sînt produse deocamdată decît în număr foarte mic.

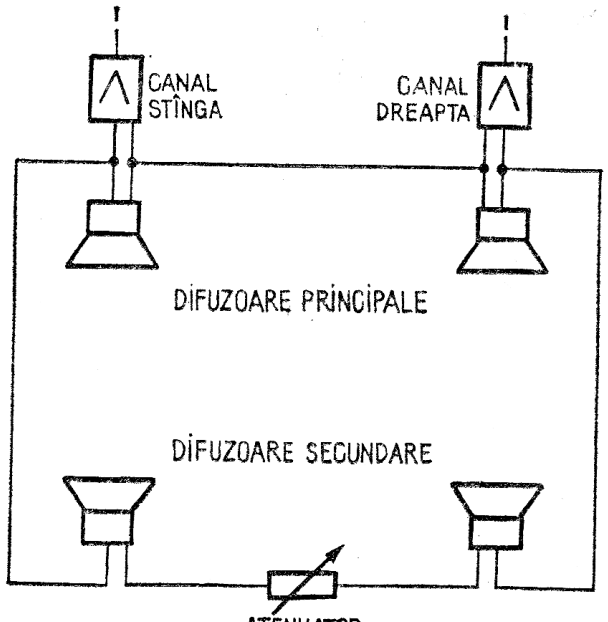


Fig. 69

Totuși, considerăm că este necesară o scurtă trecere în revistă a unor tipuri de discuri cuadrofonice, deoarece ele s-ar putea impune în viitorul apropiat. Pînă în momentul de față nu au apărut decît standardele CD 4, SQ și QS.

Sistemul CD 4 înregistrează pe același flanc al șanțului un semnal complex, de exemplu, canalul din față dreapta, plus canalul din spate dreapta, folosind o curbă de răspuns limitată la maximum 15 kHz. Folosind o frecvență ultrasonoră ca frecvență purtătoare la frecvența de 30 kHz, se gravează pe același versant al șanțului un semnal codificat, cuprinzînd banda de frecvențe pînă la 45 kHz. Acest semnal codificat reprezintă diferența semnalelor din față dreapta și, extras din el, canalul dreapta spate. La fel se procedează cu înscrierea semnalelor adiționate și diferențiate pentru canalul din stînga, pe celălalt versant al șanțului discului. La citirea discului, cu o doză specială, care poate reproduce pînă la 50 kHz, se extrag semnalele de frecvență ultrasonoră și cu ajutorul unor circuite discriminatoare, se extrag semnalele de diferență. Se obțin astfel patru semnale care după unele prelucrări suplimentare se reproduc cu ajutorul a patru amplificatoare urmate de patru incinte acustice separate.

Sistemul SQ folosește un sistem de codificare cu matrice, în care, cu ajutorul unor circuite logice, se mărește gradul de directivitate aparentă. Este un sistem care dă rezultate bune, chiar impresionante.

Sistemul QS denumit și *RM* (Regular Matrix) folosește o metodă asemănătoare; dar circuitele electronice sînt diferite și se produc defazări diverse între cele patru canale, care, de asemenea, la redare măresc senzația de spațialitate.

Nu se poate spune despre nici unul din sistemele de înregistrare pe disc „Quadro" că ar fi mai corect decît celălalt. Nu există compatibilitate tetrafonică între discurile celor trei sisteme, deși ele pot fi reproduse în stereo cu două canale, cu ajutorul unui picup stereo obișnuit.

Dar faptul cel mai important, care se uită de multe ori cînd se discută de tetrafonie, este că efectul de ambianță produs de ea trebuie să fie moderat, la limită de percepție, că efectul de bază stereofonic este cel produs de principalele două canale, dreapta și stînga din față, că acestea redau plasticitatea, relieful orchestrei. Auditorul își concentrează totdeauna atenția spre direcția de unde vine sunetul principal, spre o sursă de sunet frontală. Orice sunet puternic din spate creează o senzație de neliniște, de artificialitate. De aceea, ținînd seama de amestecul produs de reflexiile sunetului de pereții încăperii în care se face audiția, folosirea unor sisteme tetrafonice exagerate nu-și au rostul și, așa cum s-a spus mai sus, folosirea tetrafoniei artificiale prin metoda „Quadro $2\times2\times4$" este o rezolvare care poate satisface cele mai mari pretenții.

Decodor stereo cu două tranzistoare

Montajul din figura 70, prin branșarea lui la ieșirea unui detector de raport al unui receptor de radio cu modulație de frecvență, în gama undelor ultrascurte, permite să se decodifice informația stereo, bineînțeles cînd se recepționează emisiuni stereo, obținîndu-se două semnale audio, pe două canale separate, corespunzînd canalului drept și canalului stîng.

Montajul este foarte ușor de realizat. Sînt necesare trei miezuri de ferită format „oală", avînd diametrul exterior între 12 și 20 mm și înălțimea între 15 și 30 mm, cu șurub reglabil, de asemenea, din ferită (vezi fig. 71). În lipsă, se pot folosi bucăți din bară de ferită cu diametrul de 10...12 mm, cu lungimea de 25 mm, plasate în carcasă tip mosor, cu posibilitate de reglare a miezului, protejate în ecrane de tablă de aluminiu sau alamă, cu diametrul de 25 mm (vezi fig 71). Rezultatele obținute sînt sensibil egale. Cele două tranzistoare sînt de orice tip *pnp*, de audiofrecvență sau radiofrecvență, de mică putere, cu o disipație de maximum

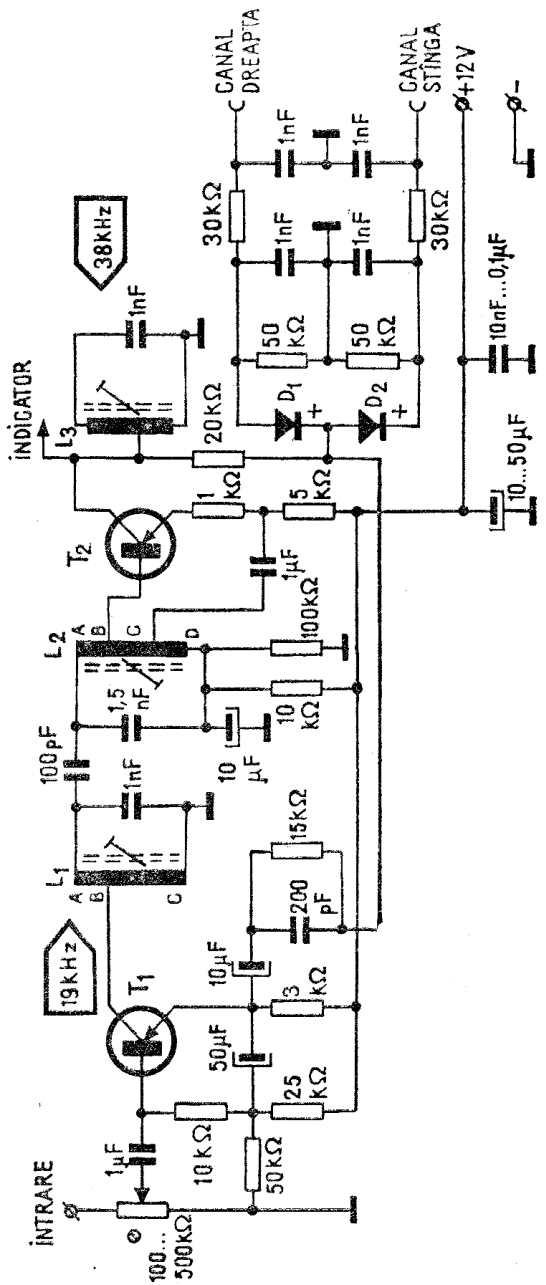


Fig. 70

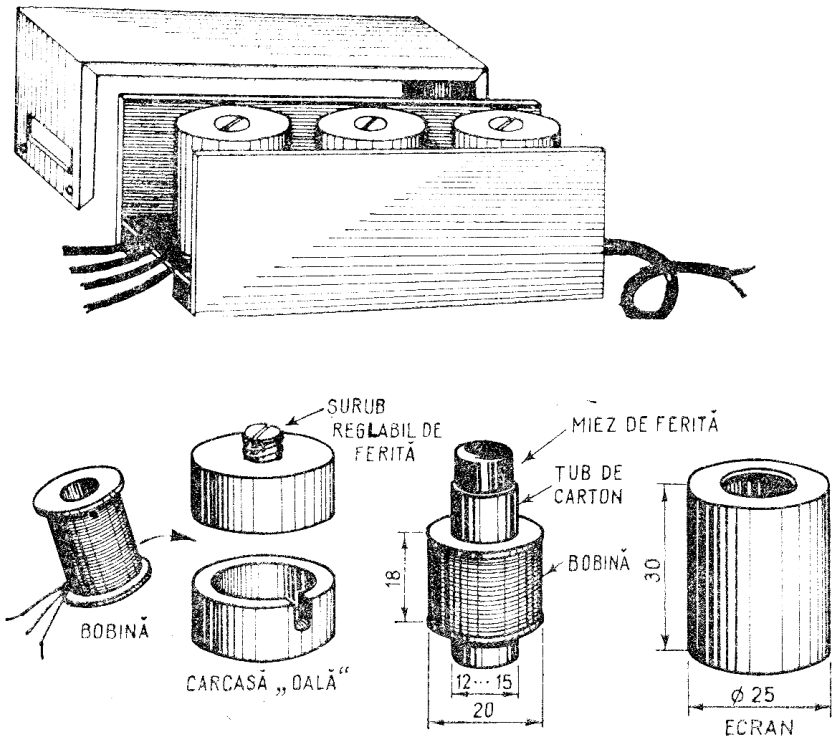


Fig. 71

un sfert de watt. Astfel, se pot folosi tranzistoarele OC 45, II 14, AC 125 etc., cu condiția de a suporta 12 V. Primul tranzistor, T_1, funcționează în schemă de amplificator al semnalului „pilot" de 19 kHz, transmis de stația din gama de unde ultrascurte în timpul emisiei de programe stereofonice. Acest semnal, amplificat de tranzistor, ajunge pe colectorul lui, unde este selecționat de un circuit LC cu factor mare de calitate. Semnalul audio de pe această cale este suprimat din cauza impedanței foarte mici a circuitului LC la altă frecvență decît pe frecvența de acordare de 19 kHz. Al doilea tranzistor, T_2, lucrează ca oscilator, tot pe frecvența de 19 kHz, situație în care generează și unele

armonici, din care armonica de gradul 2 are frecvența de 38 kHz, care este preluată de un circuit plasat pe colectorul tranzistorului T_2, care este acordat pe aceeași frecvență. Informația audio din receptor, axată pe frecvența de 19 kHz este transmisă din circuitul acordat al bobinei L_1 la bobina oscilatorului L_2 și de acolo prin tranzistorul T_2 ajunge la circuitul acordat pe 38 kHz în care lucrează bobina L_3. Un demodulator stereo, cu două diode, cuplate în opoziție de polaritate, furnizează două semnale audio, corespunzînd celor două canale stereo. La ieșirea demodulatorului se plasează două grupuri RC de dezaccentuare, care elimină frecvențele foarte înalte din audiție sau unele fluierături de interferență. În caz că se urmărește trecerea unei limite audio peste 15 000 Hz, se vor micșora valorile condensatoarelor respective, dar nu mai puțin de 200 pF. Grupul identic de dezaccentuare din radioreceptor, de la ieșirea detectorului de raport, se desființează, deoarece prezența lui atenuează semnalul util de 19 kHz. Semnalul monofonic trece de pe emitorul lui T_1 direct la demodulatorul stereo, fără comutare.

Partea cea mai delicată a construcției este confecționarea bobinelor, de care depinde calitatea funcționării întregului lanț de redare stereofonic. Pe carcasele menționate mai sus, datele de bobinare sînt următoarele: bobina L_1, de la $A...B$, 700 de spire și de la $B...C$, 200 de spire, bobinate cu conductor Cu-Em ∅ 0,12...0,15 mm (în funcție de dimensiunea carcasei). Cu același tip de sîrmă, se bobinează și bobinele L_2, care numără 500 de spire între A și B, 120 de spire între B și C și 80 de spire între C și D. Ultima bobină, L_3, are 300 de spire între A și B, iar între B și C are 150 de spire. Se va bobina sub formă de mosor, dar nu spiră lîngă spiră.

Montarea decodorului se face pe o plachetă de pertinax placat, plasată în interiorul unei cutiuțe din tablă de fier, pentru ecranare. Bobinele vor fi așezate la o distanță de cel puțin 30 mm unele de altele, pentru evitarea unor cuplaje parazite. Consumul montajului nu depășește 2 mA, de aceea el poate fi alimentat din orice aparat cu tranzistoare care dispune de 12 V tensiune

de alimentare. Montajul funcționează corect în limitele de 8...14 V, bineînțeles cu o ajustare a valorilor de polarizare a tranzistoarelor, din care consumul tranzistorului T_2 este sub 0,3 mA. Un consum mai mare duce la autooscilație puternică și la distrugerea lui.

Un aspect interesant al acestui montaj este felul „bizar" de lucru, cu colectorul la masă și cu circuitul emitorului izolat, aspect întîlnit în toate circuitele electronice actuale în care se mai folosesc tranzistoare *pnp* cu germaniu. Realizarea montajului propus, destul de simplu dealtfel, va familiariza pe amatori cu acest sistem de lucru.

Reglarea decodorului se face destul de simplu. Se alimentează montajul de la o sursă de 12 V apoi se cuplează la ieșirea detectorului de raport — a discriminatorului — căruia, în prealabil, i s-a îndepărtat grupul RC de dezaccentuare; în acest caz, audiția programelor din gama de unde ultrascurte este dezagreabil de stridentă, se aud diverse fîșîituri și în cazul recepției unei stații stereo se aude clar un „țiuit", corespunzînd unei armonici a semnalului pilot, cu frecvența de 8,5 kHz.

Se cuplează un instrument oarecare de măsură, de curent alternativ, care poate efectua măsurători și în domeniul ultrasonor. Majoritatea avometrelor moderne au diode punctiforme la redresarea tensiunilor alternative și convin scopului. Un laborator mai bine utilat poate folosi un voltmetru electronic sau un oscilograf. Se cuplează instrumentul mai întîi pe colectorul tranzistorului T_1, printr-un condensator de 10 nF...0,1 μF și prin introducerea atentă a miezului se încearcă obținerea unei indicații maxime pe scala instrumentului de măsură, ceea ce înseamnă că circuitul respectiv este acordat pe frecvența pilot de 19 kHz. Se cuplează instrumentul pe baza tranzistorului T_2 și se repetă operația. Reglajul trebuie efectuat cu atenție, fiind destul de sensibil. Se mută instrumentul de măsură pe colectorul tranzistorului T_2 și se repetă operația cu miezul carcasei bobinei L_3. Un maxim de indicație înseamnă că și acest circuit este acordat pe dublul frecvenței pilot, adică

pe 38 kHz. Dacă se cuplează un amplificator stereo la ieșirea celor două canale, audiția este asigurată.

Plasarea definitivă a decodorului ridică unele probleme. De pildă, aparatul ar putea fi construit ca o unitate separată, cu alimentare la baterii, dar aceasta nu este o soluție prea practică. Dacă se dispune de un aparat de radio monofonic, cu gamă de unde ultrascurte, este de preferat ca decodorul să fie montat în interiorul casetei acestuia. Dacă aparatul este cu tranzistoare, nu există nici o dificultate de a-i asigura alimentarea. Prin modificarea polarizărilor, montajul ar putea să funcționeze la tensiune mai redusă, chiar la 3 V. În cazul unui radioreceptor cu tuburi, problema alimentării este foarte simplă. După ce s-a făcut verificarea și reglarea montajului, se intercalează în serie, între borna de plus a decodorului și plusul tensiunii anodice, de 200...300 V, la un punct de alimentare bine filtrat, un potențiometru legat ca reostat, cu valoarea de 0,25... 0,5 MΩ (vezi fig. 72). Se introduce mai întîi valoarea maximă a potențiometrului și cu un voltmetru se măsoară, în paralel pe bornele de alimentare ale decodorului, prezența unei tensiuni de 12 V, sau ceva mai puțin, reglînd cu atenție poziția cursorului, pentru a evita pericolul de electrocutare sau distrugere a montajului prin intrarea directă a înaltei tensiuni pe un montaj delicat. Se întrerupe funcționarea, se măsoară valoarea rezistenței potențiometrului și se înlocuiește cu un rezistor fix, de aceeași valoare, la putere de cel puțin 1 W, care se montează izolat pe șasiul radioreceptorului. Prin aceasta, un radioreceptor stereo, care nu posedă decodor, poate fi ușor echipat cu montajul necesar, iar din sistemul de alimentare sugerat, se poate înțelege de ce montajul este „invers".

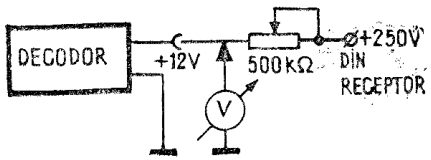


Fig. 72

Un indicator de prezență a programelor stereo, care semnalează prezența semnalului de 38 kHz la intrarea demodulatorului stereo, poate fi cuplat pe colectorul tranzistorului T_2.

Indicator de emisiuni stereo

Un receptor cu modulație de frecvență echipat cu un decodor stereo nu va oferi o redare stereo decît în caz că se recepționează o emisiune stereofonică. Or, aceste emisiuni sînt destul de rare și atunci cînd au loc, este foarte greu să se aprecieze din primul moment dacă programul transmis este monofonic sau stereofonic. De aceea, asemenea receptoare au inclus în schema lor de funcționare un indicator optic care indică prezența unei emisiuni stereofonice.

Deoarece un asemenea indicator consumă mult mai mult curent decît decodorul sau chiar receptorul propriu-zis, se folosește un sistem de alimentare de la o sursă separată de tensiune. Astfel, varianta de indicator de emisiune stereo din figura 73 folosește ca element optic de semnalizare un beculeț de 2,5 V, de lanternă de buzunar, cu un consum de 0,05...0,2 A. Se preferă, bineînțeles, un beculeț cu consum cît mai mic. Montajul folosește un cuplaj Darlington cu două tranzistoare, în calitate de amplificator de curent continuu. Semnalul de 38 kHz, existent la ieșirea decodorului, este trimis la intrarea semnalizatorului de pro-

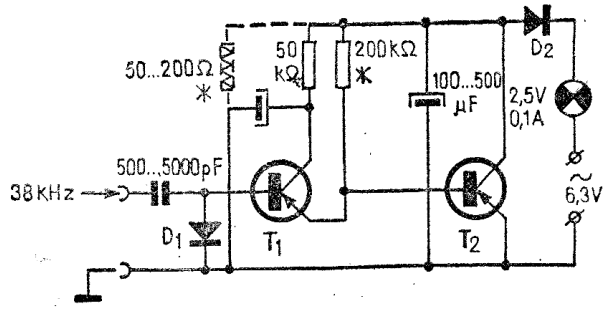


Fig. 73

gram stereo. O diodă redresează frecvența purtătoare obținîndu-se o tensiune continuă ce polarizează baza tranzistorului T_1, care fără acest semnal este blocat (nu conduce). În prezența polarizării, curentul care trece prin tranzistorul T_1 deschide și tranzistorul T_2, care absoarbe un curent mai important. Acest curent trece prin beculețul indicator, care se aprinde, indicînd existența semnalului de 38 kHz. Pentru economie de energie, indicatorul se alimentează printr-o diodă direct de la o tensiune de 6 V c.a. (funcționare normală între 4...8 V c.a.), de exemplu, tensiunea de filament a unui radioreceptor cu tuburi electronice sau o înfășurare separată efectuată pe transformatorul de rețea al unui receptor cu tranzistoare. Tensiunea redresată este filtrată cu ajutorul a două condensatoare electrolitice miniatură (100—500 μF, la tensiune nu mai mică de 8 V). Prin acest artificiu de montaj, se evită supraîncărcarea alimentatorului aparatului de radio, în momentul în care indicatorul aprinde beculețul de control. Piesele folosite sînt ușor de procurat. Astfel, tranzistorul T_1, cu germaniu, de putere mică, cu $\beta > 20$, poate fi din orice serie. T_2 este un tranzistor de putere medie sau mare, recomandabil EFT 125, AC 180 sau chiar un OC 26, sau un alt tranzistor similar. Folosirea unui tranzistor de putere prezintă avantajul că nu este necesar să se monteze cu radiator termic, pe cîtă vreme pentru folosirea unui tranzistor mai mic, este necesar un radiator cu suprafața de cel puțin 25 cm², care dă un gabarit mai mare construcției. Dioda D_1 este punctiformă, de orice tip, sau poate fi înlocuită cu o joncțiune de tranzistor de mică putere, chiar de audiofrecvență. Dioda D_2, folosită pentru redresarea tensiunii de alimentare, poate fi orice model cu joncțiune, care poate rezista la un consum echivalent cu consumul beculețului. O joncțiune validă de tranzistor de putere mijlocie poate înlocui cu succes dioda respectivă. Reglarea montajului este simplă: se alimentează de la sursa de curent alternativ și se trimite la intrare un semnal oarecare de audiofrecvență, peste 10 kHz, cu o tensiune de 1...3 V. Beculețul se va aprinde. Se reglează valoarea rezistorului de pe baza tranzistorului T_2, potrivind prin aceasta luminozitatea beculețului, astfel încît să se stingă în momentul în care se suprimă semnalul de audiofrecvență. Pentru a mări sensibilitatea montajului și pentru a face ca o parte din curentul care trece prin beculeț să nu treacă prin tranzistorul T_2, se poate monta un rezistor de derivare, care în schemă este figurat punctat. Astfel, beculețul este preîncălzit și ușor de comandat cu un curent mic. În acest caz, tranzistorul T_2 poate fi de mică putere, dar echipat cu un radiator de aluminiu sau cupru, de tip steguleț. Beculețul indicator se montează pe scala sau panoul aparatului, sub un căpăcel colorat din material plastic. O variantă pentru montaje portabile cu alimentare la baterii, poate fi văzută în figura 74. Tranzistoarele T_1 și T_2 sînt amîndouă de mică putere, de orice tip. Ca indicator se folosește o diodă luminiscentă de orice tip și orice culoare. Consumul este de circa 12...15 mA și se limitează cu ajutorul unui rezistor de 100...300 Ω. Reglajul se face similar montajului precedent. Alimentarea este însă făcută chiar din sursa de alimentare a radioreceptorului.

Un alt indicator care folosește pentru vizualizare un instrument de măsură poate fi văzut în figura 75. Partea de amplificare este asemănătoare schemelor precedente, dar variația de consum a tranzistorului prin apariția semnalului de 38 kHz este pusă în evidență de un miliampermetru. Poate fi folosit orice instrument de verificat modulația la magnetofoane, de tipul minia-

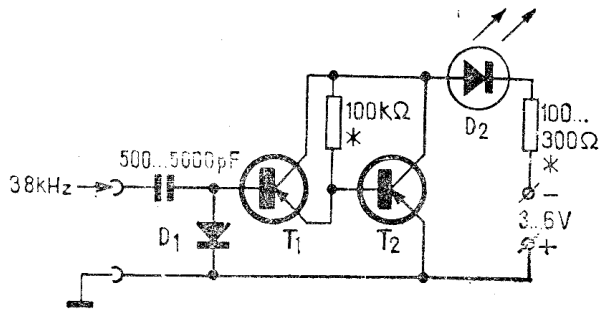


Fig. 74

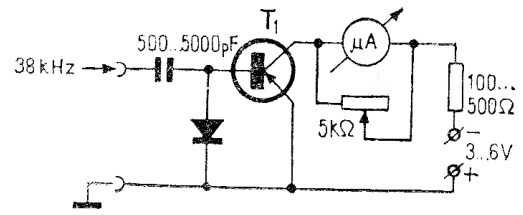


Fig. 75

tură, cu sensibilitatea între 20 μA și 1 mA. Diferența de sensibilitate poate fi compensată prin potențiometrul de 5 kΩ, semireglabil, care șuntează instrumentul. Acesta se reglează astfel încît acul indicator să dea o indicație spre sfîrșitul scalei, dar nu peste limită.

Decodor stereo fără bobine

Decodorul prezentat în figura 76 funcționează pe același principiu ca și decodorul cu bobine din figura 70, adică primește semnalul pilot de 19 kHz din discriminatorul receptorului, care este transmis de stația stereo, îl amplifică, îl dublează ca frecvență, ridicîndu-l la frecvența de 38 kHz, extrage cele două semnale din flancurile laterale, care apoi urmează să fie amplificate de un amplificator stereo cu două canale. În montajul de față, bobinele sînt înlocuite cu etaje de amplificare, care au o buclă de reacție negativă selectivă de frecvență, prin care se atenuează toate semnalele străine, în afara semnalului ultrasonor de 19 kHz și respectiv 38 kHz. Circuitele respective, în cazul de față, sînt la fel de eficiente ca și bobinele folosite de obicei în montajele de decodoare, rezultatele globale fiind egale. Deși aparent montajul reprezentat în figura 76 pare foarte complicat, în realitate este ușor de realizat, cu piese relativ ieftine.

Astfel, primele două tranzistoare, alcătuiesc un amplificator cu impedanță mare de intrare, pe schemă „bootstrap". Se folosesc două tranzistoare cu siliciu din seria BC, de exemplu, BC 139, 153 sau 177 pentru

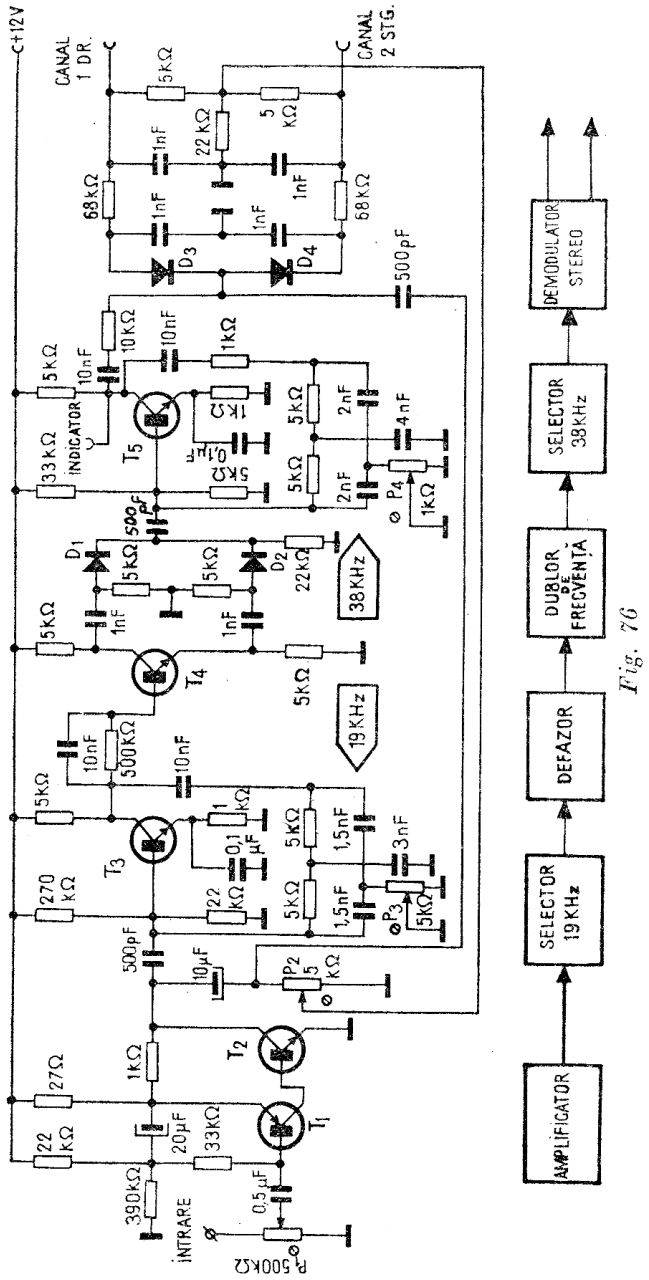


Fig. 76

T_1, care trebuie să fie *pnp* și BC 107...109 pentru T_2, care trebuie să fie *npn*. Factorul de amplificare trebuie să fie cît mai mare, cel puțin peste 100, preferabil spre 1 000. Tranzistorul T_3, la fel ca și tranzistoarele care urmează în restul schemei, trebuie să fie de tip *npn*, cu caracteristicile date mai sus. El funcționează într-o schemă de amplificator selectiv de frecvență, prin buclă de reacție negativă. Pentru selecția de frecvență s-a prevăzut un circuit RC în „dublu T", care se acordă pe frecvența de 19 kHz, între intrarea și ieșirea etajului amplificator. Valorile pieselor incluse în circuitul „dublu T" reprezintă un cuplaj de reacție negativă foarte puternică, care reduce amplificarea etajului respectiv aproape la zero, în afară de frecvența de acord a circuitului, pe care circuitul are o impedanță maximă. Semnalul de reacție negativă are o valoare minimă și amplificarea rămîne numai pe frecvența respectivă, la valoare maximă. Se poate deci vedea similitudinea cu un circuit oscilant LC, deși în construcție se folosesc mult mai multe piese. În foarte multe montaje actuale se folosesc asemenea circuite, mai ales cînd se evită folosirea bobinelor, atunci cînd se lucrează cu circuite integrate.

Tranzistorul T_4 primește semnalul de 19 kHz și la ieșire îl aplică, pe două căi diferite, pe colector și pe emitor, dar în opoziție de fază. Două diode punctiforme, D_1 și D_2, cu germaniu, de orice tip, dar egale ca parametri, preiau semnalele defazate și le transformă într-un semnal de frecvență dublă, de 38 kHz. Tranzistorul T_5 funcționează similar tranzistorului T_3, dar pe frecvența de 38 kHz, pe care o amplifică. Semnalul se trimite apoi unui circuit special cu două diode, care alcătuiesc demodulatorul stereo, pentru cele două canale, canalul 1 dreapta și canalul 2 stînga. Cele două diode sînt urmate de circuite RC de „curățare" a semnalului de anvelopa de radiofrecvență, operație fără de care audiția ar fi însoțită de fluierături.

Pentru reglarea optimă a funcționării montajului sînt prevăzute o serie de reglaje, care nu ridică probleme deosebite. Este bine de știut că valorile pieselor

nu sînt extrem de critice și pot fi modificate în limita de 10%. Funcționarea este sigură dacă piesele sînt valide și nu există greșeli în execuție. Reglajele care trebuie făcute la instalarea decodorului în interiorul unui radioreceptor cu modulație de frecvență sînt foarte simple și nu necesită aparataj complicat. Iată care este succesiunea acestor reglaje:

Se alimentează decodorul de la o sursă de 12 V, respectiv din radioreceptor, dacă acesta este cu tranzistoare și dispune de o asemenea tensiune. Limita de tensiune de alimentare este de 10...14 V (tensiunea trebuie să fie foarte bine filtrată). Se îndepărtează grupul RC de la ieșirea discriminatorului (detectorului de frecvență) din radioreceptor. Este așa-numitul „grup RC de dezaccentuare", de atenuare a frecvențelor foarte înalte, care evită, la audiția normală monofonică, un efect neplăcut de fîșîituri și fluierături. Din discriminatorul receptorului trebuie să fie obținută frecvența pilot de 19 kHz, de aceea este necesar să se elimine grupul RC respectiv, care la redarea stereofonică ar fi nedorit. Conexiunea între ieșirea discriminatorului și decodorului trebuie să fie cît mai scurtă, asigurată cu o bucată de cablu ecranat, cu capacitate cît mai mică. La ieșirea celor două canale se cuplează un amplificator stereo. Se caută pe scala aparatului o audiție de calitate cît mai bună. O ureche sensibilă simte imediat faptul că grupul RC de dezaccentuare este debranșat; se aude o țiuitură—armonica inferioară a frecvenței pilot, la 8 500 Hz. Se branșează un voltmetru electronic sau un voltmetru cu rezistență mai mare de 10 000 Ω/V, cu diode de redresare, pe scala de 1...5 V c.a., printr-un condensator de 0,01...0,1 μF, la colectorul tranzistorului T_3. Eventual se poate folosi un osciloscop. Cealaltă bornă a instrumentului se leagă la masă. Se plasează potențiometrul P_1 la maximum și se rotește cursorul potențiometrului P_3 pînă se obține o indicație maximă pe instrumentul de măsură. Aceasta înseamnă că circuitul „dublu T" este acordat pe frecvența pilot de 19 kHz. Se mută instrumentul de măsură pe colectorul tranzis-

torului T_5 și se reglează cursorul potențiometrului semireglabil P_4 pînă cînd se obține un maxim de indicație pe instrument. În acest moment, în difuzoarele conectate la amplificatorul stereofonic se va auzi programul difuzat de stația de radio stereofonică extras din semnalul de 38 kHz. Prin manevrarea cursorului potențiometrului P_2 se obține o sensibilă separare a celor două canale. Se lasă reglat după indicațiile date de stația stereo, atunci cînd se transmit semnalele de reglaj, la începutul emisiunii. În caz că audiția prezintă distorsiuni la modulație maximă, se reduce nivelul semnalului la intrarea montajului, prin reglarea cursorului potențiometrului P_1. În caz că montajul este bine reglat — reglajele pot fi mai bine precizate pentru o poziție minimă a potențiometrului P_1, plasîndu-se apoi P_1 în poziția optimă de audiție maximă nedistorsionată —, audiția programelor monofonice se face fără nici o dificultate sau comutare necesară, sistemul fiind compatibil. Pentru audiții monofonice, grupul de dezaccentuare existent la ieșirea demodulatorului stereo este suficient pentru îndepărtarea interferențelor.

În caz că decodorul se montează în interiorul unui radioreceptor existent, se transferă conexiunea amplificatorului de audiofrecvență, de la ieșirea discriminatorului, la ieșirea decodorului. Prin receptorul monofonic se redă un canal, eventual se montează un amplificator suplimentar de audiofrecvență, pentru un canal suplimentar, pe o plachetă miniatură, audiția pe canalul suplimentar făcîndu-se printr-un difuzor montat într-o incintă separată. O altă soluție este montarea într-o incintă acustică a decodorului, a unui alimentator și a unui amplificator tranzistorizat, în caz că redresorul aparatului de radio nu suportă adăugarea unui amplificator de putere pentru transformare în stereo.

Consumul montajului este sub 10 mA. Montajul poate fi transformat să lucreze cu tranzistoare *pnp* cu germaniu (numai cu factor de amplificare foarte mare) inversînd sensul alimentării și al condensatorului electrolitic, modificînd valoarea rezistoarelor de polarizare, dar zgomotul de fond care poate uneori apare, precum

și instabilitatea termică, face preferabilă folosirea tranzistoarelor cu siliciu.

La colectorul tranzistorului T_5 se poate conecta un indicator cu beculeț incandescent sau cu diodă luminescentă, care să arate prezența emisiei stereo. Montajul este similar celui arătat la decodorul cu bobine.

Montajul se realizează pe o plăcuță de pertinax placat cu cupru și se ecranează cu o cutiuță din tablă de fier. Plasarea în radioreceptor se va face, preferabil, la distanță cît mai mare de cîmpuri magnetice sau piese care se încălzesc în timpul funcționării.

Contrastator stereo

Montajul prezentat în figura 77 permite exagerarea separării canalelor în cazul redării stereo, pe o plajă largă de reglaj, pornind de la combinarea celor două canale, pe o audiție monofonică și apoi separarea trep-

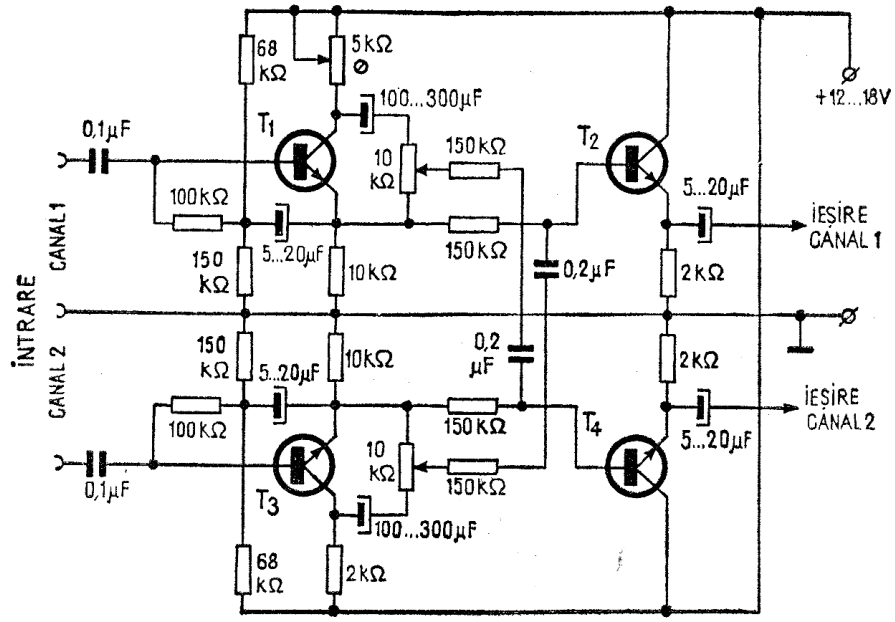


Fig. 77

tată, pînă la un efect exagerat. Bineînțeles, se alege după dorință o poziție intermediară, care dă plasticitate auditiei. Cu acest montaj se obțin efecte curioase, de senzație a raionării sunetului pe o bază stereo diferită de cea care ar corespunde plasării reale, fizice a difuzoarelor, încît difuzoarele celor două canale, așezate chiar alături, cu ajutorul acestui montaj lasă impresia auditivă că sînt plasate la distanță mult mai mare între ele.

Pot fi folosite tranzistoare *npn* cu siliciu, de orice tip, cu $\beta > 50$. Fiind vorba de un montaj stereo, trebuie luată măsura ca toate componentele de pe un canal, să aibă corespondența exactă pe celălalt canal. Cu alte cuvinte, dacă pe un canal se admite un condensator de 100...300 μF, să se evite montarea pe un canal a unui condensator de 100 μF, iar pe celălalt, un condensator de 250 μF, întrucît montajul, în acest caz, ar funcționa dezechilibrat. De aceea, ca la toate montajele stereo, se impune o riguroasă egalitate între componentele de pe un canal și cele de pe canalul simetric. Montajul funcționează chiar pentru diferențe de 30% față de valorile indicate în schemă, dar simetria trebuie păstrată, mai ales la dispunerea unor tranzistoare cu același factor de amplificare, pentru aceeași funcție. Cele două potențiometre de 10 kΩ, sînt cuplate pe același ax și sînt de tipul liniar.

Pentru obținerea rezultatelor optime, montajul trebuie reglat. Se conectează la un amplificator stereo, se alimentează și se trimite un semnal pe un canal, potențiometrele de 10 kΩ avînd cursorul în poziția dinspre colectorul tranzistorului T_1, respectiv T_3, care corespunde redării stereo exagerate. Se constată lipsa audiției pe celălalt canal. Apoi, semnalul se trimite la intrarea celuilalt canal și, de asemenea, se va constata absența audiției pe canalul simetric. Dacă totuși există fie într-un caz, fie în altul, audiție pe canalul opus, se modifică valoarea potențiometrului miniatură reglabil de 5 kΩ plasat în colectorul tranzistorului T_1, pînă cînd, prin retușarea repetată a poziției cursorului respectiv, prin alternarea semnalului la intrarea celor două canale, se constată o perfectă separare. Prin aceasta, cele două canale sînt simetrizate. În continuare, prin rotirea axului celor două potențiometre (cuplate pe același ax), se constată efectul de monofonie, de lărgire treptată a bazei sonore dintre cele două difuzoare, apoi de efect exagerat, chiar cu efectul de „gol în centru" între cele două canale de redare stereo.

Montajul va fi dispus la intrarea unui amplificator stereo obișnuit. Nu aduce nici un fel de amplificare, din contra, atenuează cu 50% semnalul. Acest fapt nu reprezintă un impediment, mai ales dacă se folosește o doză piezoelectrică, care livrează o tensiune mare, de ordinul sutelor de milivolți, sau ieșirea unui decodor stereo, de asemenea, cu nivel mare la ieșire. Pentru folosirea unor doze magnetice, sau a altor surse de semnal de nivel redus, trebuie să se prevadă cîte un etaj simplu de preamplificare. În ceea ce privește banda de trecere redată de acest montaj, ea pornește de la cîțiva hertzi și depășește 30 kHz, cu o liniaritate perfectă. Distorsiunile nu depășesc 1/1 000. În schimb, este util să se procedeze la o selecționare a tranzistoarelor folosite în poziția T_1 și T_3, pentru ca montajul să nu introducă zgomot de fond. În caz de folosire la tensiuni mai mici sau mai mari de alimentare — nu mai mult de 30 V — este necesar să se testeze o altă valoare pentru rezistorul de polarizare de 68 kΩ, direct proporțional cu tensiunea de alimentare folosită. Proba poate fi făcută și fără instrumente de măsură, înlocuindu-se rezistorul de polarizare cu un potențiometru de 1 MΩ, reglat pe valoare maximă. Se trimite semnal la intrarea unui canal — cel care se reglează — și se rotește cursorul potențiometrului, pînă cînd apare audiția. Se măsoară valoarea porțiunii conductive a potențiometrului și se înlocuiește cu un rezistor de aceeași valoare.

Adaptor pseudocuadrofonic I

Ce poate fi mai plăcut decît să obții, cu un minim de cheltuială, un efect nou de redare a sunetului? Într-adevăr, folosind doar cîteva piese ușor de confecționat

și de procurat, se poate construi adaptorul descris mai jos, care produce un efect sonor de cuadrofonie, de la un amplificator stereofonic, indiferent de putere.

În figura 78 este prezentată schema de principiu a montajului de pseudocuadrofonie. Dif_1 și Dif_2 sînt difuzoarele obișnuite, principale, cu care este înzestrat amplificatorul stereo pe care îl posedă amatorul. Deoarece adăugarea difuzoarelor Dif_3 și Dif_4 care servesc la obținerea efectului pseudocuadrofonic, poate încărca prea mult amplificatorul, ducînd la distrugerea etajelor finale, se iau o serie de precauții. În primul rînd, se montează în adaptor, chiar în serie cu difuzoarele principale, cîte un rezistor bobinat de 1,5 Ω, care compensează reducerea de rezistență de sarcină. Pierderea de putere în cazul înserierii cu acest rezistor nu este sesizabilă pentru o audiție muzicală obișnuită. A doua precauție se ia prin legarea în serie cu cele două difuzoare suplimentare a unor rezistoare. Difuzoarele suplimentare, care trebuie să redea numai efectul de sală, de reflexie și reverberație produsă de pereții sălii, deci cu un nivel mult mai redus decît difuzoarele principale — care redau sursa principală de sunet, adică orchestra —, vor primi o cantitate mult mai mică de semnal. De asemenea, pentru a reduce spectrul de redare a frecvențelor joase în difuzoarele suplimentare, se montează un condensator electrolitic de 25 μF (între 20... 30 μF) sau,

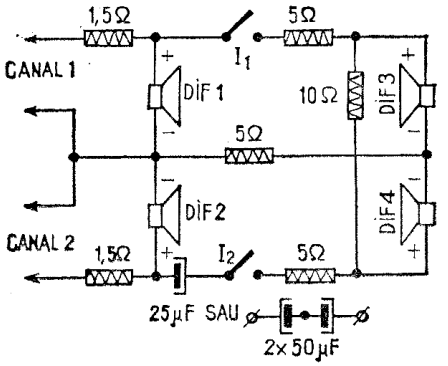


Fig. 78

mai corect, pentru a mări fiabilitatea sistemului, două condensatoare de cîte 50μF, legate în serie, cu polii plus legați între ei. Prin aceasta se obține un condensator de 25 μF, nepolarizat, care are un randament foarte bun în curent alternativ. Rezistoarele vor avea cel puțin 10 W și vor fi bobinate pe un suport de pertinax, sau pe corpuri de rezistoare, din ceramică, cu sîrmă de cromnichel, manganin sau alte aliaje rezistive. Pentru determinarea precisă a valorii rezistoarelor, se va măsura, cu o punte de precizie, un metru din sîrma respectivă și apoi se vor tăia bucăți ceva mai lungi, pentru a se putea executa și capetele de contact. De pildă, la măsurătoare s-a aflat că sîrma are 10 Ω/m. În acest caz, rezistorul de 1,5 Ω va avea 15 cm lungime activă, dar se va tăia o bucată de 20 cm, pentru ca să se poată asigura un contact solid la bornele de acces ale rezistorului. Pentru celelalte rezistoare se va proceda la fel, în funcție de valoare.

Montajul se face în interiorul unei cutiuțe de material plastic sau tablă de aluminiu sau fier peste care se va aplica un strat de vopsea, pentru aspect și protecție contra coroziunii. Pe una din părți, se fixează cele patru borne pentru difuzoare, numerotate pentru evitarea erorilor de conectare. Pe cutie, în partea superioară, se fixează un comutator, din cele folosite pentru comutarea gamelor de unde la aparatele portabile (vezi fig. 79 a și b). Cu ajutorul lui se trece de la audiție stereofonică la audiție cuadrofonică. Se pot folosi doar două perechi

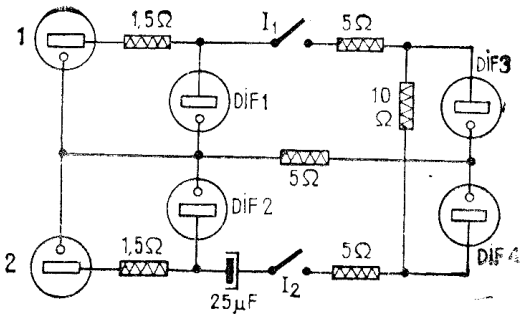


Fig. 79 a

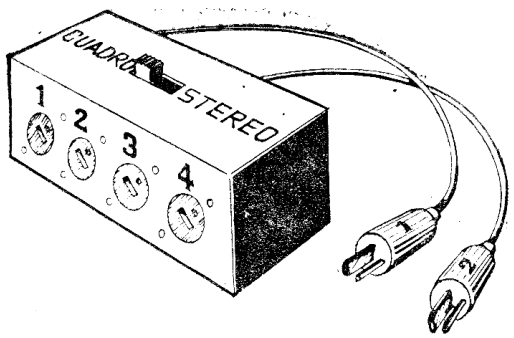


Fig. 79 b

de contacte, dar pentru soliditate se leagă în paralel mai multe perechi de contacte. Acest comutator este necesar numai pentru a compara efectul produs. Două bucăți de cablu bifilar au montate la capetele lor două mufe de difuzor suplimentar, cu ajutorul cărora se face legătura la amplificatorul stereofonic.

Pentru reușita realizării, trebuie acordată o deosebită atenție fazării difuzoarelor. Astfel, fiecare difuzor va fi încercat cu ajutorul unei baterii de lanternă de buzunar. Se va atinge, timp de cîte o secundă, repetat, bornele difuzorului și se va observa ce mișcare face membrana. Ea este fie atrasă, fie respinsă în afară. Pentru poziția respins, se va nota cu roșu (cu cerneală sau vopsea) borna difuzorului care a atins borna plus a bateriei (lamela scurtă). Se va reface tot acest control pentru toate cele patru difuzoare, atît cele principale, cît și cele secundare. Doar la o fazare corectă se obține efectul dorit. Difuzoarele suplimentare, pentru cuadrofonie, pot fi de format mic, putere mică, din cele mai ieftine. Nu au nevoie de incinte „sofisticate", ci de simple cutii de protecție.

Adaptor pseudocuadrofonic II

În afară de adaptoarele pseudocuadrofonice, care folosesc diverse circuite RC pentru cuplarea unor difuzoare în paralel pe difuzoarele principale ale unui lanț

de redare stereo, există și diverse montaje electronice, prin care se obține separarea canalelor suplimentare din cele principale. Un asemenea montaj este prezentat în fig. 80. El se montează la ieșirea amplificatorului principal stereo, pe cele două canale, stînga și dreapta, prelucrînd două semnale suplimentare, care se aplică apoi unor amplificatoare de mică putere, de 0,5 ... 10 W (în funcție de dimensiunile încăperii unde se face audiția), amplificatoare care la ieșirea lor au difuzoare de putere corespunzătoare.

Cum funcționează un asemenea adaptor? După cum se știe, cele două semnale furnizate de o sursă stereofonică diferă prin poziția pe care a avut-o microfonul fiecărui canal față de sursa sonoră înregistrată sau transmisă stereofonic. Fără nici un impediment, cele două semnale, care sînt în aceeași fază, pot fi combinate, prin punere în paralel pentru a obține un semnal monofonic.

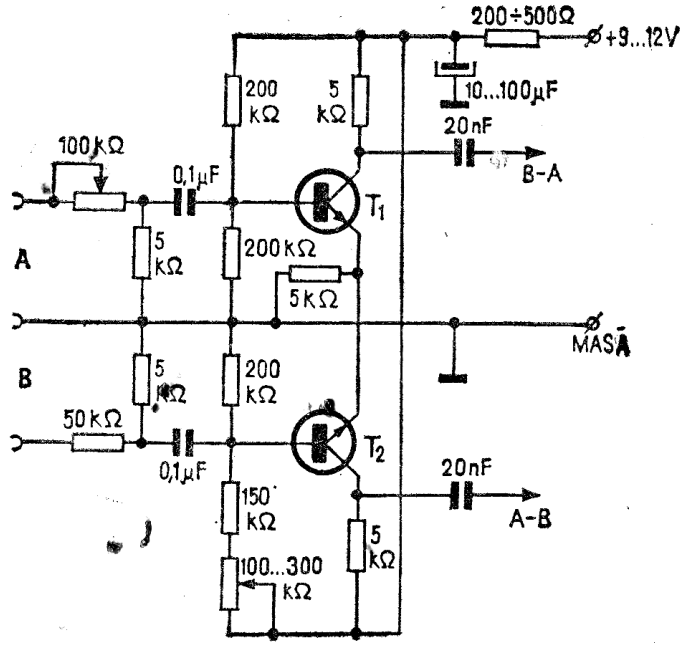


Fig. 80

Aceasta este metoda prin care se poate reda un program stereofonic în monofonie, printr-un echipament monofonic. O compatibilitate care, din nefericire, nu este posibilă și invers decît, bineînțeles, cu montaje pseudostereofonice cu două canale, care sînt mult mai artificiale ca efect decît montajele pseudocuadrofonice de care ne ocupăm aici. Dacă denumim un canal cu litera *A*, de exemplu, canalul drept și cu *B* celălalt canal, redarea separată prin două canale de amplificare a semnalelor stereo, poate fi denumită amplificarea semnalelor *A* și *B*, separat. În caz că se adaugă, se pun în paralel cele două canale, adică *A* și *B*, informația spațială dispare și avem de-a face cu un semnal unic, monofonic. În cazul că se redă numai canalul *A*, instrumentele muzicale plasate în raza de sensibilitate a microfonului din canalul *B* vor fi auzite mult mai atenuat, corespunzînd plasării laterale față de orchestră a microfonului de pe canalul *A*. Bineînțeles efectul este invers pentru canalul *B*. Situația este binecunoscută de amatorii care au încercat să înregistreze muzică de la o instalație stereofonică, luînd un singur canal. De pildă, un solist vocal este auzit cum se „plimbă" prin cameră, în cazul redării stereo, cum este „staționar", în cazul redării mono, cu canalele legate în paralel, iar în caz că se înregistrează sau se audiază numai un canal, solistul pare că „dispare", ca rezultat al deplasării lui față de un microfon, sau este „prea prezent" atunci cînd se apropie de microfonul canalului audiat. De aceea, cînd se fac înregistrări de pe o instalație stereofonică, pe una monofonică, cele două canale se leagă obligatoriu în paralel, pentru obținerea unei înregistrări monofonice corecte. Dar, în caz că cele două semnale se extrag unul din celălalt prin scădere, atunci se obțin alte două semnale, care reprezintă tocmai reflexia produsă de pereții încăperii de unde se face captarea de sunet. Aceste semnale rezultate din diferență sînt semnalele suplimentare pentru efectul pseudocuadrofonic. Preluate de amplificatoare de putere mică sau moderată, față de amplificatoarele canalelor principale *A* și *B*, semnalele *A-B* și *B-A* contribuie la obținerea

efectului cuadrofonic. Or, această scădere necesară dintre canale se obține cu montajul de amplificator diferențial din figura 80 în care ambele tranzistoare au emitoarele conexate pe un rezistor de sarcină comun, de 5 kΩ, avînd însă rezistența de sarcină în colector. Dacă cele două semnale *A* și *B* sînt perfect identice, în cazul trimiterii unui semnal monofonic, pe colectoarele tranzistoarelor nu se obține nici un fel de tensiune. În cazul unui semnal stereofonic *A* și *B*, montajul face scăderile *A-B* și *B-A*, eliberînd semnale de diferență, pentru efectul cuadrofonic. În caz că pe unul din canale nu se trimite semnal, de exemplu, pe canalul *A*, se obțin, la ieșire, semnalul *B* și semnalul *B* inversat ca fază.

Reglarea montajului constă în potrivirea polarizării tranzistorului din canalul *B*, astfel ca tensiunea existentă pe ambele colectoare ale tranzistoarelor să se afle între 6 și 7,5 V, pentru o tensiune de alimentare de 9 V. Apoi se trimite un semnal monofonic pe cele două intrări *A* și *B* legate în paralel. Prin reglarea potențiometrului ajustabil de pe canalul *A*, trebuie să se obțină pe ieșirile montajului o tensiune nulă, cu alte cuvinte, între punctele *B-A* și *A-B* și masă, nici un fel de tensiune.

Pentru folosire, montajul care are o impedanță de intrare în circa 50 kΩ, poate fi atacat pe cele două canale *A* și *B* din diferite puncte ale amplificatorului principal stereo. De pildă, de la borna de cască stereofonică (în caz că există) sau de la borna de ieșire pentru înregistrări pe magnetofon, sau chiar de la bornele de ieșire pentru difuzoarele principale, considerînd că amplificatorul stereo de bază, nu introduce distorsiuni (cel mult 1%). De preferat ca semnalul la intrarea canalelor *A* și *B* să nu depășească 100 mV. La cele două ieșiri se va culege o tensiune cam de același ordin de mărime, pentru că montajul are factorul de amplificare egal cu 1.

Este deosebit de important ca la instalarea sistemului pseudocuadrofonic să se fazeze difuzoarele canalelor suplimentare, iar plasarea canalelor să fie următoarea: în față, canalul *A* pe partea stîngă. Tot în față, în dreapta, canalul *B*. În spate stînga, canalul *A-B* și în spate

dreapta *B-A*, considerînd că stăm tot timpul cu fața la canalele principale *A* și *B*. Pentru efectul cuadro, audiția trebuie să aibă un nivel moderat dar nu prea slab; altfel, efectul nu se mai simte. În cazul unei redări prea puternice, se adaugă rezonanțele și reflexiile camerei unde se face audiția și efectul se falsifică. Pentru optimizarea efectului, se impune totdeauna un reglaj foarte atent al balansului stereo pe canalele principale.

Expansiunea dinamică

Electroacustica actuală nu poate transmite în întregime relieful sonor al oricărei audiții muzicale dintr-o sală de concert. Dinamica unei orchestre moderne de muzică ușoară depășește uneori 80 dB, iar dinamica unei orchestre simfonice poate atinge 100 dB. Faptul că se produc instalații electroacustice care pot da o presiune sonoră de peste 120 dB, concurînd cu zgomotul produs de avioanele cu reacție, nu înseamnă că și dinamica obișnuită a unei bucăți muzicale este transmisă fără cusur. De exemplu, dinamica transmisă de stațiile de radio cu modulație în amplitudine, în cazurile cele mai reușite, nu depășește 50...60 dB, de unde rezultă clar că relieful sonor al redării este aplatizat. În cazul redării sunetului de pe discuri micro, apar dificultăți legate de procesul de gravare, care limitează la înregistrare domeniul dinamicii la maximum 45 dB . Această limitare se datorește mulțimii de circuite de corecție din pupitrele de mixaj, magnetofoanelor de înregistrare primară, filtrelor de redus fîșîitul și cîteodată intervenției specialiștilor de la pupitrele de control. Se combină diferite înregistrări, se fac reluări și rezultatul este de multe ori un disc cu dinamică aplatizată. Recent, unele case de discuri au început să facă înregistrări pe disc, direct, „pe viu", fără să mai recurgă la înregistrări pe bandă, corecții, montaj etc. Rezultatul este foarte bun, obținîndu-se o dinamică de aproape 100 dB. Dar să nu se uite faptul că, la redare, pragul inferior al nivelului audiției

este limitat de zgomotul de trepidație al motorului, care se culege de către doza de redare împreună cu sunetul util înregistrat, fapt care duce la pierdere suplimentară de dinamică.

Nici înregistrările pe bandă magnetică (cu excepția unor benzi speciale) nu permit obținerea unei dinamici prea mari, mai ales în cazul vitezelor mici de antrenare a benzii. Introducerea unor reducătoare de fîșîit de tip Dolby sau DNL permite obținerea unui cîștig de dinamică între 5...12 dB. În cazul magnetofoanelor cu viteză 19 cm/s, se poate obține actualmente o dinamică mai mare de 50 dB cu condiția ca înregistrările să se execute „pe viu" adică direct de la microfon, plasat în fața unei orchestre și nu după discuri sau programe de radio, care au deja dinamica „comprimată".

În tehnica actuală de obținere a redării de înaltă calitate a sunetului, se pune un mare accent și pe obținerea unei dinamici cît mai apropiate de dinamica piesei muzicale originale care se interpretează în sala de concert. Pentru aceasta, după ce se epuizează absolut toate posibilitățile de calitate ale înregistrării sau transmisiei directe, pot fi adăugate diverse dispozitive sau montaje denumite „de expansiune" sau „de expandare", al căror rol este de a micșora nivelul unei audiții slabe, făcînd să scadă mult zgomotul de fond și de a ridica, suplimentar, nivelul unor pasaje puternice din cadrul aceleiași audiții muzicale, care, din necesități tehnice, a trecut printr-un lanț de redare sau transmisie electroacustică, unde a suferit o comprimare.

Prin reglarea unui astfel de dispozitiv se poate obține nu numai o apropiere a dinamicii redării de dinamica execuției originale, ci chiar o exagerare a ei, care, bineînțeles, nu trebuie împinsă prea departe, întrucît falsifică realitatea.

La montajele cu tuburi electronice, problema expansiunii dinamice era ușor de aplicat: plasarea unui beculeț

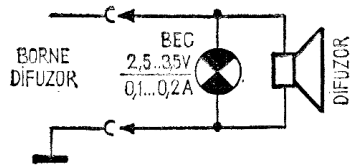


Fig. 81

de lanternă în paralel cu bobina mobilă a difuzorului. Acesta se comporta ca o rezistență neliniară: cînd semnalul audio era slab, beculețul avea o rezistență foarte mică, de ordinul cîtorva ohmi și consuma chiar din semnalul audio trimis bobinei mobile. Atunci cînd semnalul audio devenea mai puternic, filamentul beculețului se aprindea, rezistența sa devenind de cîteva zeci de ori mai mare decît cea a filamentului rece. În consecință, aproape toată puterea modulată era debitată bobinei mobile a difuzorului, obținîndu-se o expansiune mulțumitoare, de ordinul unui plus de 10 dB în medie, valoare care nu poate fi ignorată. Folosind un beculeț de 3,5 V/0,2 A se poate repeta experiența și pe montajele cu tranzistoare (vezi fig. 81). Nu există riscul distrugerii etajului final, pentru că atunci cînd etajul final tinde să elibereze o putere mai mare, beculețul se aprinde puternic și rezistența lui trece de 25 Ω, valoare la care șuntarea de către el a sarcinii capătă o valoare neimportantă. Totuși, este bine ca în serie cu emitoarele etajului final să se monteze rezistoare bobinate cu valoarea de circa 1 Ω, cu rolul de protecție.

O expansiune mult mai puternică, depășind 20 dB, se obține cu ajutorul unei punți realizate cu două becuțe și două rezistoare egale ca valoare. Prin dozarea valorii rezistoarelor — de tip bobinat — se obțin diverse grade de expansiune dinamică (vezi fig. 82). Astfel, prin folosirea unor rezistoare bobinate de

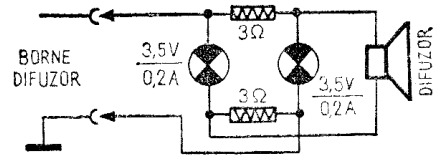


Fig. 82

cîte 3 Ω fiecare, se obține un plus de dinamică de circa 15 dB, valoare suficientă în majoritatea cazurilor. Nici acest montaj nu prezintă pericol pentru etajul final.

În cazul ambelor montaje pentru expansiune dinamică, se constată că ele nu funcționează instantaneu, ci cu o întîrziere de cîteva zecimi de secundă, corespunzătoare inerției termice a filamentului beculețului. Acest efect este chiar necesar, corespunzînd oarecum creșterii normale a nuanțelor de relief sonor, fapt care se obține mult mai greu la unele montaje de tip mai complicat. Nu se recomandă în nici un caz folosirea unor becuțe mai puternice, de putere mai mare — de exemplu, de scală, bicicletă, auto sau moto —, deoarece au o inerție foarte mare a aprinderii filamentului, respectiv a schimbării valorii rezistenței, fapt care ar duce la distrugerea tranzistoarelor finale. Pentru mărirea dinamicii la amplificatoare de putere mai mare, de 6 ... 10 W, nu se mai folosesc circuite de expandare cu beculeț, ci montaje electronice separate. Dar, amplificatoarele de putere mare posedă și o dinamică mare, fapt care nu mai reclamă neapărat folosirea unor instalații de expansiune dinamică.

Mixer cu un tranzistor

Scopul montajului este de a amesteca trei surse de audiofrecvență, de nivel mic, de pildă semnalele oferite de trei microfoane.

De o simplitate extremă, mixerul prezentat în figura 83 folosește ca element de amplificare un tranzistor cu siliciu *npn*, din seria BC sau altă serie echivalentă, cu orice factor de amplificare. La intrare sînt dispuse trei potențiometre logaritmice de volum, la care se branșează cele trei microfoane care se mixează. În caz că se urmărește folosirea altor surse audio, în serie cu potențiometrul canalului respectiv se branșează un rezistor de valoare mare, de 0,5... 5 MΩ. Acesta, împreună cu potențiometrul de volum, alcătuiește un divizor rezistiv, care reduce nivelul tensiunii de audiofrecvență la

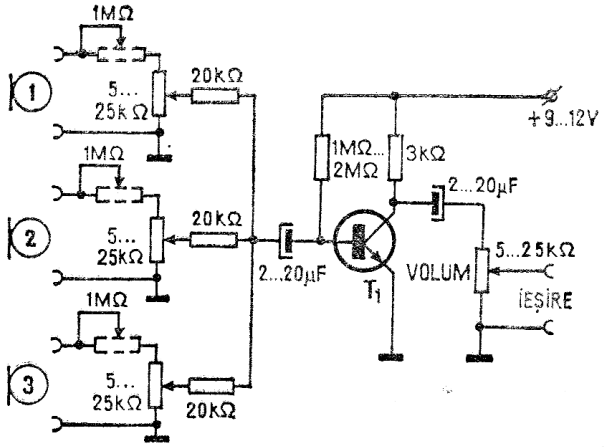


Fig. 83

un nivel acceptabil, comparabil cu al microfoanelor. Eventual, în locul rezistorului se poate monta un potențiometru semireglabil, care poate fi reglat cu ajutorul unei șurubelnițe, printr-un orificiu plasat pe panoul de comandă, lîngă butonul sau cursorul potențiometrului canalului respectiv. Acest sistem de reglaj este deosebit de prețios atunci cînd se urmărește egalizarea nivelului surselor de audiofrecvență. De asemenea, numărul de trei canale nu este obligatoriu; se pot face doar două canale, pentru mixat un microfon cu un picup, sau se pot adăuga canale adiacente pentru obținerea unor posibilități mai mari de lucru, de la mai multe surse de program, de exemplu, două magnetofoane, trei microfoane, două picupuri etc. Pentru montajele stereo, este necesar ca montajul să se facă în dublu exemplar, iar potențiometrele de pe cele două canale să fie cuplate două cîte două, simetric. Se pot folosi, fără nici un impediment, potențiometre liniare sau rotative. O variantă cu potențiometre liniare este arătată în figura 84. Sub cursoarele potențiometrelor liniare (tot cu caracteristică logaritmică!) se remarcă găurile de acces pentru șurubelniță ale potențiometrelor semireglabile, necesare egalizării nivelului surselor de semnal. Montajul se face pe

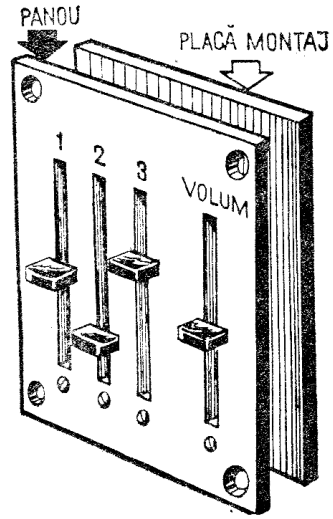


Fig. 84

panoul frontal, dublat cu tablă de fier pentru ecranare, pe spatele potențiometrelor de volum montîndu-se direct placa de montaj.

Mixer cu trei tranzistoare

În montajul din figura 85, preconizat pentru trei surse, se folosesc trei preamplificatoare echipate cu tranzistoare cu germaniu, special selecționate pentru a avea un zgomot propriu cît mai redus (pentru selecționarea tranzistoarelor se poate folosi montajul indicat în lucrare). Cele trei tranzistoare astfel selecționate T_1, T_2 și T_3 vor trebui să aibă factorul de amplificare $\beta \geqslant 30$. Pentru evitarea fugii termice, fiecare tranzistor a fost montat pe un circuit rezistiv complex. Toate colectoarele tranzistoarelor sînt legate la un rezistor de sarcină comun, unde se culege semnalul amestecat al celor trei căi. Fiecare cale posedă la intrare cîte un potențiometru, montat astfel ca reglarea lui să se facă fără fișiit. La ieșirea mixerului a fost prevăzut un potențiometru pentru reglajul general al nivelului semnalului mixat care, bineînțe-

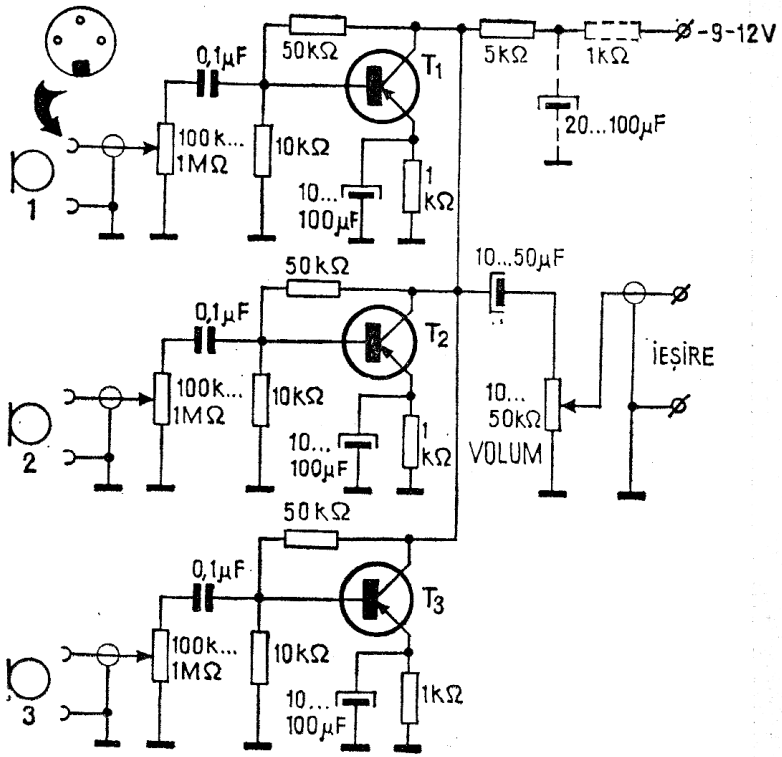


Fig. 85

les, poate să fie înlocuit cu potențiometrul de intrare, de reglare a volumului amplificatorului cu care va lucra mixerul. Montajul se va realiza pe o plăcuță de circuit imprimat, sau perforată, cuprinsă între două plăci metalice, cu rolul de ecranare, din care una frontală va suporta potențiometrele de volum, iar cealaltă va servi drept suport pentru mufele de legătură (vezi fig. 86). În caz că preamplificatorul mixer servește doar ocazional, atunci va fi alimentat la baterii, de exemplu, două baterii plate de lanternă, legate în serie. În caz că va lucra în permanență, conectat la un amplificator existent, alimentarea se va face dintr-un circuit al amplificatorului, unde există tensiunea de 9...12 V, eventual

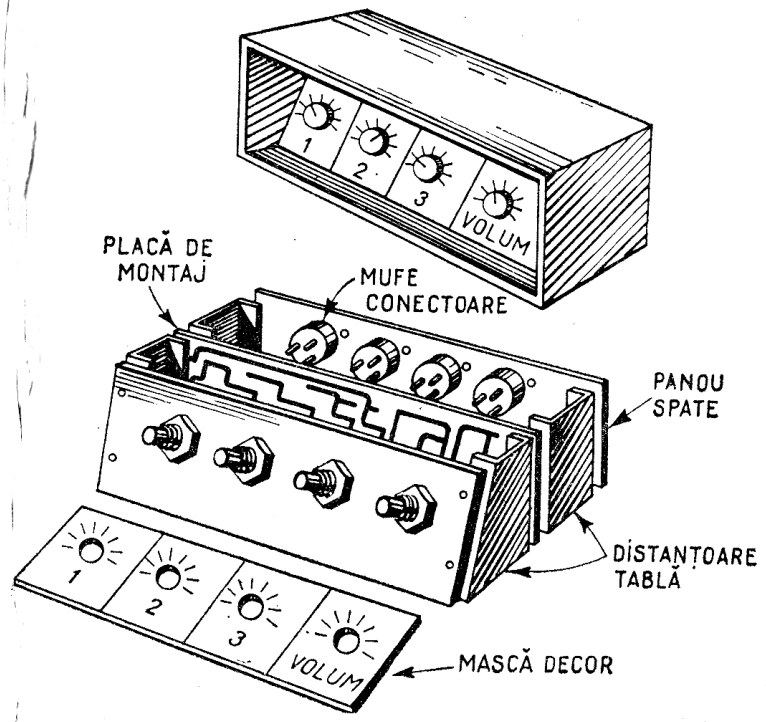


Fig. 86

stabilizată. În acest caz, este bine să se monteze, ca precauție suplimentară, și piesele notate punctat, pentru evitarea cuplajelor parazite prin sursa de alimentare.

Condensatoarele de intrare de 0,1 μF facilitează trecerea frecvențelor înalte, în cazul folosirii unor microfoane, mai ales la diverse sonorizări. Totodată, suprimă și frecvențele joase, operație deosebit de necesară, întrucît astfel se mărește inteligibilitatea mesajului vorbit: audiția devine mai clară dacă lipsesc formantele joase din vorbire, care, la unele persoane cu voce de bariton sau bas sînt deosebit de supărătoare, dînd în audiție adevărate „bubuituri" inestetice. În caz că pentru mixare se culege însă sunetul dat de diverse instrumente muzicale, chiar și solist vocal, este necesar să se modifice valoarea condensatoarelor de intrare la 5...10 μF pentru ca spectrul muzical să fie redat liniar.

Încă o precauție: să se folosească tranzistoare de audiofrecvență, pentru că cele de radiofrecvență, cu pragul de amplificare peste 3 MHz, deși de multe ori au zgomotul de fond mai redus, totuși au supărătoarea tendință de a detecta orice purtătoare de radiofrecvență, încît pe lîngă audiția culeasă de microfoane, oferă audiția unor posturi de radio din gamele de unde medii sau scurte. Această detectare parazitară a unor semnale nedorite poate fi în unele cazuri suprimată prin șuntarea bornelor de intrare cu condensatoare de cîteva sute sau mii de picofarazi — în funcție de impedanța microfonului —, cu grija de a nu mări prea mult valoarea condensatorului respectiv, care duce la atenuarea importantă a frecvențelor înalte. Dar, în unele cazuri, chiar șuntarea cu condensatoare nu duce la rezultatul scontat; deși dezacordează cablul de pe frecvența inițială parazitară, etajul de intrare captează toți paraziții atmosferici și orice semnal de radiofrecvență nedorit. De aceea, este mai bine să se schimbe tranzistorul respectiv, sau să i se schimbe în anumite limite tensiunea de polarizare, pentru ca el să nu lucreze cumva pe porțiunea neliniară a caracteristicii, unde are tendința de a produce demodularea unor semnale de radiofrecvență. Acest lucru este valabil și pentru etajele de preamplificare, realizate cu cîte două tranzistoare, fie cu germaniu, fie cu siliciu. De aceea trebuie să se acorde atenția cuvenită testării tranzistoarelor.

Selecționarea tranzistoarelor cu zgomot propriu minim

Cu ajutorul a două tranzistoare, unei baterii, unei căști și cîtorva piese ieftine, se poate alcătui sortatorul de tranzistoare din figura 87. El este, de fapt, un amplificator în tensiune cu factor mare de amplificare, la intrarea căruia se plasează tranzistorul al cărui zgomot de fond se testează. În majoritatea cazurilor, tranzistoarele „zgomotoase" prezintă un fîșîit pronunțat sau pîrîituri diverse care se manifestă în rafale. Este greu de precizat

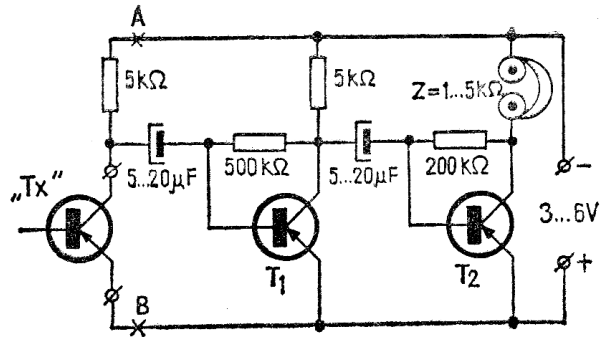


Fig. 87

după un catalog de tranzistoare, care tip posedă un zgomot mai redus, întrucît un defect de fabricație nu poate fi prevăzut niciodată. Atunci cînd se lucrează un preamplificator sau un mixer, unde trebuie alese tranzistoare de calitate, fără zgomot de fond, este indicat ca amatorul să dedice cîteva minute construirii montajului de testare a tranzistoarelor, sortîndu-și tranzistoarele pe care le posedă în grupe de „silențioase", bune pentru echipat etaje de preamplificare și tranzistoare „zgomotoase", care pot echipa alte montaje, în alte etaje decît cele de preamplificare. Este evident că tranzistoarele dintr-un preamplificator pot fi sortate prin încercare chiar prin punerea în funcțiune a acestuia. Totuși, atunci cînd amatorul este în posesia mai multor tranzistoare recuperate din diverse montaje, cu performanțe necunoscute sau, pur și simplu, cu indicativul șters sau nemarcat, este bine să le testeze în prealabil, pentru a ști ce piese are la dispoziție. În acest caz, va dispune în montajul de încercare, pe pozițiile T_1 și T_2, două tranzistoare valide cu germaniu, indiferent de factorul de amplificare. Prin dispunerea tranzistorului T_x, cel de încercat, se va auzi în cască un ușor zgomot de fond, firesc datorită marii amplificări a montajului, în care joncțiunea colector-emitor a tranzistorului T_x este parcursă de curentul bateriei de alimentare prin rezistorul de sarcină de 5 kΩ. Acest rezistor de sarcină trebuie să fie de tipul cu strat de argint, în nici un caz de cărbune aglomerat sau strat de cărbune,

care produce la rîndul lui zgomot de fond. În cazul încercării tranzistoarelor cu siliciu *pnp*, este necesar să se plaseze un rezistor de polarizare de 1 MΩ între minusul sursei de alimentare și baza tranzistorului. În cazul tranzistoarelor cu germaniu, această precauție nu trebuie luată; încercarea se face „cu baza în aer", deoarece din cauza curentului inițial de colector, tranzistorul conduce și fără polarizare. Atunci cînd se încearcă tranzistoare *npn*, montajul va trebui realizat cu tranzistoare fie *npn*, inversînd sensul de branșare a bateriei de alimentare și a condensatoarelor electrolitice, fie păstrînd montajul cu tranzistoare *pnp* cu germaniu și alimentînd numai circuitul tranzistorului *npn* de testat între punctele *A* și *B*, deconectate de la montaj și branșate la o baterie separată, al cărui minus va rămîne branșat totuși în punctul *B* al montajului, astfel ca tranzistorul *npn* de încercat să fie alimentat în sensul corect. De asemenea, se va dispune un rezistor de polarizare, numai în acest caz, de 1... 2 MΩ. Deși tranzistoarele cu siliciu sînt foarte „silențioase", este posibil ca în practică, prin testarea cu acest montaj, să se găsească și multe excepții, care pot fi folosite și în alte poziții în diverse montaje, nu numai la intrare. Deoarece sortatorul nu conține multe piese, el poate fi construit eventual într-o formă definitivă, pe o plăcuță de montaj, pe care se fixează o baterie, un întreruptor — care nu a fost figurat pe desen — și eventual o cască cu impedanța de 50... 200 Ω , pentru punerea în evidență a fișiitului.

Punte pentru măsurat condensatoare, rezistoare și inductanțe

Mai jos este prezentată schema unei punți de măsură RLC, cu ajutorul căreia amatorul poate să-și măsoare și să-și sorteze piesele necesare construcțiilor electronice. Aparatul este de un real folos, mai ales atunci cînd se cere determinarea cu mare precizie a valorii unor piese, cu valoare critică pentru unele montaje.

Schema de bază a aparatului (vezi fig. 88) este alcătuită dintr-un oscilator de audiofrecvență, pe bază de multivibrator, în care lucrează tranzistoarele T_2 și T_3 și un etaj de ieșire, pentru cuplaj cu puntea de măsurare, în care lucrează tranzistorul T_3. Se pot folosi tranzistoare de mică putere, cu germaniu, din cele mai ieftine. În cazul folosirii unor tranzistoare cu siliciu, rezistoarele de polarizare se pot dubla sau tripla ca valoare, rezultînd doar o ușoară schimbare a frecvenței oscilatorului și, bineînțeles, se va inversa sursa de alimentare. În partea stîngă a schemei se află puntea de măsurare în care raportul dintre valoarea unui rezistor etalon și un rezistor de valoare necunoscută este direct proporțională cu raportul dintre rezistența determinată de cursorul unui potențiometru și rezistența între capete. Semnalul trimis de generatorul de audiofrecvență în momentul realizării balansului de mai sus, care, pînă la obținerea identității rapoartelor putea fi audiat într-o cască, dispare. Casa funcționează deci ca un indicator de nul. Audiția dată de cască fiind destul de puternică, aceasta se poate fixa chiar sub panoul aparatului. Eventual, casca poate fi înlocuită cu un microampermetru, din cele folosite pentru controlul nivelului de înregistrare la magnetofoane. Acest microamperme-

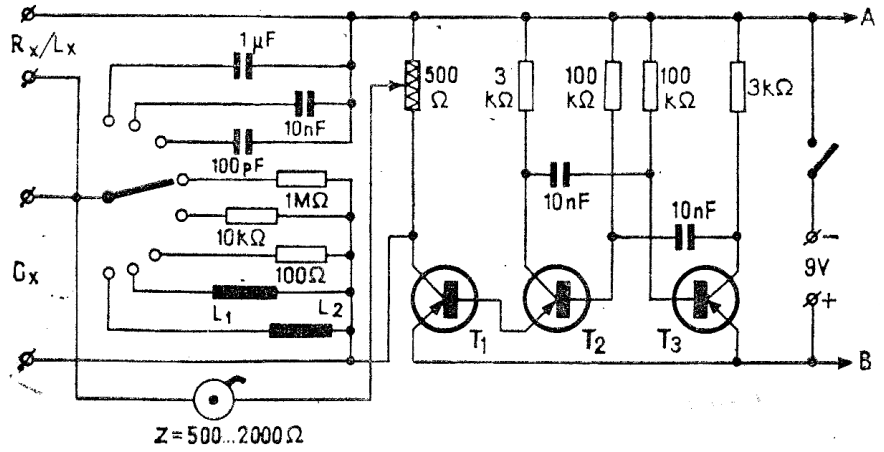


Fig. 88

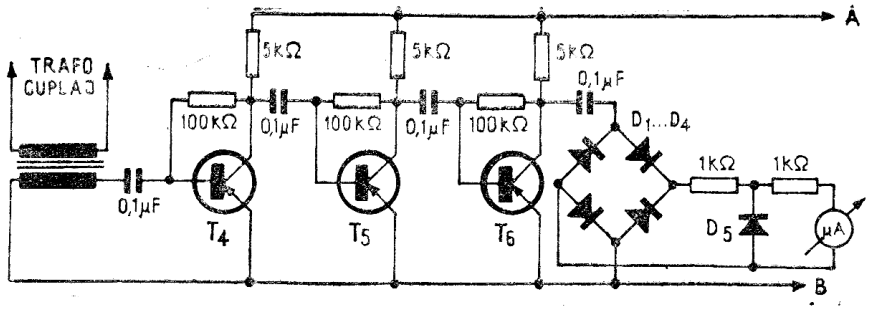


Fig. 89

tru nu poate fi cuplat direct în locul căștii. Se folosește un amplificator de semnal (vezi fig. 89) echipat cu trei tranzistoare T_4, T_5, și T_6, tipuri din cele mai ieftine, indiferent de coeficientul de amplificare. Amplificatorul de semnal se montează într-o cutiuță ecranată, din tablă subțire de fier, în care se introduce și transformatorul de cuplaj al intrării. Acesta este un transformator de format mic, cu miez de permalloy, care poate fi de orice tip, folosit în montaje de contratimp la etaje finale. În lipsă, se poate bobina, pe un miez de tole miniatură de 0,25... 0,5 cm², circa 2 000 de spire pentru primar și circa 1 000 de spire pentru secundar, ambele bobinaje fiind realizate cu sîrmă Cu-Em ⌀0,07 ... 0,1 mm. Cele trei etaje de amplificare nu cer nici un fel de reglaj. Dacă piesele sînt bune, trebuie neapărat să funcționeze. La ieșirea amplificatorului de semnal, o punte cu patru diode furnizează o tensiune continuă proporțională cu intensitatea semnalului de audiofrecvență care trece prin amplificator și care acționează instrumentul. Atunci cînd puntea nu este în echilibru, tensiunea la ieșirea amplificatorului poate fi prea mare și există riscul deteriorării instrumentului de măsură. De aceea, s-au prevăzut două rezistoare de limitare și o diodă D_5 care la semnal de nivel mare își micșorează foarte mult rezistența, reducînd tensiunea trimisă la bornele microampermetrului. Atît dioda de protecție, cît și diodele din punte sînt de tip punctiform sau cu joncțiune și pot fi în-

locuite, fără nici un inconvenient, cu joncțiuni valide de la tranzistoare defecte, respectînd bineînțeles polaritatea de branșare.

Piesele folosite la construcția aparatului, ca piese etalon, trebuie să fie de calitate, cu toleranță sub 2%, eventual selecționate prin măsurare pe o altă punte RLC. Bobina L_1, cu o valoare de 100 μH, are 80 de spire bobinate pe o carcasă cu diametrul de 20 mm, spiră lîngă spiră, cu conductor Cu-Em ⌀0,2 mm. Bobina L_2, trebuie să aibă o inductanță de 1 mH. Ea se realizează pe o carcasă oală de format mic, cu diametrul exterior în jurul a 12 mm, bobinînd 220 de spire, cu conductor Cu-Em ⌀ 0,1 mm. Capacele carcaselor de ferită se vor strînge cît mai bine. Proba aparatului se va face mai întîi cu ajutorul unei căști. Se vor plasa la bornele C_x și R_x piese cu valoare cunoscută și se vor nota valorile rezultate din echilibru pe scala potențiometrului.

Cu ajutorul acestei punți se pot măsura următoarele valori de piese: condensatoare între 10 pF...1 000 pF; 1 000 pF... 0,1 μF; 0,1μF... 10μF. Rezistoare între 10 Ω ...1 000Ω; 1 000Ω...0,1MΩ; 0,1MΩ... 10 MΩ. Inductanțe între 10 μH și 10 mH, în două trepte.

Montajul poate fi alimentat și la tensiunea de 4,5V, dar aprecierea echilibrului se face ceva mai greu. Precizia măsurării rămîne aceeași chiar dacă bateria de alimentare se învechește. Aparatul se asamblează într-o cutie de material plastic sau placaj lăcuit (vezi fig. 90).

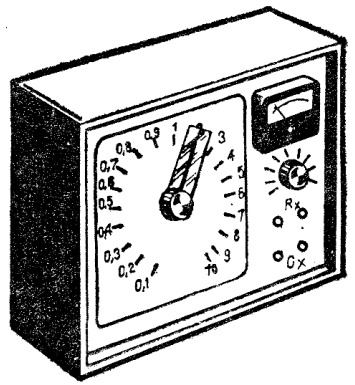


Fig. 90

Generator audio

Generatorul de semnal de audiofrecvență din figura 91 poate satisface pe cei mai pretențioși electroniști, întrucît acoperă un spectru foarte larg de frecvențe și anume în patru game din care prima între 15 Hz... 150 Hz, a doua între 150 Hz... 1 500 Hz, a treia între 1 500 Hz... 15 kHz, iar a patra în domeniul ultrasonic, între 15 kHz... 150 kHz. Prezintă o remarcabilă liniaritate și un coeficient de distorsiuni neglijabil, bineînțeles dacă reglajul aparatului este bine făcut. Schema este clasică: un oscilator RC cu punte Wien, cu puternic factor de reacție pozitivă și un circuit de contrareacție care îmbunătățește forma de undă și conferă stabilitate. Pentru a satisface liniaritatea pe toate gamele, elementele incluse în bucla de reacție negativă sînt comutabile pe fiecare gamă în parte. În paralel cu rezistoarele reglabile din acest sistem comutabil, sînt plasate condensatoare care compensează faza semnalului de corecție, rezultatul fiind obținerea unui semnal perfect sinusoidal în cuprinsul fiecărei game în parte. Piesa prin care se obține reglarea fină de frecvență în cadrul fiecărei game este un potențiometru dublu, pe un singur ax, pentru montaje stereofonice, liniar, de 2×100 kΩ. Restul pieselor sînt uzuale: un comutator rotativ sau cu claviatură cu patru poziții, a cîte trei rînduri de contacte, patru potențiometre miniatură ajustabile, patru condensatoare electrolitice, trei tranzistoare cu germaniu, cu amplificare medie 50... 100, de orice tip, un potențiometru liniar de 1 kΩ pentru reglarea semnalului la ieșire, condensatoare, rezistoare etc. Montajul poate fi realizat direct pe o placă de circuit imprimat, în spatele unui panou metalic. Alimentarea se poate face din baterii sau dintr-un redresor stabilizat, cum sînt cele descrise în lucrarea de față. S-a prevăzut un sistem suplimentar de filtrare a tensiunii de colector, printr-un grup RC dispus în circuitul de alimentare (lipsa lui duce la o proastă funcționare pe prima gamă). Consumul nu depășește 8 mA. Funcționarea poate fi asigurată și la 9 V, cu reglarea valorii pieselor notate cu steluță. Tensiunea maximă

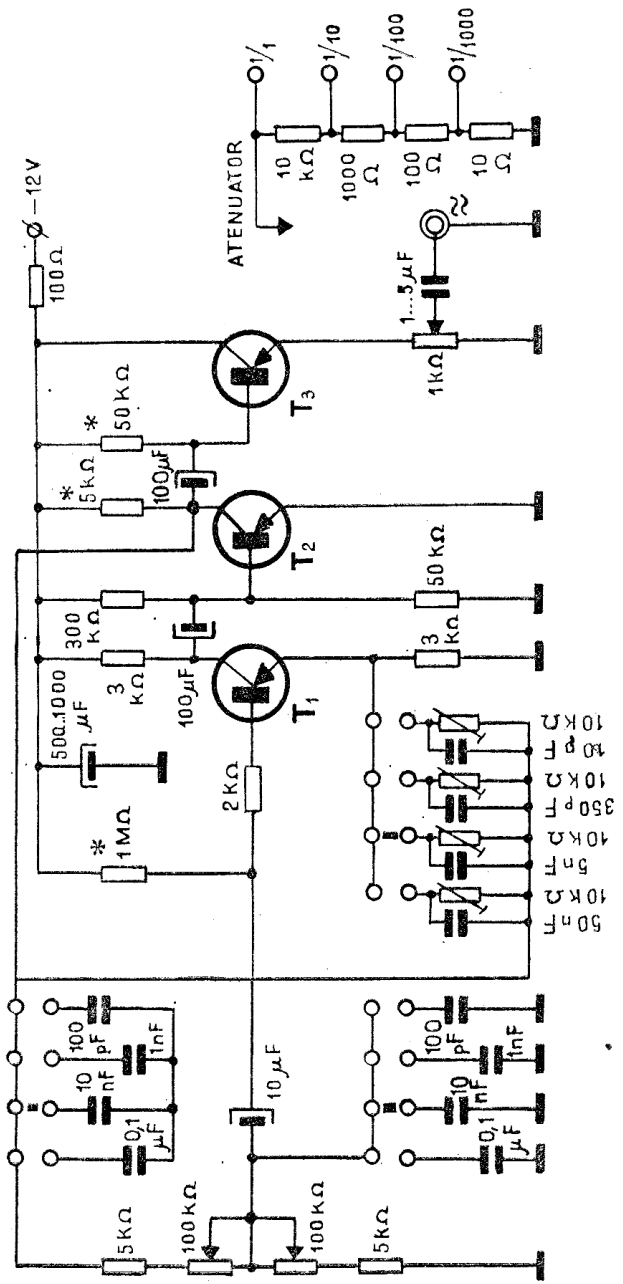


Fig. 91 a

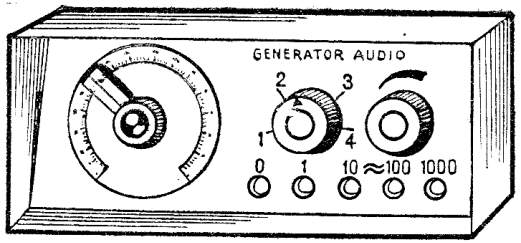


Fig. 91 b

la ieşire este de circa 3 V pe toate gamele, iar liniaritatea şi coincidenţa etalonării scalei, suficient de precisă pe toate frecvenţele generate. După ce a fost realizat, montajul generatorului de semnal audio trebuie reglat. Pentru aceasta, după ce se conectează la sursa de alimentare, cu ajutorul unui osciloscop catodic se constată prezenţa oscilaţiei de audiofrecvenţă pe toate gamele. Pentru obţinerea formei sinusoidale, în cadrul fiecărei game, se acţionează asupra potenţiometrului ajustabil respectiv, într-o poziţie care este aproape de încetarea oscilaţiei, adică se aplică un factor mare de reacţie negativă. Se scade cu circa 20% tensiunea de alimentare şi se verifică faptul dacă generatorul continuă să oscileze. În caz că se produce o întrerupere de oscilaţie pe una din game, se retuşează poziţia cursorului potenţiometrului ajustabil conectat cu gama respectivă. Apoi, prin comparare cu un generator audio existent, de construcţie industrială, se face etalonarea scalei aparatului. Pentru obţinerea coincidenţei indicaţiilor de pe scală, se plasează în serie sau în paralel cu condensatoarele punţii Wien, condensatoare care permit obţinerea suprapunerii indicaţiilor scalei, în toate gamele. Se ia drept etalon, bineînţeles, indicaţia dată de generatorul de construcţie industrială. Se notează, în sfîrşit, în dreptul potenţiometrului de dozare a tensiunii de ieşire, valoarea tensiunii audio. Pentru obţinerea unor valori mai mici, comparabile tensiunilor date de un picup sau microfon, la ieşire se leagă atenuatoare, care pot fi în raport de 1/10,... 1/100 sau 1/1000.

În caz că nu se dispune de aparatura precisă de laborator pentru etalonarea generatorului, acesta poate fi

etalonat şi aproximativ, nefiind mai puţin preţios pentru laboratorul amatorului, care poate lăsa etalonarea pentru o zi cînd va avea posibilitatea să o efectueze după metoda dată mai sus.

Iată cum se face reglarea generatorului fără aparate de măsură. În primul rînd, în ramurile punţii Wien se folosesc condensatoare de precizie nu mai mică de 5%. Se constată prezenţa oscilaţiei, branşînd generatorul la un amplificator oarecare, sau chiar o cască radio. Se poziţionează cursorul potenţiometrelor semireglabile, într-o poziţie în care, la limită, generatorul oscilează; această situaţie corespunde totdeauna unei oscilaţii sinusoidale, cu minim de distorsiuni. Pentru etalonarea scalelor se face etalonarea numai la punctele 50 Hz — brum de reţea; automat de obţin pe alte scale 500, 5 000 şi 50 000 Hz şi eventual cu un diapazon sau pian, cu frecvenţe cunoscute şi la octavă. Restul punctelor de control se interpolează grafic, fiind cu scală liniară.

Trasator de semnal

De multe ori, amatorul se vede pus în faţa unei defecţiuni a unui aparat, fie construit de el, fie de construcţie industrială şi pierde foarte mult timp pînă găseşte etajul sau piesa deteriorată. Un trasator de semnal ca cel din figura 92 uşurează foarte mult operaţia de depanare.

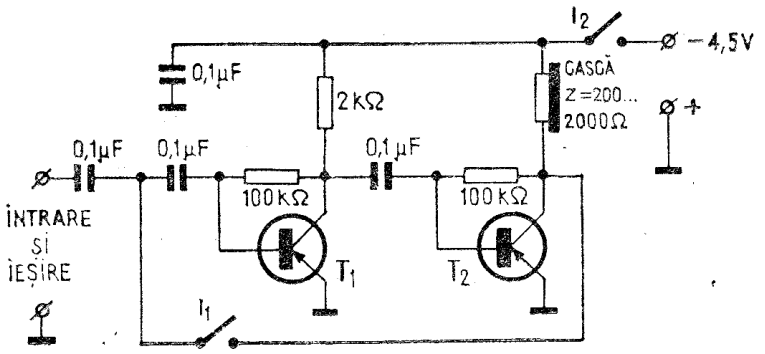


Fig. 92

După cum se vede din figură, montajul este un amplificator cu două etaje, echipat cu două tranzistoare *pnp* cu germaniu, de orice tip, de exemplu EFT 323 sau altele, cu un factor mediu de amplificare. Dacă intrarea lui se leagă oriunde în montajul unui amplificator de picup sau magnetofon, în cască se va auzi foarte bine semnalul, chiar de pe capul de mangetofon sau de pe doza de picup. Testînd apoi din etaj în etaj, se constată în cîteva secunde locul unde se întrerupe audiția. Dacă se înseriază la intrare o diodă punctiformă, se pot face verificări și în radiofrecvența modulată.

Aparatul poate funcționa și invers, ca generator de semnal. Pentru aceasta, se închide întreruptorul I_1 și astfel ieșirea amplificatorului este legată cu intrarea lui. Semnalul de la ieșire este în aceeași fază cu semnalul de la intrare, din cauza numărului par de etaje de amplificare — fiecare etaj inversînd faza — și astfel apare o reacție pozitivă pe o frecvență dictată de valoarea pieselor incluse în bucla de reacție. În cazul de față, frecvența generală, de cca 1 000 Hz, nu este sinusoidală, ci, din contra, foarte bogată în armonici, care o fac aptă a fi folosită și pentru verificarea traseelor de radiofrecvență ale radioreceptoarelor.

Pentru construcție, se folosește o cutie de plastic montată în spatele unei căști radiofonice, de 200... 2 000 Ω (vezi fig. 93). În cutie se montează trei baterii miniatură de 1,5 V și restul montajului pe o plăcuță imprimată, inclusiv cele două întreruptoare. Două cabluri suple, pentru intrare și ieșire pot face legătura cu montajul de verificat.

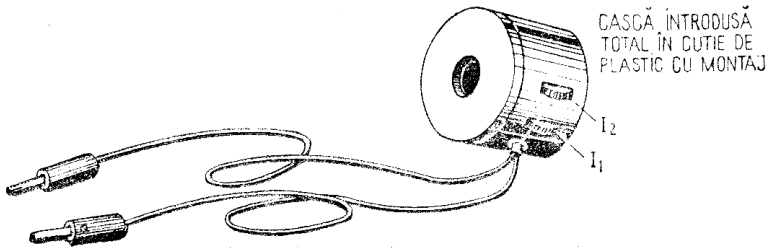


Fig. 93

Alimentator auto

De multe ori este necesar ca alimentarea unui aparat de radio, casetofon sau picup portabil, care reclamă o tensiune de funcționare de 3...9 V, să fie făcută de la acumulatorul de 12 V al unui automobil. Nu poate fi vorba de o alimentare directă a aparatului, respectiv la 12 V, întrucît aparatul ar putea fi distrus. Se poate încerca cu succes modificarea acestor aparate, prin schimbarea tensiunilor de polarizare, introducerea unor cuplaje de reacție negativă pentru a reduce amplificarea care crescînd excesiv, odată cu creșterea tensiunii, ar putea duce la acroșaje și instabilitate, dar în acest caz aparatele vor fi „condamnate" să funcționeze numai la tensiunea de 12 V. Există și soluția de a se lua o priză pe bateria acumulatorului, între un capăt și două, trei sau mai multe elemente, pentru a obține, la o priză montată pe panoul automobilului, tensiunile de 4, 6 sau 8 V, tensiuni apropiate de cele cerute de alimentarea aparatelor. În nici un caz nu se poate lucra cu un simplu rezistor — balast — legat în serie cu aparatul, pentru că un asemenea rezistor ar putea fi calculat cu precizie și ar da rezultate numai la un aparat cu consum constant, cum nu este cazul cu aparatele portabile, care, de obicei, au etaje finale clasă B, cu un consum variabil, dictat de nivelul semnalului amplificat. Dacă s-ar monta un astfel de rezistor, la maximum de volum aparatul abia s-ar auzi, iar la minimum tensiunea ar crește foarte mult în lipsa consumului și ar distruge tranzistoarele.

De aceea, se recomandă folosirea unui alimentator ca în figura 94. El este alcătuit dintr-un circuit de reducere de tensiune-serie, cu un tranzistor de putere cu siliciu. Se poate folosi orice tip, cu condiția să aibă o putere disipată de cel puțin 10 W. Bineînțeles, el se va monta pe un radiator termic, cu dimensiunea de cel puțin 50 cm^2. Deși s-ar putea folosi și un tranzistor cu germaniu, doar prin inversarea polarității, soliditatea este mai bună în cazul tranzistoarelor cu siliciu.

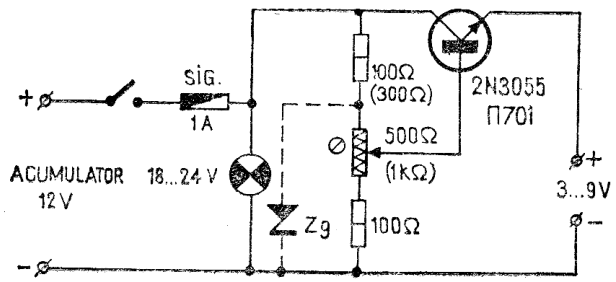


Fig. 94 a

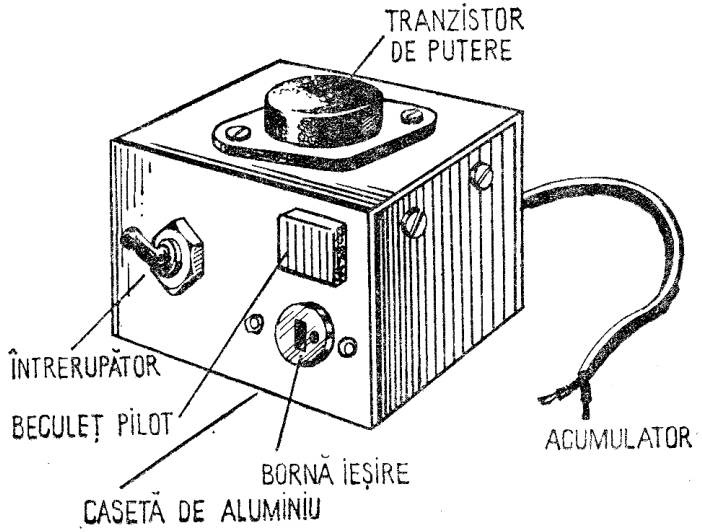


Fig. 94 b

Montajul trebuie să fie izolat de carcasa automobilului, pentru a nu se ridica „problema" cu „plusul sau minusul la masă". Un întreruptor scoate montajul din funcțiune atunci cînd nu este folosit. Este bine să se prevadă totdeauna întreruptoare, pentru a nu lăsa montajele să funcționeze în gol. Siguranța de 1 A poate fi înlocuită, preferabil cu una la limita de consum a aparatului care se folosește, de pildă, de 200...500 mA, care acționează doar dacă se depășește cu puțin limita. În caz de scurtcircuit accidental la bornele de ieșire, de obicei o asemenea siguranță termică reacționează prea

tîrziu, tranzistorul se defectează, și la ieșire apare direct tensiunea de 12 V care poate distruge aparatul branșat. De aceea, este necesar să se evite producerea de scurtcircuite la ieșirea montajului. Un beculeț de semnalizare, pe cît posibil format miniatură, de 18...24 V, de exemplu, de trenuleț electric, arată punerea în funcțiune a montajului. Iarna, montajul poate fi lăsat branșat. Consumul infim de cîteva zeci de miliamperi sau sub 100 mA ai beculețului, produce o reacție în acumulator, care împiedică înghețarea electrolitului.

Baza tranzistorului de putere se alimentează de pe un divizor de tensiune rezistiv alcătuit din două rezistoare de 1 W și un potențiometru semireglabil, cu șliț, preferabil bobinat. Tensiunea de pe baza tranzistorului va apărea și la ieșire și nu va fi afectată prea mult de consumul aparatului. Pentru verificarea tensiunii, se conectează intrarea alimentatorului și se branșează un voltmetru la ieșire, în paralel cu un rezistor de 1 kΩ/1 W, ca simulacru de sarcină. Se reglează tensiunea necesară de 3; 4,5; 6; 7,5 sau 9 V, cît necesită aparatul care se folosește. Se fixează cu puțină vopsea axul potențiometrului reglabil, pentru a nu fi deranjat de vibrații. Borna de ieșire va fi de tip special, asimetric, sau format „jack", pentru evitarea unei branșări inverse a aparatului consumator.

Incintă acustică cu membrană pasivă

Din tot lanțul electroacustic, punctul cel mai slab rămîne reproducătorul de sunete, difuzorul; deși este mult ameliorat, are încă randamentul redus, inegal în timp. Există unele soluții totuși pentru obținerea unor redări sonore de înaltă calitate, așa-numitele incinte acustice și una din acestea este prezentată mai jos.

Sistemul ales pentru construcția incintei este cu „membrană pasivă", care dă rezultate foarte bune în gama frecvențelor joase. În figura 95 este prezentată o secțiune printr-o asemenea incintă. Astfel, un difuzor cu diametrul mai mare de 25 cm — poate fi și cu

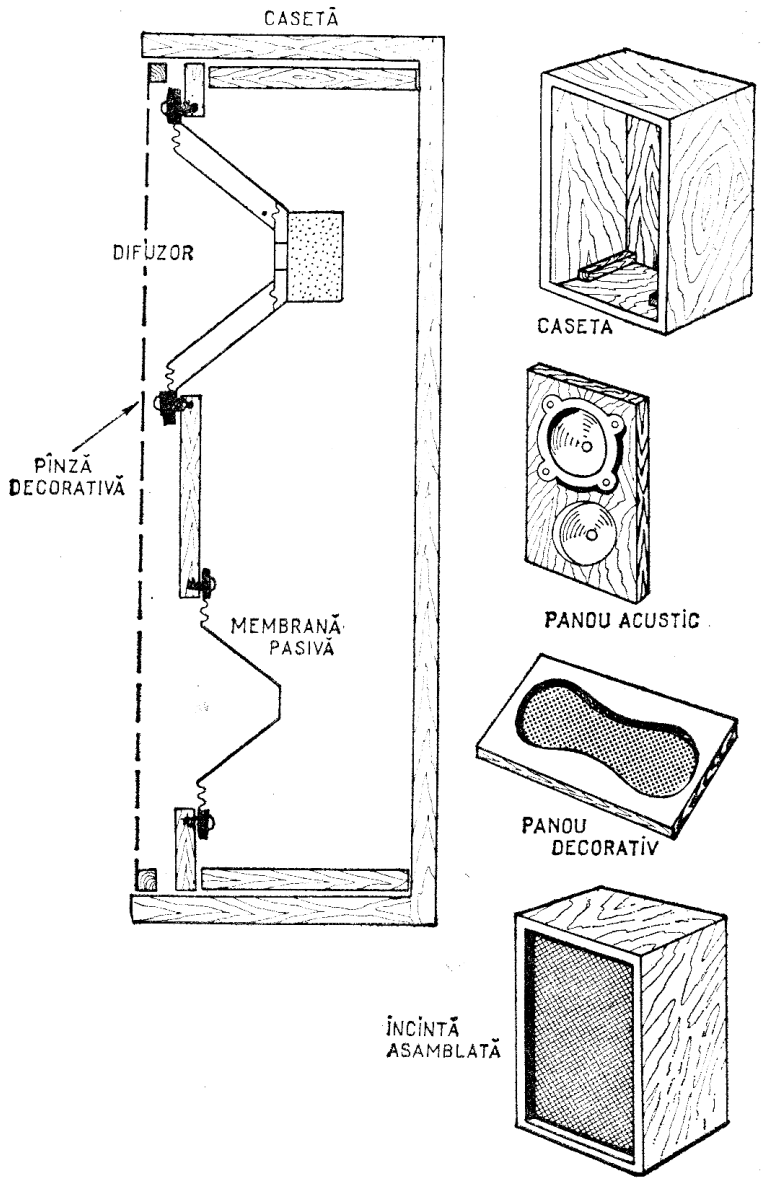


Fig. 95

membrană ovală, cu diametrul maxim de dimensiune mai mare de 25 cm — se montează pe un panou acustic. Difuzorul se fixează *deasupra* panoului, nu dedesubtul lui, așa cum se obișnuia pînă acum. Acest fapt este deosebit de important, întrucît reduce vibrația parazită a panoului acustic. Prin aceasta, audiția are foarte mult de cîștigat în calitate. Pe același panou se execută o decupare, în spatele căreia se fixează prin lipire o membrană de difuzor, fără piesă de centrare și fără bobină mobilă, care are orificiul central astupat cu un disc de hîrtie sau carton subțire. Această membrană, denumită membrană pasivă, are rolul de a oscila sub influența vibrațiilor emise din spatele difuzorului. Însă o asemenea membrană pasivă are frecvența de rezonanță deosebit de joasă, de 5...20 Hz. În momentul în care este pusă în mișcare de către coloana de aer din casetă, membrana pasivă are tendința de a vibra spre frecvența de rezonanță. Sunetul rezultat este foarte bogat în frecvențe joase, redate cu o presiune considerabilă, față de audiția unui difuzor simplu. Diametrul membranei pasive poate fi mai mare decît diametrul difuzorului activ folosit sau cel puțin egal.

În caz că nu se poate procura o membrană pasivă, de la un difuzor, ca piesă de rezervă, ea se poate confecționa din hîrtie sugativă, prin lipirea conului, apoi prin muierea cu apă a marginii și alternarea unor cercuri de sîrmă groasă, care se pun pe margine, se obține gofrarea periferică a membranei. Se lasă să se usuce și apoi se îndepărtează cercurile. Nu contează gradul de conicitate, nici numărul șanțurilor gofrajului; în regim de amator nu se cer date de mare precizie. În practică s-au obținut rezultate sensibil egale folosindu-se tipuri din cele mai diverse de membrane pasive.

Pentru ca ansamblul să dea rezultate bune, caseta trebuie confecționată din placaj, PAL sau scîndură, avînd o grosime mai mare de 15 mm. De asemenea, panoul acustic trebuie lucrat din material cel puțin la fel de gros. Asamblarea trebuie făcută cît mai solid, totul bine încleiat și bătut în cuie, eventual și înșuru-

bat. Între panou și cutie se va introduce un strat de clei pentru ca ansamblul să fie cît mai rigid, lipsit de rezonanță mecanică. Se fixează pe panou mai întîi membrana pasivă, care se asigură și ea contra dezlipirii prin bentițe de carton bătute în cuie mici. Panoul se fixează în casetă. Apoi, trecînd prin panou cablul de legătură la bobina mobilă a difuzorului, acest cablu se petrece printr-un orificiu aflat în spatele incintei. În incintă se fixează prin lipire de pereți o cantitate mică de vată medicinală, scămoșată, care are rolul de amortizor suplimentar. Difuzorul se așază pe gaura respectivă, cu magnetul în interiorul cutiei și se fixează cu ajutorul unor șuruburi pentru lemn. Eventualele fisuri sau goluri între corpul difuzorului și orificiul unde este introdus, se umplu cu un chit alcătuit din clei și rumeguș de lemn. Peste panoul acustic se montează, în final, un panou decorativ, făcut din PFL, carton sau placaj, nu mai gros de 6 mm. Acest panou decorativ are amenajat un decupaj în dreptul celor două membrane. Pentru ca acest decupaj să nu se vadă prin pînza decorativă, pe suprafața panoului se aplică un strat de baiț negru sau cafeniu. După uscarea baițului, se fixează prin lipire pînza decorativă, cu țesătura cît mai rară, de tip etamină sau matador, care se petrece peste panou. Panoul decorativ poate fi la nevoie ușor îndepărtat pentru a verifica starea membranelor. De asemenea, pentru protecție, se poate monta chiar pe panoul decorativ, peste pînză, o rețea metalică rară, sau de fier forjat, eventual din sită masivă de material plastic, cum sînt cele de la tuburile fluorescente, bine fixată pentru a nu vibra.

Dimensiunile cutiei? În funcție de difuzorul utilizat: înălțimea circa trei diametre, lățimea circa două diametre, adîncime nu mai mare de două diametre. Pentru stereo? Cheltuială și muncă dublă, pentru două incinte. Difuzor recomandat? Orice tip de bună calitate. Pentru puteri moderate, tipul „Maestro“ de 6 W/4 Ω.

Incintă acustică pseudostereofonică

Incinta este ușor de confecționat și conține două difuzoare ovale sau rotunde, de mică putere, sub 5 W fiecare. Prin conectare la ieșirea unui amplificator sau magnetofon monofonic, ea oferă o senzație acustică spațială, asemănătoare audițiilor stereofonice, dar bineînțeles fără a se obține o plasare reală în spațiu a surselor de program, ca în cazul redării unui program stereofonic. În figura 96 este prezentată construcția acestei incinte. Ea este alcătuită dintr-o casetă închisă din lemn sau placaj gros ale cărei dimensiuni sînt lăsate la dispoziția constructorului. Bineînțeles, nu se va face o construcție prea înghesuită, dar nici exagerat de mare față de cele două difuzoare pe care trebuie să le adăpostească. Panoul acustic pe care se montează cele două difuzoare trebuie să fie din placaj, PAL sau lemn compact de cel puțin 10 mm grosime.

Difuzoarele se montează *pe panou*, în nici un caz sub el; altfel trebuie luate alte precauții constructive.

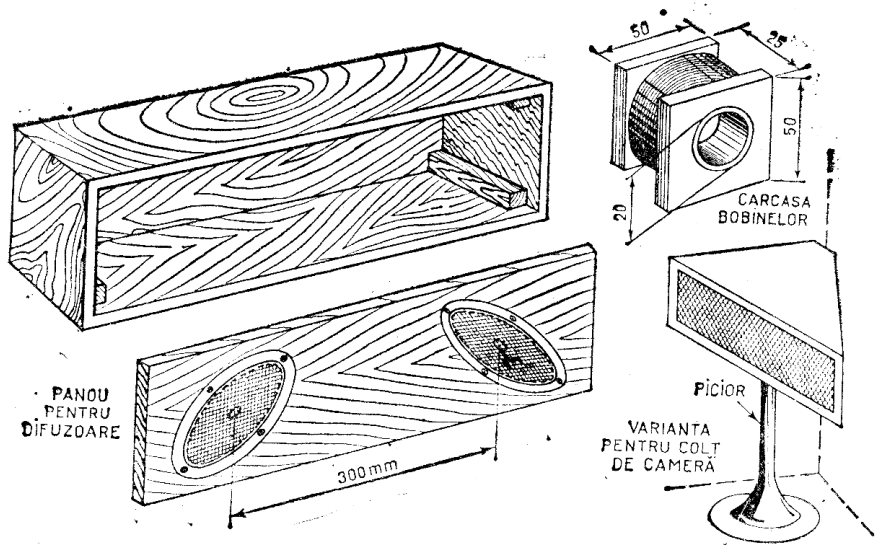


Fig. 96

Singura dimensiune obligatorie este distanța dintre cele două membrane (dintre centre) care trebuie să fie de 250...300 mm. În figura 97 este prezentată și schema legării celor două difuzoare. Difuzorul Dif_1 este conectat direct la ieșirea amplificatorului, iar difuzorul Dif_2, printr-o rețea de defazare LC, care are rolul de a face ca cele două difuzoare să lucreze în fază pe frecvențele joase. Astfel, frecvențele joase se aud ca fiind emise la distanța dintre cele două difuzoare, iar frecvențele superioare în antifază, decalate cu 180°. Le redarea acestor frecvențe, sunetul pare emis la o distanță destul de mare pe lateral, obținîndu-se efectul pseudostereofonic. Acest tip de montare a difuzoarelor este cunoscut sub denumirea de „stereodină" și oferă o audiție surprinzător de interesantă în cazul redării unui program monofonic. Nu se recomandă folosirea a două asemenea incinte pentru redare cu un amplificator pe două canale, stereofonic, pentru că mesajul de localizare sonoră conținut în program va fi falsificat.

Cum se poate realiza practic incinta stereodină? Sînt necesare două difuzoare identice, de 1...5 W, preferabil cu dimensiune medie sau mare a membranei. Se pot folosi, bineînțeles, și difuzoare de putere mai mare (calitatea audiției are de cîștigat), dar nu difuzoare pentru incinte cu compresie. Ele se montează pe un panou acustic, ca în figură, ținînd seama de considerațiile de mai sus. Dimensiunile nu sînt critice pentru difuzoarele montate pe exteriorul panoului, care are unicul rol de a împiedica scurtcircuitul acustic, între unda sonoră emisă de o parte a membranei și partea cealaltă. Peste difuzoare, se montează bineînțeles o mască decorativă, ca la incinta precedentă.

Montajul defazorului LC (vezi fig. 97) este alcătuit din două condensatoare electrolitice a cîte 100 μF, la tensiune peste 12 V și două bobine, L_1 și L_2, care se realizează pe două carcase identice, cu diametrul interior de 20 mm, confecționate din carton tare, lemn rotund sau tub plastic, cu capace pătrate din lemn, pertinax sau plastic de 3...5 mm grosime (vezi fig. 96).

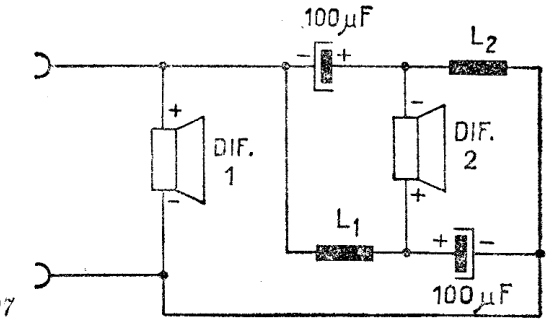


Fig. 97

Fiecare bobină are 250 de spire din sîrmă Cu-Em ⌀ 0,4... 0,5 mm. La montarea filtrului LC, se va respecta felul de legare a difuzoarelor, fazat, altfel rezultatul este nul.

Difuzorul stereodină se va plasa totdeauna orizontal, la o oarecare înălțime față de podea, preferabil într-un colț de cameră, în care caz caseta poate avea o formă triunghiulară, care să permită plasarea în colțul încăperii. Un picior lucrat din lemn sau material plastic poate da o linie elegantă ansamblului, iar pe incintă se poate plasa, ca pe o măsuță, chiar magnetofonul sau casetofonul a cărui audiție se redă. Din nefericire, incinta acustică nu poate servi ca suport pentru un picup, din cauza efectului de microfonie dintre doză și difuzoarele respective, chiar la nivel moderat al redării.

Incintă acustică cu difuzor de compresie

O noutate tehnică o constituie incintele acustice de dimensiuni foarte mici echipate cu difuzoare cu compresie. Acestea sînt construite după un principiu oarecum nou. Pentru a obține o redare bună a frecvențelor foarte joase, membrana difuzorului este suspendată la periferie pe un inel gofrat de cauciuc moale (de latex). Față de sistemul clasic de suspendare (pe o porțiune

gofrată din același material celulozic din care este confecționată și membrana, din aceeași bucată), sistemul de suspensie moale produce o coborîre foarte pronunțată a frecvenței de rezonanță, la 15...30 Hz, iar la unele difuzoare chiar mai jos. O asemenea frecvență prea joasă nu interesează în mod deosebit la redare, mai ales că rar se cere reproducerea unor frecvențe mai joase de 30 Hz. Dar prin montarea acestui tip de difuzor într-o casetă complet închisă, frecvența de rezonanță a membranei crește, aproape dublîndu-se. Ținînd seama de faptul că membrana unui difuzor cu suspensie obișnuită are frecvența de rezonanță, la diametru comparativ egal, la o frecvență cam de patrucinci ori mai mare decît a unui difuzor cu compresie, se înțelege cum folosind un difuzor din acesta cu diametru mic se poate obține o incintă de foarte mici dimensiuni, care reproduce satisfăcător frecvențele joase.

În figura 98 se arată felul cum se construiește o asemenea incintă. Caseta se confecționează din lemn masiv, PAL sau placaj foarte gros, de cel puțin 15 mm; eventual, la montare, se suprapun două plăci. Difuzorul se montează pe casetă și nu în interiorul ei. Conexiunile la bobina mobilă se scot în exterior printr-un cablu bifilar lițat, trecut printr-o gaură plasată în spatele casetei. Eventualele spații libere între cablu și orificiu se acoperă cu chit sau clei. De asemenea, se acoperă toate orificiile posibile din casetă, pentru ca să nu existe nici o lipsă de etanșeitate.

Dimensiunile casetei nu sînt critice, proporțiile aproximative rezultă din desen. Interiorul casetei se umple cu vată ușor tasată, apoi se trece cablul și se montează difuzorul. Pentru testarea etanșeității se presează ușor membrana în jos. Ea trebuie să revină foarte greu în poziția de repaus, în circa o jumătate de minut, fapt care demonstrează faptul că incinta este etanșă. O asemenea incintă reclamă o putere mare de la amplificator, deci randamentul acustic este slab; dar în schimb calitatea sunetului este optimă.

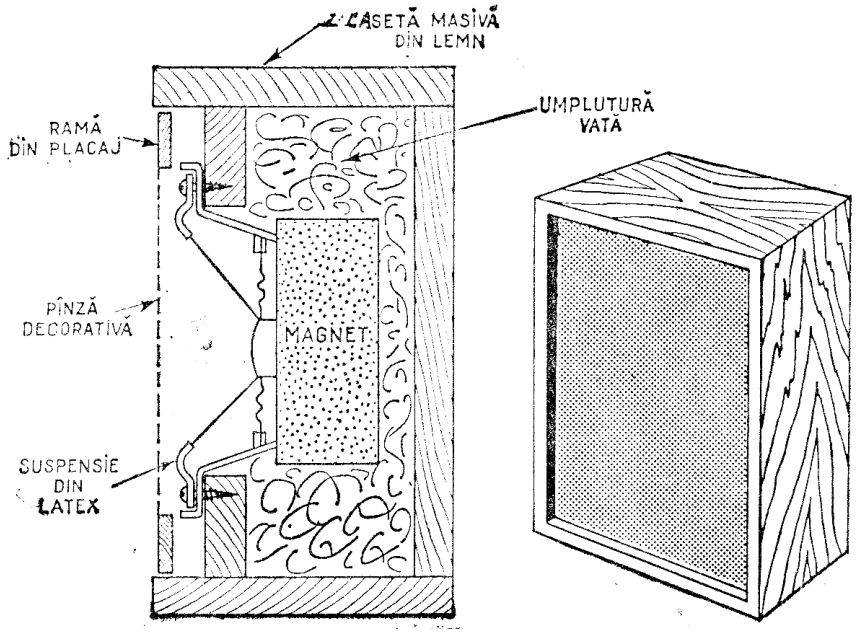


Fig. 98

Conector pentru blocuri funcționale

Orice montaj electronic, indiferent de gradul de complexitate, poate fi construit din blocuri funcționale în care fiecare etaj, de exemplu, să fie montat pe o plăcuță. În caz de defectare, plăcuța poate fi ușor scoasă din interiorul aparatului și prin aceasta depanajul poate fi foarte ușor efectuat. Dar nu numai întreținerea unui aparat mai complex devine foarte ușoară, ci chiar construcția lui. În loc de a aborda deodată o construcție complicată, cu zeci de tranzistoare, se lucrează bloc cu bloc și apoi se trece la plasarea blocurilor în cutia aparatului. Deosebit de prețios în aparatura profesională, acest sistem poate fi abordat și în construcțiile de amatori, chiar de începători.

În figura 99 se arată felul cum se alcătuiește sistemul din una sau mai multe plachete-conector și mai

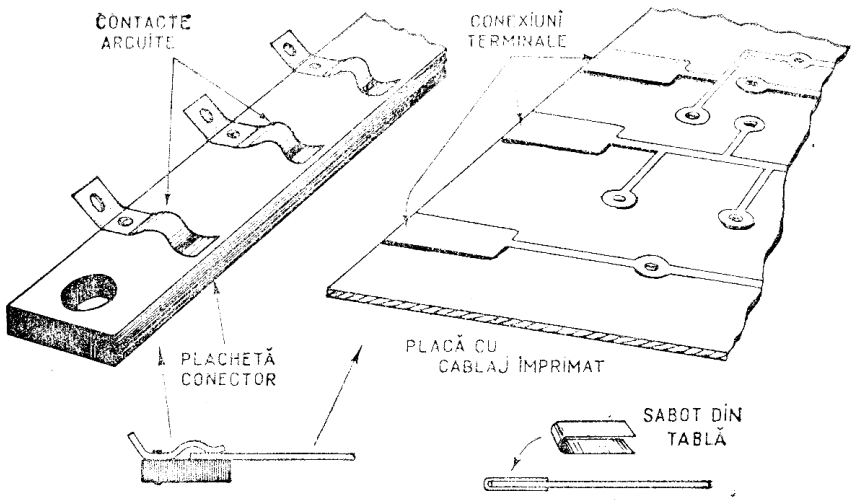


Fig. 99

multe plăci de circuit imprimat. Pentru simplificare, s-a reprezentat numai una din fiecare.

Placa de montaj cu circuit imprimat are din construcție o serie de terminale, reprezentate din porțiuni ceva mai late, cu lățimea, de exemplu, de 5 mm. Pentru ca aceste porțiuni de terminal să facă un contact mai bun cu conectorul, ele pot fi acoperite cu cîte un sabot de tablă, o simplă fîșie din tablă de fier, alamă sau cupru, preferabil acoperită cu un strat de metal greu oxidabil, de exemplu, argint, prin depunere galvanică. Pe placheta conectorului sînt fixate contacte arcuite, care pot fi, de pildă, scoase din comutatoare rotative defecte, sau pot fi confecționate din tablă elastică de bronz. În lipsă, se poate folosi un arc de ceas, decălit prin înroșire în flacără, prelucrat și perforat și apoi călit din nou prin înroșire în flacără și scufundare în apă rece. Se îndepărtează oxidul cu ajutorul unei hîrtii abrazive fine și apoi se nituiesc pe plachetă, la distanțe corespunzătoare plăcii de montaj. Pentru ca plăcuța de montaj să fie bine fixată la locul ei, nu numai

din conector, la capătul plăcii opus conectorului se fixează cu un șurub de o altă plachetă suport. Cînd se demontează, se desface șurubul și se trage cu ușurință placheta afară.

Racordări

Pentru cuplarea unui amplificator la un magnetofon, pentru copierea de muzică de pe un magnetofon pe altul, cuplarea unui microfon, a unui picup etc., sînt necesare o serie de racordări. Acestea se fac cu ajutorul unor cabluri ecranate, terminate cu mufe de construcție specială. Se recomandă folosirea unor mufe și borne de tip DIN cu trei sau cinci contacte, care pot cupla simultan mai multe intrări și ieșiri cu contacte sigure; prin aceasta manipularea cablurilor este mult simplificată.

În figura 100 se prezintă perechea bornă-mufă. Borna se fixează, de obicei, pe panoul din spate al aparatului la care se face racordul. Unele realizări profesionale sau semiprofesionale preferă ca aceste borne să fie montate la loc vizibil în față, pentru ușurința manevrării. Amatorii preferă fixarea acestor borne la un loc mai puțin vizibil, cu atît mai mult cu cît odată montate, nu se prea umblă cu ele. În general, există borne cu funcție simplă sau funcție dublă. Bornele cu funcție simplă servesc numai pentru primirea semnalului de intrare sau a livrării semnalului de ieșire.

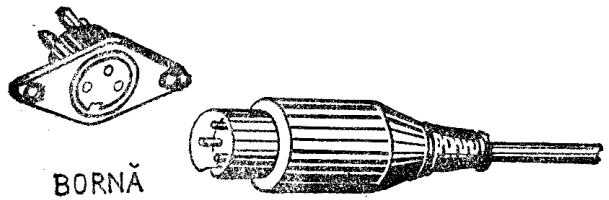


Fig. 100

În figura 101 se arată felul de conectare a unui microfon sau a unui picup; se remarcă felul diferit de conectare.

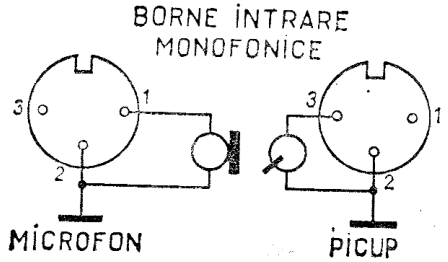


Fig. 101

În figura 102 se arată felul cum se branșează la bornele de intrare două microfoane stereofonice sau o doză stereofonică de picup. Bornele cu funcție dublă sînt universal folosite mai ales la magnetofoane. Ele, de pildă, pot combina funcția numai de intrare, pentru două surse diferite de program, de pildă, microfon și picup, fiind o combinație a sistemelor prezentate mai sus; fie intrare și ieșire, numai cu nivel mediu, adică intrare picup, radio sau magnetofon și ieșire pentru radio, magnetofon sau amplificator. În figura 103 se poate vedea o bornă stereofonică cu cinci contacte, folosită pentru o situație similară. Atunci cînd se conectează cablul ecranat pentru microfon, ecranul se fixează numai la borna centrală a mufei, adică la contactul 2 la mufa monofonică sau contactul 3 la mufa stereofonică; în nici un caz nu se leagă la corpul de

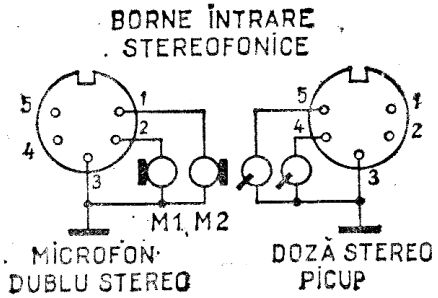


Fig. 102

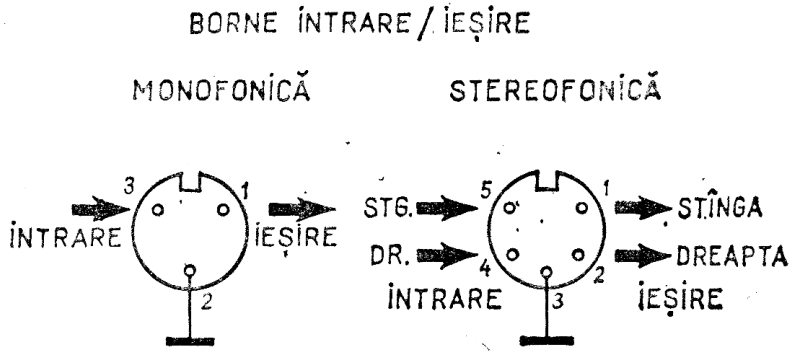


Fig. 103

metal al mufei deoarece crește zgomotul de fond. În cazul mufelor pentru nivele medii de audiofrecvență, acest fapt nu mai este important.

Potențiometru liniar dublu

Potențiometrele liniare se bucură în ultimul timp de mult interes în rîndul constructorilor de aparataj electronic. Ele sînt foarte practice, pentru că dintr-o singură privire, din poziția butonului fixat pe cursor, se poate ști cum este reglat aparatul respectiv, fapt mai greu de observat la potențiometrele rotative, cu buton. Din punct de vedere electric, potențiometrele liniare se montează la fel ca și potențiometrele rotative, fiind alcătuite dintr-o pistă rezistivă cu două contacte terminale și un cursor, care alcătuiește cel de-al treilea contact. Din punct de vedere mecanic, fixarea unui potențiometru cu glisieră, liniar, este ceva mai greu de rezolvat. Un potențiometru rotativ se putea fixa doar cu ajutorul unei găuri făcute în panoul aparatului. O piuliță de strîns și fixarea era asigurată, iar piulița era mascată de butonul respectivului potențiometru. În cazul potențiometrului liniar, locul ocupat este mai mare, piesa trebuie fixată de ambele capete, cu două șuruburi ale căror capete trebuie mascate, iar fanta prin care

se deplasează cursorul trebuie foarte îngrijit decupată. În plus, amatorul nu poate găsi întotdeauna asemenea potențiometre la valorile dorite. Cu un minim de utilaj se pot însă confecționa o serie întreagă de potențiometre liniare de orice valoare. În figura 104 se arată care sînt piesele de confecționat pentru un potențiometru liniar stereo. Astfel, sînt necesare două colțare confecționate din aluminiu gros de 1,5 mm sau tablă de fier de 1...1,5 mm, două tije de fier, de exemplu, două bucăți de spiță de bicicletă, sau fragmente de andrele sau croșete. Pe aceste tije alunecă cursorul, confecționat din plastic gros de 5 mm, eventual prin lipirea cu tiner sau benzen a unor bucăți de plastic. Două contacte din tablă de bronz elastică sînt fixate prin intermediul unei plăcuțe de pertinax. Suportul pentru rezistoare este alcătuit dintr-o plăcuță de pertinax placată cu cupru, care se prelucrează ca în figură, cu ajutorul unui zgîrietor (așa cum se arată la capitolul privind montajele gravate). Se observă un șir de contacte de cupru, sub formă de bentițe și un contact prelung, pentru fiecare pistă a potențiometrului. Pe fiecare pistă alunecă cîte un contact metalic, din tablă de bronz de 0,1...0,15 mm grosime fixat de cursor și strîns cu ajutorul unui șurub de 3 mm, care presează piesa de plastic de piesa de pertinax. Deși contactul este asigurat prin metalele cupru și bronz neprotejate, prin folosire, contactele se curăță singure, iar materialul este destul de rezistent pentru a dura cîteva zeci de mii de manipulări. Astfel, potențiometrul este un comutator de rezistoare fixe, piesă cu o mare fiabilitate. Pentru a obține valoarea potențiometrului, de pildă, cca 100 kΩ, este necesar să se înserieze un număr de rezistoare de valoare egală, de exemplu, 15 bucăți a 6,8 kΩ. Aceasta pentru potențiometre cu schimbare liniară a valorii, cum sînt cele folosite la reglajul de ton.

Pentru a obține o variație logaritmică, pentru reglajul volumului, se adoptă sistemul de alegere a valorilor din figura 105 (stînga). Pentru alte valori, cele din figură pot fi înmulțite sau împărțite cu un coeficient,

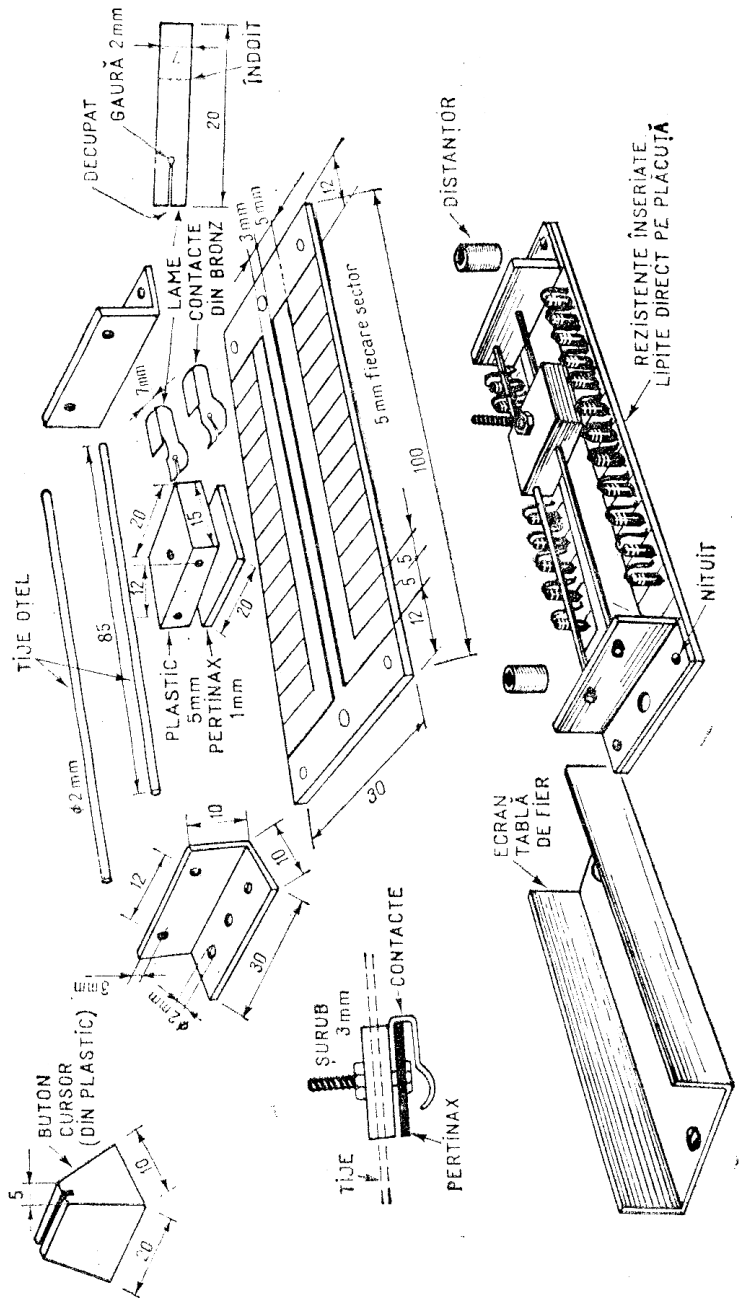


Fig. 104

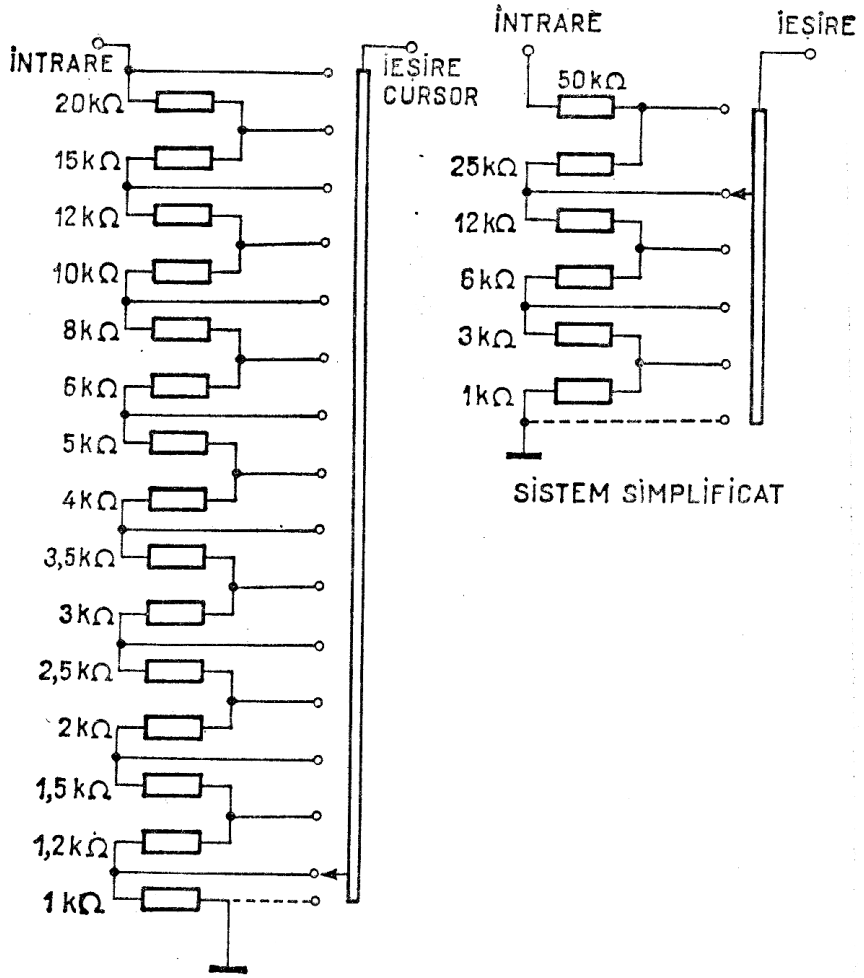


Fig. 105

astfel ca valoarea totală a rezistoarelor din comutatorul-potențiometru să corespundă valorii de rezistență indicată pentru montajul care se construiește. În caz că se urmărește luarea unei prize pe seria de rezistoare, pentru bas fiziologic — întărirea nivelului frecvențelor joase, la nivele mici de audiție —, se poate lua ușor o priză după al cincilea rezistor, de jos în sus.

Se pot folosi orice rezistoare subminiatură, sau chiar de format mic. Ele se lipesc cu cositor chiar pe fața placată a plăcii de montaj imprimat, folosindu-se pentru lipire numai colofoniu și alcool. Eventualele dîre de colofoniu se curăță cu atenție, pentru ca pista unde alunecă contactele, să nu fie murdară. Este preferabil ca înainte de punerea în funcțiune, toată partea placată să fie rodată cu șmirghel fin, pentru îndepărtarea lacului de protecție depus din fabricație, care dacă nu este îndepărtat joacă rolul de izolator. Singura operație de întreținere constă din pensularea, o dată la cîțiva ani, a pistelor de pe placa de montaj, cu puțină neofalină.

Trebuie subliniat faptul că deși această construcție pare deosebit de simplă și de ieftină, o execuție incorectă duce la rebut. De aceea, toate piesele se vor decupa la cotă, cu mare precizie. Înainte de efectuarea găurilor, se va puncta locul viitoarei găuri, cu ajutorul dornului. Găurile în cursor se vor face pe rînd dinspre ambele capete, pentru ca ele să se întîlnească. De precizia cu care sînt efectuate aceste găuri depinde funcționarea întregului agregat. Dacă sînt prea înguste, fără nici un fel de joc, cursorul rămîne înțepenit, iar dacă sînt prea largi, cursorul „joacă“ și, de asemenea, se blochează. Nu se recomandă ungerea tijelor; se preferă lunecarea „pe uscat“. De asemenea, calitatea contactelor este dată de flexibilitatea lamelor de bronz. Un material prea subțire nu asigură contactul, iar un material prea gros, favorizează contactul preferențial, pe zone. Principalul la această construcție este de a asigura trecerea contactelor peste sectoarele de cupru, fără să se sesizeze vreo întrerupere.

Așa cum se arată în figura 105 (dreapta), se poate încerca și construcția unor potențiometre cu cursor simplificate, în care se folosesc doar 6 rezistoare pe fiecare canal, în loc de 15.

Pentru a evita o întrerupere a contactelor, sectoarele de cupru pot fi efectuate și în decupaj oblic, pentru ca trecerea cursorului să atingă simultan cîte două porțiuni metalizate; dar nu spațiul izolant care le separă.

De asemenea, se pot construi variante ale aceluiași sistem. De pildă, placa metalizată poate fi decupată pe centru cu o fantă, iar șurubul central al cursorului poate trece prin fantă, construcția fiind inversată. Evident, se poate construi și o variantă „mono".

Proiectarea rapidă a cablajului imprimat

Cablajul imprimat, după unele păreri, este foarte greu de proiectat și executat. Totuși, orice amator începător poate să-și proiecteze singur cablajul imprimat al oricărui montaj, oricît de complicat, în cîteva minute. Iată care este procedeul:

Se alege schema de trecut în cablaj imprimat (vezi fig. 106 a). Se strîng toate piesele necesare realizării respective, iar în caz că lipsesc unele valori se vor înlocui, pentru operația de proiectare, cu piese de același format. Apoi se desenează pe o foaie de hîrtie, avînd formatul viitorului montaj, fiecare piesă, aliniindu-se estetic în funcție de dimensiunile dorite (fig. 106 b). Nu se vor produce salturi în intercalarea pieselor; ele se vor monta cît mai grupat, pentru simplificarea operațiilor care urmează.

După ce toate piesele au fost trecute pe desen, în mărime naturală, notîndu-se și terminalele lor, precum și bornele tranzistoarelor sau bornele de intrare și ieșire din montaj, se ia foaia de hîrtie, se așază pe sticla unei ferestre și, prin transparență, se leagă între ele piesele care fac parte din același mănunchi de conexiune (vezi fig. 106 c). Se procedează astfel, mănunchi cu mănunchi, pînă cînd se termină de desenat tot cablajul. Restul, în realizarea montajului, este cît se poate de simplu. Se transferă desenul cu ajutorul hîrtiei copiative pe o bucată de pertinax placat, de format corespunzător (vezi variantele din fig. 106 d, e, f).

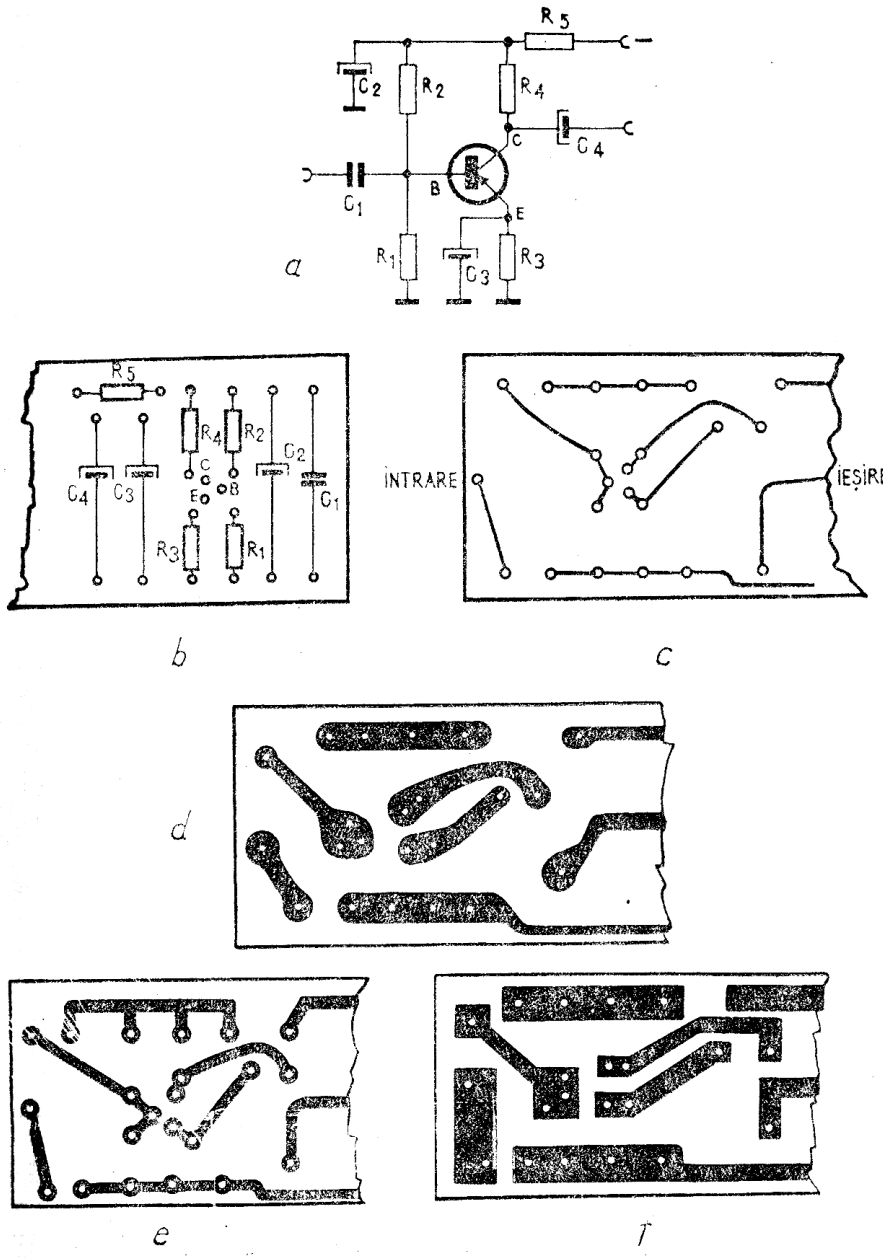


Fig. 106

O altă operație necesară este vopsirea traseului care reprezintă viitoarele conexiuni. Vopsirea se execută cu smoală dizolvată în benzină sau tiner, sau cu vopsea nitrocelulozică, folosindu-se o pensulă fină. Placa se pune la corodat într-o tavă de material plastic, într-o soluție de clorură ferică sau un amestec de acid clorhidric cu perhidrol. După circa jumătate de oră, corodarea s-a executat și plăcuța se scoate din baie, se spală bine sub jet de apă, apoi se îndepărtează stratul de vopsea cu ajutorul unui solvent, de exemplu, tiner. Traseele de cupru se șlefuiesc cu șmirghel fin, se fac eventuale retușuri cu ajutorul unui briceag și se depune un strat subțire de colofoniu dizolvat în alcool, care ușurează efectuarea lipiturilor.

Cablaj imprimat simplificat

O metodă foarte simplă de confecționare a unui cablaj imprimat constă din trasarea unor șănțulețe de izolare, pe o plachetă de pertinax placată cu cupru. Se obțin astfel cîteva trasee paralele conductoare, menite să servească drept suport pentru lipirea pieselor și drept barete de conexiune. Traseul de izolare se obține prin zgîriere. Cu ajutorul unei șurubelnițe transformată în sculă de așchiere prin prelucrare la polizor, ca în figura 107, trasarea dungilor de izolare se face fără nici un fel de dificultate, prin utilizarea unei rigle. Dungile de cupru, conductoare, pot avea o lățime de 2...4 mm. După trasare, cu o lățime a șănțulețului dintre benzi de 0,3...1 mm, pe porțiunile metalice se face o perforare din 4 în 4 milimetri, cu un burghiu spiral de 0,8...1 mm diametru. Din placa mai mare pe care o pregătește amatorul, se detașează o fîșie cuprinzînd 5...7 dungi conductoare, sau mai multe, în funcție de gabaritul pieselor ce trebuie montate pe placa de montaj. Detașarea se face prin zgîriere mai profundă a plăcii de pertinax și îndoire.

Înainte de montare, se șlefuiește toată suprafața plăcuței cu șmirghel fin, se îndepărtează urmele de

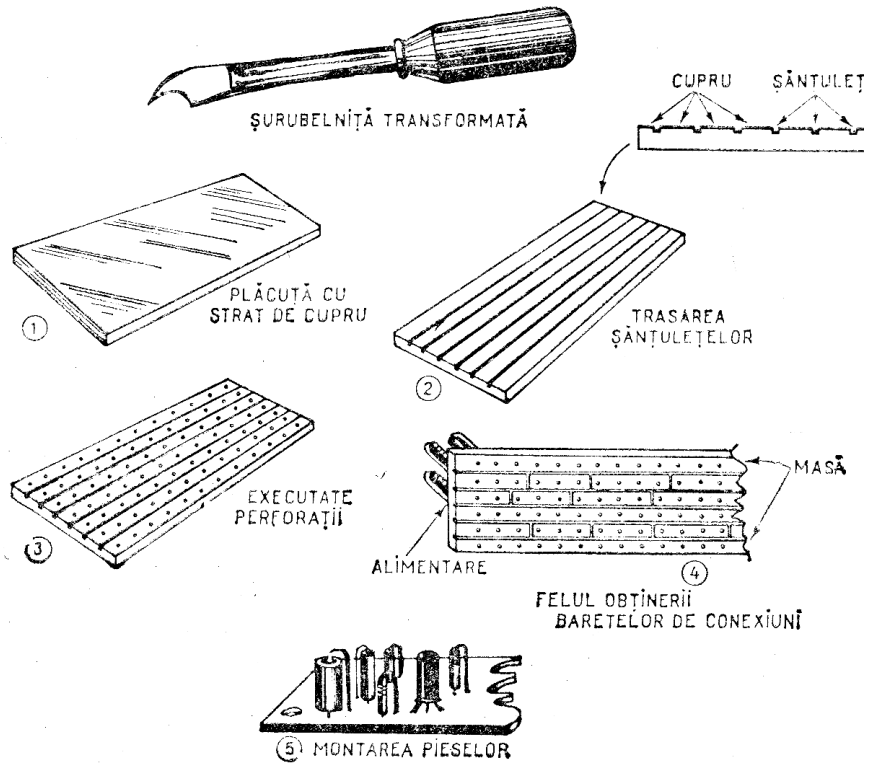


Fig. 107

cupru din canalele de separație; eventual acestea se lățesc prin trasarea cu scula de așchiere înclinată. Apoi se depune un strat de colofoniu dizolvat în alcool care ușurează operația de lipire cu cositor a pieselor. În nici un caz nu se va folosi pentru lipituri, pastă de lipit acidă, care duce la distrugerea izolației montajului, în consecință la eșecuri de neexplicat.

Așa cum se arată în figura 107, după ce se asigură legătura dintre piese, se întrerupe traseul conductor din cupru, tot cu ajutorul sculei de așchiere. Fîșia de cupru care rămîne izolată va fi folosită pentru asigurarea altor conexiuni. Se recomandă ca fîșiile laterale să servească drept legături la masă, iar conexiunea

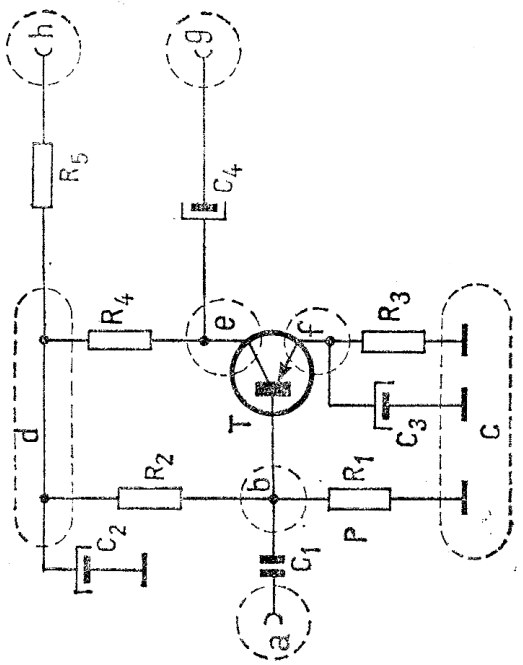
centrală să fie legată la alimentare. În caz că trebuie grupate două sau mai multe „insule" de conexiuni, se pot folosi mici bucăți de sîrmă de conexiuni care se strecoară pe partea cealaltă a montajului, printre piese. Acestea, pentru a ocupa mai puțin loc, pot fi montate în poziție verticală.

Metodă de cablaj „gravat"

Pentru efectuarea acestui tip de cablaj, sînt necesare următoarele: schema aparatului care trebuie realizat, o foaie de hîrtie, un creion și o gumă, o bucată de hîrtie carbon pentru copiat, apoi materialul de lucru propriu-zis, care este o bucată de pertinax placat cu cupru. Ca sculă, o șurubelniță transformată ca în figura 107.

În figura 108 se prezintă o porțiune dintr-o schemă și felul cum se realizează sub formă de cablaj gravat. Astfel, schema de principiu a montajului care se cere realizat, se redesenează pe o foaie de hîrtie. Se unesc într-o „insulă" conexiunile legate la un loc. Astfel conexiunea *f* din schema prezentată, reunește conexiunea emitorului cu condensatorul și rezistorul respectiv de decuplare. Pe desenul plăcii de montaj se va contura o „insulă" triunghiulară sau pătrată, așa cum s-a procedat în figură. Alături se dispune o altă „insulă", corespunzătoare altor conexiuni și așa mai departe, pînă cînd se împarte suprafața rezervată montajului în mai multe astfel de „insule". Se înțelege că despărțiturile dintre „insule" reprezintă izolație. Porțiunea cea mai mare a desenului plăcii revine conexiunii de masă, care înconjurînd „insulele" oferă o ecranare suplimentară montajului.

Avînd desenul executat, la dimensiuni 1/1, se suprapune pe foaia de pertinax placat cu cupru, intercalînd o foaie de copiat cu carbon, muiată cu alcool pe partea activă. Se trece desenul de pe schița în creion, pe foaia placată, prin urmărirea conturului cu un creion ascuțit. După trasare, conturul trecut pe placa de pertinax



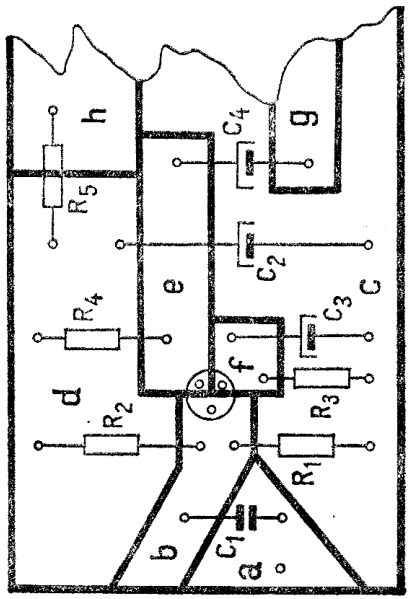


Fig. 108

placată, se va grava, cu ajutorul sculei de zgîriat, folosindu-se o riglă pentru sprijinirea sculei și rezemînd brațele pe masă, pentru precizie mai mare a mișcărilor mîinii. Prin gravare se obțin porțiunile de izolație. Operația nu trebuie exagerată, efectuîndu-se șanțuri prea adînci. Este necesară doar îndepărtarea metalului, superficială, doar cît să se vadă pertinaxul de pe suport. Lățimea liniei gravate nu trebuie să depășească 1 mm, iar lățimea minimă să fie de cel puțin 0,3 mm. Nu există riscul nici unui fel de cuplaj parazit prin conexiuni, cuplajul prin cantul lor chiar la lungimi mari paralele, nu atinge decît fracțiuni de picofarad. După gravare, se efectuează găurile de fixare a terminalelor pieselor.

Placa se șlefuiește cu șmirghel fin, apoi se pensulează cu soluție de colofoniu (sacîz) în alcool. Acest sistem de montaj, prin gravură, este foarte ușor de realizat și nu necesită folosirea unor băi chimice de corodare.

Sistem de asamblare „Tinkertoy"

În figura 109 este prezentat felul în care trebuie perforată o plăcuță de pertinax sau textolit, pentru ca în orificiile respective să poată fi plasate piese în vederea conexării lor într-un montaj oarecare. Mărimea plăcu-

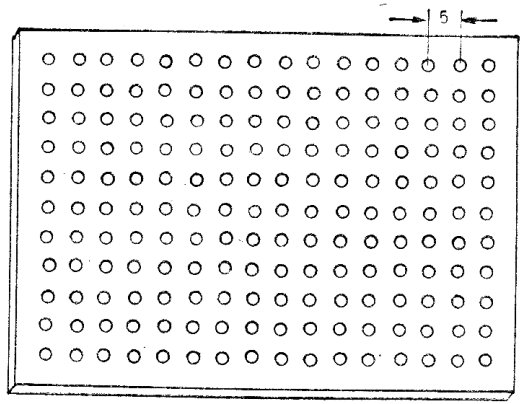


Fig. 109

ței va fi dictată de dimensiunile pieselor care se montează. Pentru realizarea practică a plăcii perforate, se ia mai întîi o bucată de material izolator corespunzător, se trasează o rețea de linii cu creionul, din 5 în 5 milimetri, atît pe verticală cît și pe orizontală. Punctele de intersecție se marchează cu ajutorul unui dorn, apoi locurile marcate se perforează cu ajutorul unei bormașini, cu un burghiu spiral de 1 mm sau maximum 1,5 mm diametru. La găurire nu trebuie să se apese bormașina, altfel găurile ies inegale ca aspect, cu bordura spartă, existînd și riscul ruperii spiralului. Pentru obținerea unor perforații optime la asemenea diametru, se recomandă folosirea unei bormașini-miniatură electrică, improvizată dintr-un motoraș de trenuleț electric, cu spiralul montat direct în prelungirea axului motorașului. Alimentarea unei asemenea bormașini se face fie de la 2...3 baterii de lanternă înseriate, fie de la un mic redresor — o diodă și un transformator de sonerie.

Pe acest sistem de placă perforată, montajul se poate face cu o foarte mare ușurință, deoarece nici nu este nevoie să fie proiectat în prealabil. Piesele se montează rînd pe rînd, după schema de principiu, fapt care cere, ce-i drept, un oarecare efort de gîndire. Dealtfel, numele acestui tip de montaj este „Tinkertoy" — adică „jucăria gînditorului". Se fixează piesele, adică rezistoarele, condensatoarele, diodele, tranzistoarele, eventualele transformatoare și bobine de o parte a plăcii, iar sub ea se fac conexiunile, folosindu-se pentru asigurare, spirale de sîrmă neizolată, care se pun peste terminalele pieselor și se cositoresc (vezi fig. 110). Deși sistemul acesta de asamblare poate nu pare a fi prea corect, în realitate este foarte practic și este foarte mult utilizat atît de unele laboratoare de cercetări, cît și în unele realizări de aparataj profesional, precum și de foarte mulți electroniști amatori.

Depanarea unui aparataj asamblat pe montaj pe plăcuță perforată este la fel de ușoară cu cea a unui cablaj imprimat. În plus, operația de asamblare a oricărui tip de montaj devine o operație deosebit de plăcută și ușor de efectuat și nu trebuie o calificare deose-

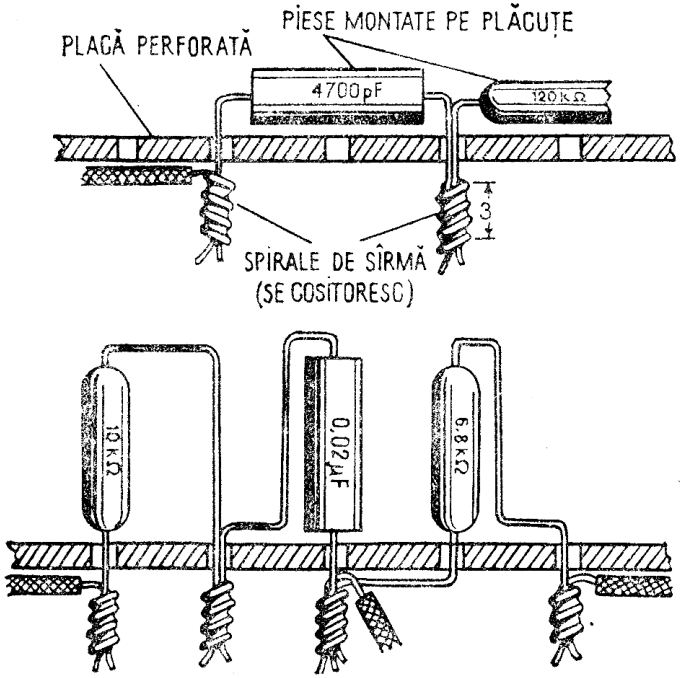


Fig. 110

bită pentru a da unui montaj o „față" prezentabilă. De asemenea, ca și la montajul cu cablaj imprimat, nu există riscul de cuplaje parazite prin conexiuni, mai ales dacă se remarcă măsura de luat, de a îndepărta cît mai mult circuitele de intrare de cele de ieșire. Dacă este cazul, se pot monta mici ecrane de tablă.

Pentru a micșora gabaritul montajului, unele piese de lungime nu prea mare se pot monta vertical; prin aceasta se obține o asamblare mai compactă. Se recomandă ca la lipirea tranzistoarelor, acestea să nu aibă capetele scurtate din considerente „estetice", ci pliate; eventual, tranzistorul, după lipire, se poate aranja înclinat sau culcat. De asemenea, pentru „sănătatea" tuturor pieselor, nu se recomandă scurtarea sub 5 mm a capetelor conexiunilor terminale; altfel, condensatoarele își deteriorează izolația, iar unele rezistoare pot să-și modifice valoarea în momentul lipirii.

Sistemul de asamblare „WRAPPING"

Un sistem de asamblare foarte rapid, care evită folosirea lipiturilor cu cositor, este sistemul denumit „Wrapping" (în l. engleză wrapp = înfășurare). Aceasta înseamnă conexiune executată cu așa-zis „fir săritor", care mai este denumită și „strap". Ideea efectuării unor asemenea conexiuni a pornit de la constatarea, destul de amuzantă, că unele montaje experimentale, executate cu „sîrme răsucite" rezistă mai mult în timp decît alte montaje, cu conexiuni cositorite; dar lucrate superficial.

Folosită pe scară din ce în ce mai mare, metoda „wrapping" își găsește aplicații atît în laboratoarele de cercetări, cît și în industrie, în montaje de automatizări, aparataj audio-vizual, receptoare de televiziune și mai ales în construcția calculatoarelor electronice, a panourilor de programare etc. Atunci cînd se lucrează în industrie cu acest sistem, se folosesc pistoale electrice speciale pentru înfășurarea sîrmelor pe un contact-suport, din tablă de oțel inoxidabil, bronz sau alamă galvanizată. Contactul-suport este decupat din tablă, cu marginile tăioase (vezi. fig. 111). Atunci cînd se

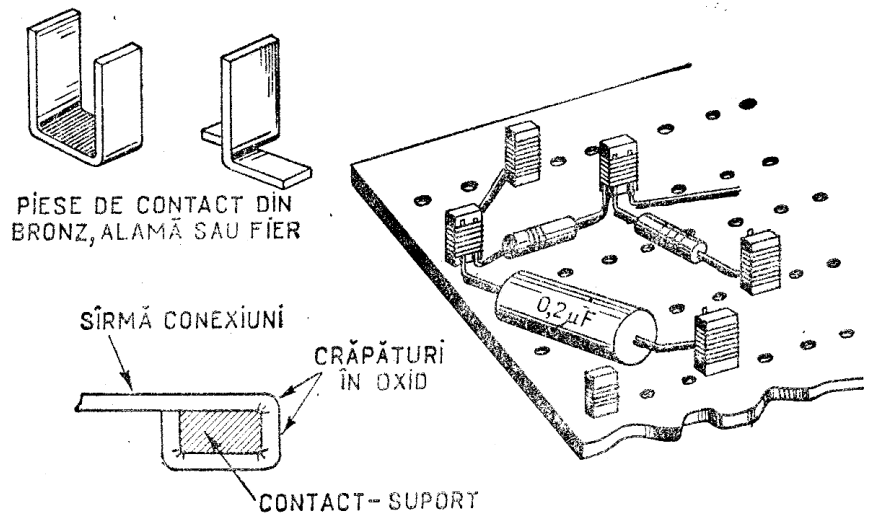


Fig. 111

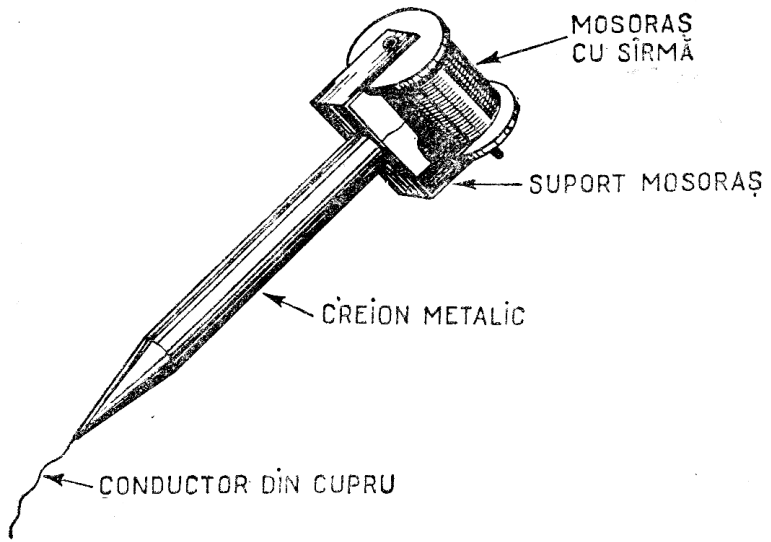


Fig. 112

înfășoară strîns sîrma de conexiune pe suport, din cauza marginilor dure, oxidul de pe sîrmă, oxid care există inerent, crapă la colțuri și contactul intim între sîrmă și suport este pe deplin asigurat. Deși pare nesigur, totuși acest sistem de asamblare pare unul din cele mai fiabile întîlnite în practică; în plus, la asamblarea semiconductoarelor, și a altor piese termosensibile, se evită încălzirea lor.

În practica amatorilor, se poate folosi un dispozitiv simplu, ca cel din figura 112, alcătuit dintr-o tijă metalică, găurită în interior și ascuțită la un capăt ca un creion, care are fixat la celălalt capăt un suport pentru un mosoraș, pe care se înfășoară sîrma cu ajutorul căreia se fac conexiunile. Dispozitivul se poate improviza dintr-un pix vechi și cîteva bucățele de tablă. Tot din tablă, groasă de 0,5...1 mm grosime, cu o lățime de 2...5 mm se decupează piesele de contact. Sîrma folosită pentru conexiuni va fi sîrmă „blanc" — fără izolație — de 0,2...0,5 mm diametru. Se poate folosi, cu rezultate foarte bune, sîrmă de bobinaj izolată cu poliuretan (dar nu cu alt tip de izolație). Poliuretanul cade de pe

sîrmă, cînd aceasta este înfășurată strîns, astfel încît contactul este bine asigurat. În rest, montajul se realizează pe plăcuță perforată.

Conexiuni ecranate

Anumite conexiuni din interiorul amplificatorului de audiofrecvență trebuie ecranate, pentru că ele pot culege cîmpuri electrice parazitare, mult mai puternice decît semnalul electric relativ slab care trece prin ele. De asemenea, trebuie ecranate conexiunile de intrare și depărtate cît mai mult de cele de ieșire, pentru a evita cuplajele parazite între intrare și ieșire care pot genera fluierături și instabilitate, mărirea zgomotului de fond și uneori chiar defectarea amplificatorului.

O mare parte din rolul de ecran îl are caseta metalică precum și dispunerea unor ecrane din metal magnetic între transformatorul de rețea și unele părți sensibile ale montajului (în caz că nu se poate face o construcție mai „aerisită"), dar, obligatoriu, toate conexiunile mai lungi de 2 cm, legate de intrarea amplificatorului, trebuie ecranate. Cum în majoritatea cazurilor este vorba de conexiuni ecranate pentru curenți foarte slabi, amatorul își poate improviza singur conexiunile, ca în figura 113. Pentru aceasta, se ia o bucată de sîrmă izolată cu polivinil, cu conductorul din interior de 0,3...0,5 mm

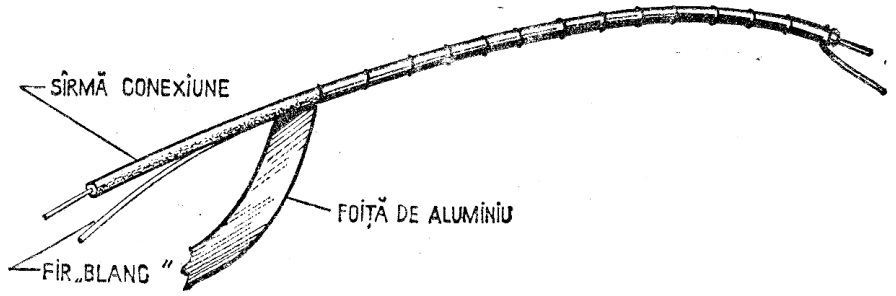


Fig. 113

diametru, se bobinează pe întreaga lungime, cu spire foarte largi, o bucată de sîrmă fără izolație, de același diametru — sîrmă „blanc" — și pe deasupra celor două sîrme, se rulează foiță de aluminiu, de la un condensator desfăcut, sau de la un pachet de ciocolată (fără hîrtie, numai metalul) sub formă de fîșie de 2...5 mm lățime, bobinajul făcîndu-se cît mai strîns. În caz că foița de aluminiu nu este destul de lungă pentru a acoperi toată zona dorită a fi ecranată, se pune în continuare altă foiță, avînd grijă ca cele două foițe să se acopere parțial, pentru un contact cît mai bun. Pentru ca acest cablaj să aibă aspect îngrijit, el se poate acoperi cu un tub izolator din plastic colorat. Firul „blanc" se leagă la masă.

Confecționarea casetelor mecanice

În figura 114 se prezintă felul cum poate fi confecționată o casetă destinată unui amplificator de mică putere. Materialul folosit este tabla de aluminiu de 1...2 mm grosime, care poate fi ușor prelucrată, sau tabla de fier de maximum 1,5 mm grosime, neagră sau cositorită. Este adevărat că o tablă mai subțire, de 0,5 mm, poate fi mai ușor de prelucrat în ambele cazuri, dar construcția nu va avea suficientă rigiditate.

Datele din figură, notate în milimetri, convin, așa cum s-a mai spus, unui amplificator de mică putere. Cotele privind găurile pentru potențiometre și pentru mufele din spate, nu sînt identice deoarece ele pot diferi de la caz la caz. Este evident faptul că la dimensiunile date o asemenea casetă poate satisface necesitățile de asamblare a unui foarte mare număr de aparate electronice de măsură (de laborator), amplificatoare, alimentatoare, chiar radioreceptoare, prezentînd suficient spațiu. Cotele pot fi schimbate, de la caz la caz, în funcție de gabaritul construcției. De exemplu, pentru un mic preamplificator, care trebuie bine ecranat, o plăcuță de montaj imprimat de 20×50 mm va fi adăpostită într-o

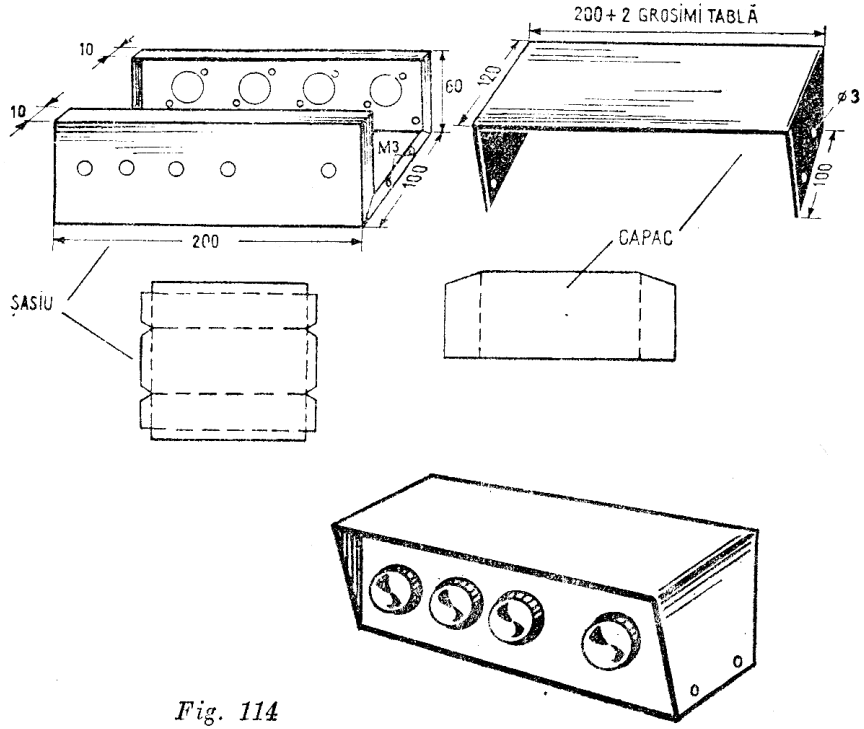


Fig. 114

casetă miniatură, confecționată din tablă de fier de 0,35... 0,7 mm grosime. Un amplificator stereo de mare putere va avea o casetă de dimensiuni mult mai mari; de asemenea, se va folosi tablă de grosime mai mare și, la nevoie, se vor fixa unele piese de întărire a șasiului, ca în figura 115. Astfel, la colțuri se fixează, prin nituire, colțare triunghiulare, din tablă de aceeași grosime, fiind necesare 4 bucăți. Două întăriturii în format de șină L, nituite, de asemenea, asigură rigiditatea șasiului. O eventuală despărțitură poate fi asigurată de o placă de tablă, de asemenea nituită, care contribuie la rigiditatea ansamblului. Despărțirea în două compartimente a șasiului este deosebit de importantă la amplificatoarele de mare putere. Pe porțiunea din dreapta se montează transformatorul de rețea, piesele redresorului și even-

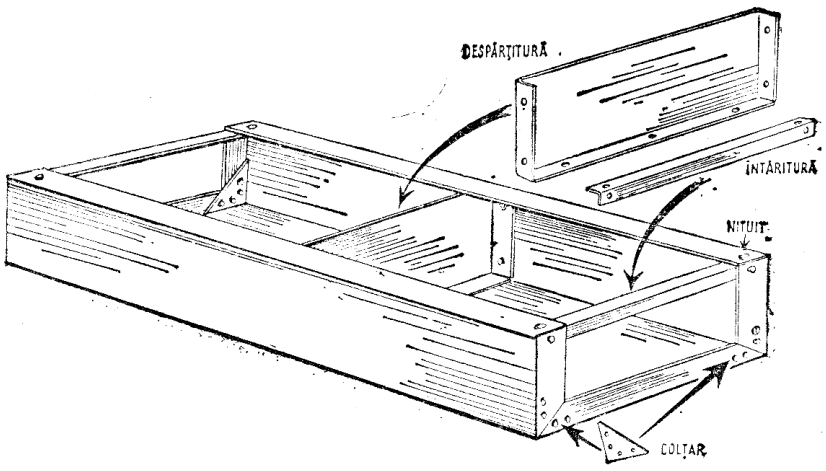


Fig. 115

tualul stabilizator de tensiune, iar în dreapta, amplificatorul propriu-zis. Placa de despărțire servește drept ecran suplimentar între transformatorul de rețea și restul montajului. De aceea, se recomandă folosirea unei plăci de ecranare din tablă de fier. Placa de despărțire ar putea fi folosită și ca radiator termic pentru tranzistorul de putere al alimentatorului, dar în acest caz se recomandă fie înlocuirea plăcii de despărțire de fier cu una din aluminiu, alamă sau cupru, fie dublarea plăcii de fier, cu unul din materialele de mai sus, astfel ca să se asigure atît ecranarea electromagnetică, cît și răcirea eficientă a tranzistorului de putere. Pornind de la aceeași idee, se poate obține o suprafață foarte mare de răcire, a întregii casete, care poate contribui din plin la rolul de radiator termic pentru toate tranzistoarele de putere din montaj. Metoda este foarte ingenioasă și economică, pentru că un spațiu deosebit de mare era rezervat, de obicei, tocmai folosirii unor radiatoare.

În figura 116 se arată cum se fixează pe spatele șasiului de montaj cele patru tranzistoare necesare etajelor finale stereo, iar mufele de intrare și de ieșire pentru difuzoare, se montează pe o placă separată din tablă

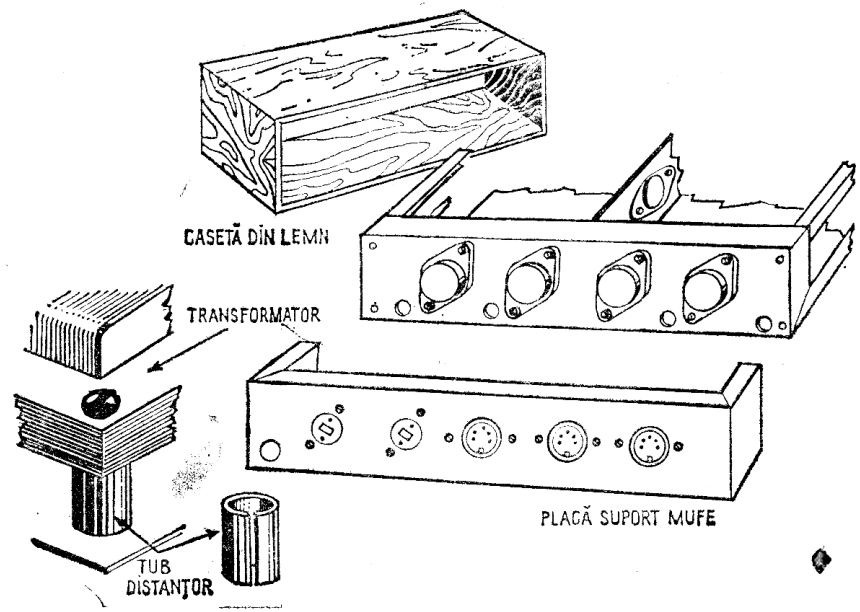


Fig. 116

de aluminiu sau fier, care se fixează la rîndul ei, cu ajutorul a patru șuruburi, pe spatele șasiului. Astfel, tranzistoarele finale își transmit căldura întregului șasiu; dar nu pot fi atinse.

Pentru mărirea eficienței transmiterii de căldură, este bine ca partea din spate a șasiului să fie dublată cu o placă de tablă de aluminiu, de cca 2...5 mm grosime. Bineînțeles, tranzistoarele de putere se montează izolat, cu ajutorul unor foițe de mică și a unor șaibe din material izolant. Pentru un contact termic optim, între plăcuțele de mică, tranzistoare și șasiu se pune un strat subțire de ulei de parafină sau de ulei siliconic. Eventualul tranzistor de putere al stabilizatorului de tensiune se montează pe regleta metalică despărțitoare a șasiului. Bineînțeles, și în acest caz tranzistorul se montează izolat.

Confecționarea unor asemenea casete metalice nu ridică nici un fel de probleme. În caz că nu se dispune de o bucată de tablă destul de mare pentru a confecționa

prin îndoire șasiul sau capacul respectiv, se pot folosi bucăți separate, care se nituiesc sau se prind cu șuruburi. Decuparea se face cu ajutorul unei dălți și al unui ciocan. Materialul eventual bombat se redresează cu ajutorul unui ciocan de lemn, pentru a nu lăsa urme. După croire și decuparea orificiilor necesare, se rectifică cu pila eventualele neregularități. Se pliază și, înainte de fixarea pieselor, se finisează suprafața atît a șasiului, cît și a capacului. În cazul unei realizări din tablă neagră de fier sau zincată, se vopsește cu o vopsea nitrocelulozică. În cazul tablei de aluminiu, se poate fie vopsi, fie satina suprafața, prin scufundarea bucăților de tablă în soluție concentrată de sodă caustică și clorură de sodiu. Operația trebuie efectuată în aer liber, pentru că se degajă o mare cantitate de clor, deosebit de periculos pentru plămîni.

O altă metodă atractivă de prezentare este frecarea suprafeței aluminiului cu un burete din sîrmă de oțel (folosit pentru curățarea vaselor), în cercuri concentrice, fie manual, fie fixînd buretele (sau un mic sul de șmirghel cu granulație mare, sau chiar piatră mică de polizor) în dispozitivul universal al unei bormașini mecanice sau electrice.

În unele cazuri, amatorul dorește să prezinte amplificatorul într-o casetă de lemn. Soluția este foarte simplă: șasiul se confecționează la fel, din metal, iar drept capac se folosește o casetă, făcută din patru bucăți de scîndură sau placaj, în care glisează șasiul, ca în figura 116. Finisarea se face după gust, mat, cu lustru sau colorat.

Sub cutie, fie că este confecționată în întregime din metal, fie cu înveliș de lemn, se recomandă montarea a patru pufere de cauciuc, pentru a asigura o bună circulație a aerului, precum și pentru a evita zgîrierea mobilierului.

În cazul cutiilor din lemn, pentru a asigura răcirea tranzistoarelor finale, din cauza lipsei capotei metalice — care prelua o mare cantitate de căldură —, trebuie să se prevadă radiatoare suplimentare cu aripioare, orificii de răcire chiar în cutia de lemn și eventual prin șasiu. De aceea, este preferabil ca la amplificatoarele stereo cu putere mai mare de 2×10 W, cutia să fie confecționată numai din metal.

Fixarea tranzistoarelor finale pe spatele șasiului amplificatorului se va face, așa cum s-a arătat mai sus, numai cu folosirea unei reglete suplimentare de metal pentru bornele conectoare, pentru evitarea unei atingeri accidentale a tranzistoarelor finale de alte obiecte metalice, conductoare sau aparate.

Fixarea unor transformatoare pe șasiu poate fi făcută cu distanțoare metalice, prin tuburi de metal, de aluminiu, de pildă, obținute prin rularea unor bucăți de tablă de aluminiu, pe partea netedă a unui burghiu spiral (vezi fig. 116). Tot cu asemenea distanțoare se pot egaliza bucșele axelor potențiometrelor, de fabricație diferită.

Panoul decorativ

Peste orice tip de panou de comandă descris în lucrarea de față, se poate aplica un panou decorativ, pentru a masca șuruburile și piulițele de fixare de pe panoul de comandă, precum și pentru a da, prin inscripții lapidare, lămuriri asupra rolului unor reglaje (vezi fig. 17).

Din ce se poate confecționa un panou decorativ? Materialele cele mai diverse sînt la dispoziție. De pildă, panoul poate fi executat din tablă de aluminiu lucioasă. Se execută decupajele necesare, apoi inscripțiile se fac — așa cum se procedează la desenarea montajelor executate în cablaj imprimat — cu smoală dizolvată în benzină. Placa se pune la corodare într-o soluție concentrată de sodă caustică și sare de bucătărie. Operația se execută în aer liber. După 15....25 minute, în funcție de efectul dorit, placa se scoate din soluție și după o spălare de cîteva minute în apă curgătoare, smoala se îndepărtează prin spălare cu un tampon muiat în benzină sau neofalină. Rezultatul va fi o placă indicatoare

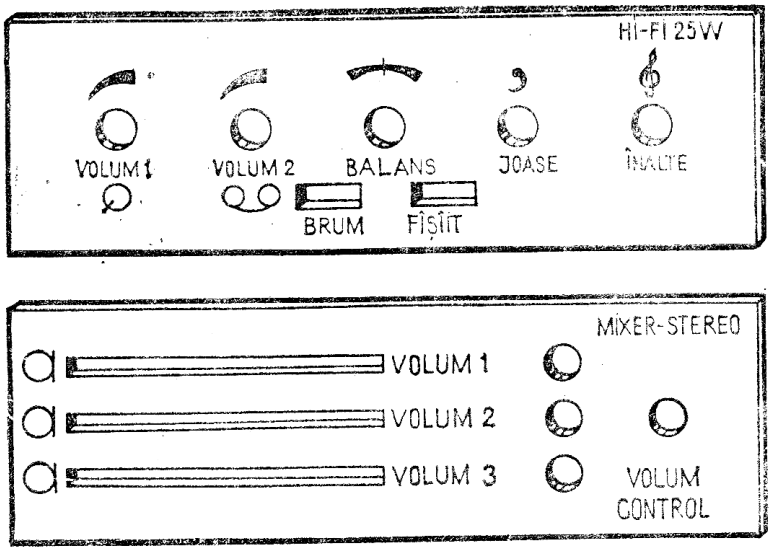


Fig. 117

satinată, pe care indicațiile apar în relief, în caractere lucioase. Satinarea poate fi colorată după dorință, deoarece aluminiul poros absoarbe foarte bine culorile de anilină. După eventuala colorare, pentru protecție, placa va fi acoperită cu lac incolor.

O altă metodă ar fi folosirea unei plăci de circuit imprimat, pe care inscripțiile se fac tot cu smoală dizolvată în benzină. Corodarea se face, ca la orice cablaj imprimat, în soluție de perclorură de fier (clorură ferică) sau în amestec de acid clorhidric și perhidrol. După corodare, spălare și îndepărtarea lacului de bitum, pe placa de pertinax se obțin caractere în cupru, în relief. Literele și cifrele pot fi eventual cositorite — cu o cantitate foarte mică de cositor — pentru a lăsa impresia de caractere nichelate. Locul rămas liber poate fi lăsat ca atare sau poate fi colorat cu lac nitrocelulozic. Cu aceeași metodă se pot face panouri din metale diverse — cupru, zinc —, folosind aceeași procedură. Timpul de corodare al plăcilor diferă și trebuie verificat experimental.

Alte panouri pot fi executate pe material plastic opac. După pregătirea panoului, el se polizează cu șmirghel fin și apoi se fac inscripțiile necesare cu tuș negru sau tușuri (cerneluri) colorate. Pentru fixarea culorilor, se pulverizează peste placă tiner, care dizolvînd un strat subțire la suprafață, fixează culorile sub o crustă de plastic.

Panoul decorativ poate fi executat și din plexiglas sau polistiren transparent. Indicațiile în acest caz se pot face pe spatele plăcii, la fel, după ce placa a fost erodată cu șmirghel fin. După scrierea indicațiilor cu tuș negru, panoul se vopsește în întregime, pe spate, cu vopsea albă, care trebuie să fie de ulei, pentru a nu dizolva indicațiile scrise. În caz că se folosește vopsea nitrocelulozică mult diluată, placa de plexiglas capătă un aspect granulat, marmorat. În cazul scrierii cu alb de titan sau bronz de aluminiu, placa poate fi vopsită, bineînțeles tot pe spate, cu o vopsea de culoare închisă. Nuanțe interesante pot fi obținute prin amestecul unor vopseli nitrocelulozice cu bronz de aluminiu; amestecul trebuie însă foarte bine făcut, să fie omogen, altfel vopsirea iese în dungi.

O metodă interesantă de scriere pe o placă de plexiglas sau polistiren este următoarea: placa se erodează ușor prin frecare cu șmirghel fin sau praf de cretă. Apoi, toată placa se acoperă pe partea erodată cu soluție de cauciuc (pentru lipit camere de bicicletă). Se aleg inscripții din ziare sau reviste vechi, combinînd eventual diverse porțiuni de hîrtie cu litere. Aceste inscripții se ung pe față cu soluție de cauciuc, apoi, după o ușoară zvîntare a lor, se presează pe placa decorativă, pe locul unde trebuie să se afle. Se lasă placa cu toate inscripțiile să se usuce cel puțin cîteva ore, apoi placa se introduce într-o cuvă cu apă, în care s-a adăugat și puțin oțet. După circa o jumătate de oră, timp în care hîrtia s-a muiat, se dezlipește hîrtia de pe placa transparentă. Așa cum se procedează în cazul „abțibildurilor", textul rămîne fixat pe placă. După uscarea plăcii, se aplică un lac colorat pentru ca literele să iasă mai bine în relief.

În cazul panourilor decorative, un rol interesant îl are folosirea unor beculețe de semnalizare, sau chiar zone colorate ale panourilor, plasînd în spate diverse beculețe. Construcțiile moderne folosesc diode luminescente, care de-abia se observă. În cazul construcțiilor de amator se vor monta beculețe, care, pentru a avea o durată mai mare, se recomandă să fie folosite la tensiuni mai mici decît cele nominale. De pildă, un bec de 6 V se va folosi la 5 V sau 4 V, asigurînd lumină suficientă și avînd o durată de cîteva zeci de mii de ore. Se pot folosi beculețe pentru trenulețele electrice, de gabarit mic, de asemenea la o tensiune redusă.

În caz că pe panoul decorativ se montează instrumente de măsură, ca VU-metre sau modulometre, este util ca și cadranul acestora să fie iluminat tot cu ajutorul unor beculețe miniatură, strecurate în interiorul instrumentului, alimentate redus. Pentru un aspect atractiv, se recomandă culorile verde sau albastru. În cazul unui bec-pilot, culoarea roșie este cea mai potrivită.

Despre... difuzoare

În cursul exploatării, uneori, cîte un difuzor se poate defecta. Nu în toate cazurile amatorul poate să execute operații de remediere a defectului; de multe ori chiar persoane foarte calificate în repararea de difuzoare, nu pot asigura funcționarea optimă a difuzorului reparat, așa cum a fost produs de fabrică. Totuși, în limita posibilităților, unele reparații mai simple pot fi ușor efectuate și dau satisfacție.

Difuzor întrerupt. Se verifică cu ajutorul unui ohmmetru sau al unei baterii înseriate cu un beculeț, starea cablului de legătură, începînd cu mufa de racord, unde poate exista o conexiune defectuoasă. În caz că proba arată integritatea cablului, se verifică dacă conexiunile flexibile dintre bornele difuzorului și bobina mobilă nu sînt cumva întrerupte. Se reface lipitura desfăcută. În caz că

se constată oxidarea sau ruperea conexiunilor flexibile, se trece la înlocuirea lor cu un mănunchi de liță, alcătuit din sîrmă de bobinat cu diametrul de cel mult 0,07 mm, cu 7... 15 fire puse în paralel, în mănunchi ușor răsucit. Sîrma respectivă fiind emailată, se arde la capete, se curăță cu șmirghel fin și se cositorește pe locul curățat, uniform. Apoi se lipește conexiunea respectivă, lăsîndu-se disponibilă o lungime destul de mare de liță, cît să nu frîneze mișcarea membranei, chiar la maximum de deplasare a acesteia. La repunerea în incintă, se respectă sensul inițial de branșare, pentru o fazare corectă.

Membrană ruptă. În cazul unor mici rupturi ale membranei, acestea pot fi reparate cu ajutorul soluției de cauciuc (pentru lipirea camerelor de bicicletă). Se unge fiecare parte a porțiunii care trebuie lipită cu soluție de cauciuc în care s-a amestecat eventual puțin diluant, de exemplu, benzină ușoară, pentru mărirea fluidității. Amestecul se poate face într-o ceșcuță de porțelan sau într-un capac de polietilenă. Cu ajutorul unei pensule fine se ung bordurile rupturii, se lasă să se usuce puțin, apoi se ung din nou și se presează una peste alta cu ajutorul unor bețișoare de lemn și al unei pensete. Lucrarea trebuie efectuată cu răbdare, cu atenție, curat. După lipire, difuzorul se lasă în repaus cel puțin opt ore. Cu alte cuvinte, dacă lipirea se face seara, repunerea în funcțiune se poate face a doua zi. În cazul lipsei unor bucăți din membrană, este mai bine să se procedeze la înlocuirea întregii membrane cu una originală, operație care este preferabil să fie executată într-un atelier specializat. La limită, în caz că nu se alege această metodă, se poate încerca completarea membranei cu bucăți de hîrtie sugativă sau de filtru, lipită tot cu soluție de cauciuc, lucrîndu-se cu atenție pentru a nu deforma membrana și a nu descentra difuzorul. Vopsirea porțiunii lipite se poate face tot cu soluție de cauciuc diluată, în care se introduce o cantitate mică de negru de fum. În caz că gofrajul de pe marginea membranei este plesnit, reparația se face la fel. Cu atenție și răbdare, un difuzor, chiar aparent total distrus, ca aspect al membra-

nei, poate fi refăcut, uneori cu rezultate foarte bune. Nu se va folosi alt liant în locul soluției de cauciuc.

Membrană slăbită. În urma unei folosiri intensive, mai ales la maximum de putere, unele membrane au tendința de a deveni „moi". O membrană moale nu mai este capabilă să aibă performanțele unei membrane noi și randamentul difuzorului scade. Operația de reîntărire a membranei este destul de delicată. Ea constă din pensularea membranei cu soluție foarte diluată de cauciuc, porțiune cu porțiune, circular, începînd de la centru spre margine. După o uscare de o zi, se încearcă difuzorul. În caz că membrana este încă prea moale, operația de impregnare cu soluție de cauciuc se poate repeta, dar cu atenție, moderat. O membrană prea tare, nu mai are suficientă elasticitate pentru a reproduce bine frecvențele joase, capătă rezonanțe parazite, zbîrnîituri.

Magnet slăbit. Este un caz foarte rar, rezervat mai ales difuzoarelor mici, de mică putere, cu magnet de ferită. Pentru remagnetizare trebuie desfăcut cu atenție magnetul, în caz că poate fi desfăcut, și se încredințează unui atelier care posedă o instalație specială pentru magnetizare, fie de magneți de difuzor, fie de magneți pentru dinamuri auto sau magnetouri. După aceea, se remontează și se centrează difuzorul. La montare se verifică fazarea, care poate s-a schimbat. Improvizațiile făcute de amatori pentru magnetizare nu dau rezultatele scontate; trebuie folosite instalații de forță. Mai folositor este să se treacă la înlocuirea difuzoarelor incriminate cu difuzoare de putere mai mare, cu magnet metalic, care au un randament mai bun în instalațiile de redare de înaltă calitate.

Îmbunătățirea redării frecvențelor joase. Unele difuzoare vechi de diametru foarte mare, de 25... 40 cm, au cîteodată membrana prea rigidă, mai ales suspensia elastică de pe margine este prea tare. Amatorul poate încerca tăierea suspensiei gofrate de pe margine și coaserea în loc a unei fîșii de piele de căprioară, care va avea rol de suspensie elastică, cu o lățime de cel puțin 2 cm. Locul coaserii de membrană se va pensula cu soluție de cauciuc, evitîndu-se atingerea în rest a noii suspensii cu

soluție. Lipirea de carcasă, de asemenea, se va face cu soluție groasă de cauciuc, pe cercul de metal al suportului, zgîriat în prealabil pentru a avea o bună aderență. Această operație poate fi executată doar de amatori cu deosebită îndemînare, pentru ca difuzorul să nu fie iremediabil distrus. Transformarea dă mai totdeauna posibilitatea extinderii redării frecvențelor joase, cu circa o octavă mai jos, față de construcția originală.

Transformarea difuzoarelor vechi. Unele difuzoare vechi, dinamice, cu magnet permanent, care posedă sistem de centrare tip vechi, cu spider central, pot fi modificate pentru folosire în instalațiile de înaltă fidelitate. Sistemul de spider trebuie desfăcut, montîndu-se un spider lateral, tip burduf, din pînză cauciucată, gata montată pe un suport de centrare. Operația cere bineînțeles desfacerea difuzorului, care trebuie făcută cu atenție. Pentru aceasta, se desfac piesele de carton sau pîslă, de distanțare, existente pe marginea difuzorului. Se umezește marginea membranei cu tiner sau acetonă, pentru ca desfacerea lipiturii să nu ducă la sfîșierea cartonului membranei. Folosind un briceag, se dezlipește cu atenție membrana de pe marginea de metal a carcasei difuzorului. Apoi, se desface șurubul piesei de centrare, se dezlipesc conexiunile care duc de la bobina mobilă la bornele difuzorului și se extrage membrana. Se verifică felul cum arată locul din spatele membranei, ce fel de piesă de centrare tip burduf s-ar putea potrivi. La nevoie, această piesă burduf, de dimensiuni care convin scopului, poate fi procurată ca piesă de schimb gata montată cu o bobină mobilă și o membrană de alte dimensiuni. Se detașează de pe membrana nou procurată, inutilă pentru reparație și se lipește pe spatele membranei, în jurul bobinei mobile. Se fac probe înainte de lipirea definitivă, pentru a vedea dacă bobina mobilă ajunge la locul ocupat înainte, montîndu-se eventual, pentru calare, discuri din preșpan, lipite cu celolac sau soluție de cauciuc. Asamblarea difuzorului se face prin lipire. Pentru reușita centrării, care se face manual, difuzorul se conectează la ieșirea unui amplificator.

Operația de centrare se face „pe muzică", mișcîndu-se cu degetele, cu atenție, rama piesei de centrare unsă în prealabil cu clei de cauciuc, pînă cînd audiția este clară, tipică pentru un difuzor centrat. Se menține un timp piesa de centrare presată cu degetele, apoi se lasă să se usuce cel puțin o zi. În caz că, accidental, s-a produs o descentrare, se refăce operația de centrare, prin dezlipire și lipire la loc. Bineînțeles, piesa veche de centrare, din pertinax, se desface și eventual în locul ei se lipește o rondelă de hîrtie sugativă sau pîslă, pentru protecție împotriva prafului și piliturilor de metale magnetice.

Folosirea difuzoarelor cu electromagnet. Unii amatori posedă difuzoare de construcție mai veche, de diametru mare, care, în loc de magnet permanent, obțin fluxul magnetic din intrefierul unde se află bobina mobilă, printr-un electromagnet. Tensiunea necesară era obținută din redresorul aparatului de radio de unde provin. Prin acest procedeu se obține un flux magnetic deosebit de puternic, cu o audiție de calitate a frecvențelor foarte joase. Aceste difuzoare pot fi folosite și în instalațiile moderne de înaltă calitate, cu condiția asigurării tensiunii de alimentare a bobinajului de excitație a electromagnetului. Pentru aceasta, un asemenea difuzor se alimentează printr-un mic redresor, direct de la rețea. Se folosește o diodă cu germaniu sau siliciu, de putere, care să asigure cel puțin un curent de 100 mA, la o tensiune inversă de cel puțin 400 V, de exemplu, o diodă D 226 sau F 407. Un rezistor bobinat, cu cursor, de 1... 2 kΩ/10...20W, limitează curentul care parcurge înfășurarea de excitație. Filtrarea curentului este asigurată de un condensator electrolitic de 8...100 μF/350... 450 V. La montarea pieselor se vor respecta polaritățile de branșare ale diodei și condensatorului, altfel condensatorul poate exploda. Montajul se va executa îngrijit și bine izolat, pe o plăcuță izolată de plastic, lemn sau carton gros, pentru evitarea unei electrocutări accidentale. Pentru reglarea curentului care parcurge bobina de excitație, se leagă în serie cu alimentatorul un miliampermetru și se reglează poziția cursorului rezistorului bobinat pentru a obține pe scala instrumentului de măsură o indicație în jurul a 50 mA, pentru un difuzor de 1..5W, sau o indicație dublă în cazul unui difuzor de putere mai mare.

Se caută pe cît posibil obținerea unei magnetizări destul de puternice, fără încălzirea excesivă a bobinei de excitație, deci un compromis.

Centrarea difuzorului. Este operația cea mai curentă în reparațiile de difuzoare. Difuzorul se desface de pe panoul incintei acustice, se alimentează bobina mobilă cu audiofrecvență, fie cu frecvență fixă, la 400... 1000 Hz, fie cu un program muzical care nu are salturi prea mari de dinamică. Se desfac șuruburile de prindere ale piesei de centrare — burduf — și se trece la deplasarea ușoară, laterală a piesei de centrare, folosindu-se vîrfurile degetelor. Centrarea se manifestă prin dispariția zbîrnîiturilor din audiție și cîștig în claritate, cu redare plină, a frecvențelor joase. Pentru difuzoarele cu centrare lipită, metoda a fost arătată mai sus. După operația de centrare, continuîndu-se audierea programului muzical, se fixează șuruburile piesei de centrare, pe rînd, parțial, rotativ, pînă la strîngere totală.

Despre... picup

Fonocaptoare

Cunoscute mai mult sub denumirea de doze de picup, fonocaptoarele sînt traductoare electromecanice care transformă modulația din șanțurile discurilor în semnale electrice, care sînt apoi amplificate și redate în difuzor.

Pentru a răspunde unor înalte exigențe în privința calității și durabilității, fonocaptoarele, ca principiu, se produc în două mari clase de funcționare; fonocaptoare cu cristal sau piezolectrice și fonocaptoare electromagnetice.

Fonocaptoarele cu cristal transmit vibrațiile vîrfului de redare (ac lector) la un element piezoelectric bi-

morf — alcătuit din două lamele piezoelectrice lipite între ele — care, sub influența impactului mecanic, dau semnale electrice avînd frecvența și amplitudinea proporțională cu deplasările vîrfului. În figura 118 a este prezentată construcția unei doze monofonice, iar în figura 118 b, construcția unei doze stereofonice, în care se remarcă existența a două cristale, așezate în unghi de 90°, fiecare opus versantului șanțului de pe disc, ale cărui vibrații le traduce în audiofrecvență. Cuplajul cu vîrful care citește informația de pe disc se face cu ajutorul unei piese de plastic moale sau cauciuc, iar vîrful de redare, la rîndul lui, este centrat și suspendat cu ajutorul unei piese tot din plastic sau cauciuc, de obicei un manșon miniatural.

Cristalele piezoelectrice cele mai folosite sînt: sarea Seignette, sarea Rochelle (tartrat dublu de aluminiu și potasiu) și azotatul de amoniu. Deși prezintă foarte bune calități piezoelectrice, aceste cristale au un mare neajuns: sînt higroscopice și foarte casante. Cu tot stratul de lac depus pe cristal, acesta are o durată limitată de funcționare normală. La dozele stereofonice, mai ales, unde fiecare canal este martor pentru celălalt, defectul poate fi ușor observat. De aceea, se preferă folosirea unor alte tipuri de piezotraductoare și anume cele din material ceramic. Se folosește, de obicei, titanatul de bariu care prezintă o foarte mare fiabilitate și care este

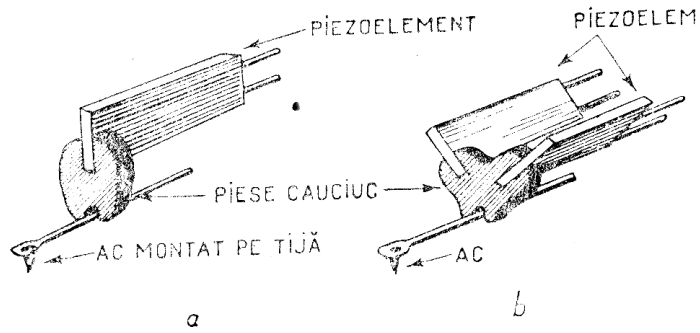


Fig. 118

întîlnit în majoritatea dozelor moderne cu cristal. Doza cu cristal, fie cu sare Seignette, fie ceramică, cere o rezistență de sarcină foarte mare, de ordinul megaohmilor, altfel redarea frecvențelor joase este mult atenuată. Pentru aceasta, la aparatura cu tranzistoare unde, de obicei, impedanța de intrare este destul de mică, se obișnuiește să se înserieze cu doza de picup un rezistor adițional, de adaptare, de 0,5... 2 MΩ, sau se construiește primul etaj de amplificare pe schemă de repetor pe emitor, montaj care prezintă o impedanță mare de intrare. În privința calității dozelor cu cristal, părerile sînt împărțite. Există doze excelente, de construcție modernă, (fig. 119), așa cum există doze de performanțe slabe, cu cristale, mari ca dimensiuni, rezonînd (adică „zbîrnîind") undeva în mijlocul plajei de reprodus, cu piese rigide de centrare, care frînînd acul de reproducere, duc la distrugerea înregistrării.

Alt tip de fonocaptor este cel magnetic. După felul de funcționare, pot fi remarcate patru tipuri de bază,

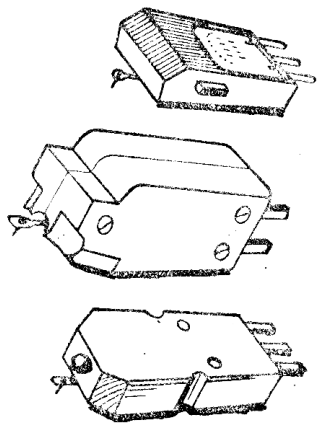


Fig. 119

arătate în figura 120. Astfel, în figura 120 a, este așa-zisul tip de fonocaptor cu reluctanță controlată. Constructiv, este format din două bobine plasate pe două piese polare care culeg variațiile de flux magnetic, produse de vibrația unei palete de fier moale, solidară cu acul de citire al dozei și le transformă în semnale electrice. Cele două

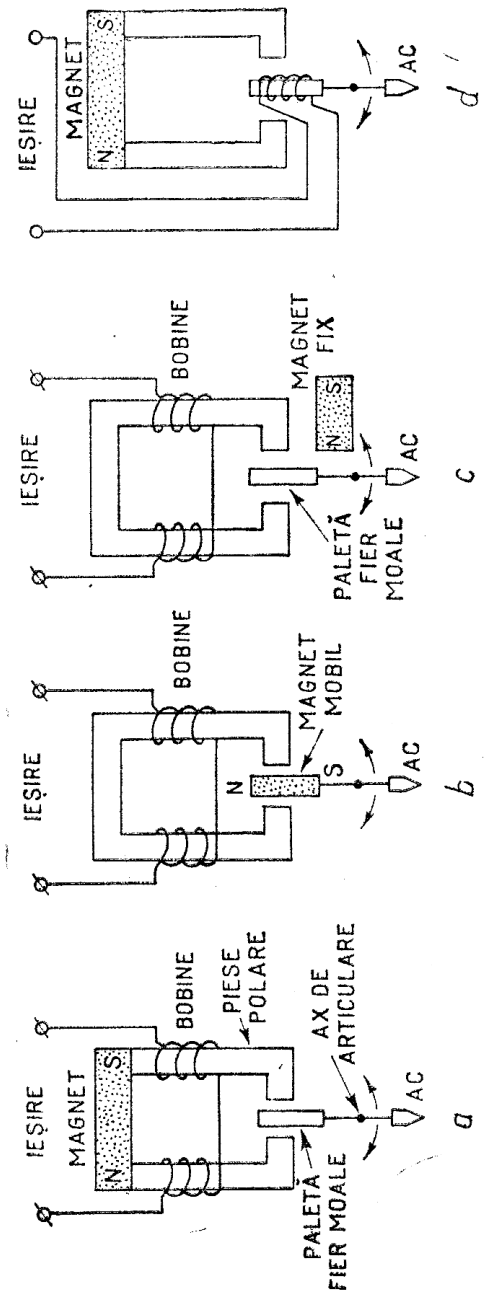


Fig. 120

bobine sînt înseriate în fază, pentru a da la ieșire o tensiune cît mai mare. Un magnet solidar cu piesele polare servește ca sursă de cîmp magnetic.

Al doilea tip de fonocaptor, cel din figura 120 b este de tipul cu magnet mobil. Se întîmplă același fenomen ca și în cazul precedent, dar paleta este, de data aceasta, un magnet. Pentru obținerea unor fluxuri magnetice puternice, la dimensiuni miniaturale ale magnetului, a fost necesar să se folosească aliaje magnetice speciale, de tip alnico, magnico sau aliaje cu samariu.

Mult mai simplu este sistemul de inducere a cîmpului magnetic din figura 120 c, care arată tipul de fonocaptor cu magnet inductor. Este vorba de un mic magnet, plasat în corpul de plastic al dozei, deasupra acului lector, a cărui tijă și paletă trebuie să fie confecționată din fier moale. Dimensiunea magnetului nu mai ridică probleme; deși doza are un gabarit rezonabil, ea poate fi echilibrată prin brațul de picup, cu o contra greutate.

Ultimul tip de doză, din figura 120 d, este un tip așa-zis dinamic, cu bobină mobilă. Este formată dintr-un magnet permanent și piese polare, ca și la prima construcție; dar pentru a obține semnale electrice, o bobină mobilă, solidară cu acul lector, vibrează în liniile de forță magnetică dintre piesele polare. Este un tip de doză foarte bună, dar care ridică multe dificultăți constructive.

Așa cum au fost descrise, fonocaptoarele magnetice corespund sistemului de redare monofonic. Pentru redare stereofonică, se cuplează cîte două mecanisme magnetice, sub un unghi de 90°, pentru ca fiecare din ele să fie sensibil la vibrațiile versantului respectiv al șanțului de pe disc. În figura 121 se arată felul cum este construit un fonocaptor stereofonic cu magnet mobil. Se poate construi fie cu două bobine, așa cum se vede în figură, fie cu patru bobine, legate două cîte două în serie, fazat pentru dublarea tensiunii audio. Așa cum se observă, miezul bobinelor este alcătuit din șuvițe de tablă de permalloy sau mumetal. Fiecare bobină are circa 1000 de spire, din sîrmă Cu-Em ⌀ 0,05 mm. Totul este miniatu-

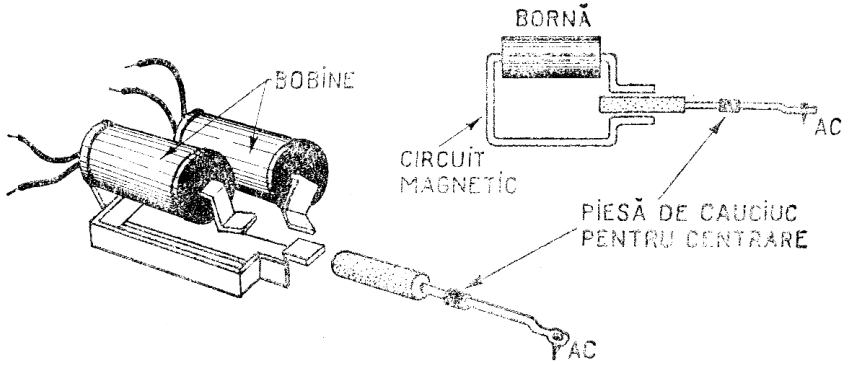


Fig. 121

ral; asamblarea în fabrică se face la microscop binocular. Similar sînt construite și dozele cu magnet inductor.

În figura 122 este arătat un alt sistem, care folosește o paletă în formă de cruce, din mumetal sau permalloy, solidară cu tija acului. Paleta vibrează în fața a patru poli magnetici reprezentînd miezurile bobinelor traductoare. În aceeași figură se poate vedea felul cum este asamblată doza, felul cum doza atacă înclinat planul discului. În general, există foarte multe tipuri de doze magnetice, astfel încît nu s-au putut prezenta decît modelele cele mai reprezentative.

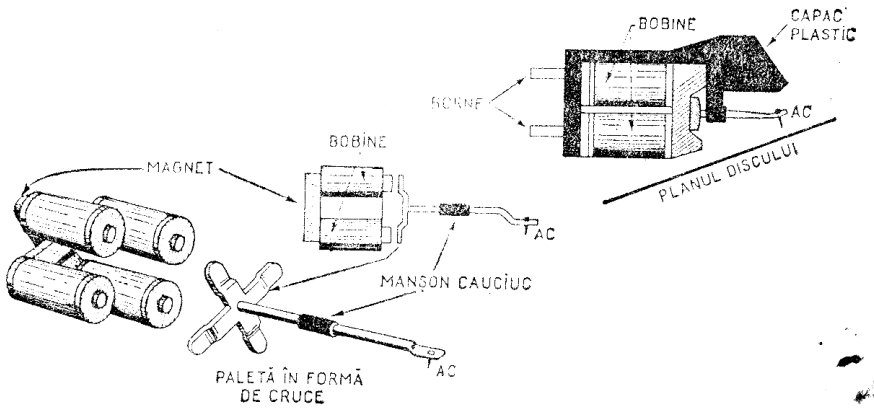


Fig. 122

Amatorii care posedă multă răbdare pot încerca cu succes construirea unei doze magnetice. După idei proprii, știind care este rostul distanțelor minime în cazul circuitelor magnetice, cum se lucrează curat și îngrijit, cum se pot turna mici piese din Duracryl sau alte materiale plastice, adaptînd tije port-ac de construcție industrială, rezultatele pot fi deosebit de încurajatoare, cu condiția de a ecrana doza în mumetal sau permalloy. Faptul că doza stereofonică electromagnetică nu livrează decît cîțiva milivolți nu trebuie să prezinte un motiv de îngrijorare. Acesta este rezultatul pe care îl oferă și dozele de construcție industrială.

Ce performanțe oferă o doză piezoelectrică de construcție recentă? Curbă de răspuns 20 Hz...25 000 Hz $\pm$ 5 dB, diferență între cele două canale mai mică de 3 dB. Diafonie (amestec între canale) mai mare de — 30 dB la 1 000 Hz. Coeficient de intermodulație (amestec între frecvențele joase și înalte) maximum 10%.

Ce oferă o doză magnetică de construcție medie? O bandă de trecere de 20 Hz...25 000 Hz, ca și în cazul precedent, dar cu o liniaritate mai bună, la $\pm$ 2 dB. Diferența între cele două canale este mai mică de 1 dB. Diafonia poate atinge chiar —20 dB din cauza inducției magnetice dintre cele două perechi de bobine, în volumul restrîns al dozei. Există deci riscul unei mai slabe separări între canale. În schimb, masa dinamică, în mișcare, a echipajului mobil este sub 1,5 mg; de aici rezultă așa-zisa „urmărire fidelă“ (sau cu o denumire întîlnită în l. engleză, „trackability“), care este mult ameliorată față de dozele cu cristal, unde mișcarea acului lector este frînată de piesa de cuplare cu cristalul. În sfîrșit, intermodulația nu depășește un maxim de 5%, de unde o fidelitate mai bună.

Pe aceleași principii, tot ca doze stereofonice, se construiesc și fonocaptoarele cuadrofonice, limita superioară fiind extinsă spre 50 kHz, pentru citirea informațiilor codificate ultrasonor.

Doza magnetică poate fi cuplată numai cu ajutorul unui preamplificator special, care să posede și

corectorul de curbă RIAA de redare a discurilor. Doza magnetică nu poate fi schimbată cu o doză piezoelectrică, sau invers, în aparatele destinate a funcționa cu un anumit tip de doză. Pentru o adaptare optimă, trebuie făcute modificări.

Dozele piezoelectrice, în majoritatea cazurilor, permit schimbarea acului lector, cu ușurință. Dozele magnetice, prin construcție, au un ac lector neschimbabil, fixat direct de echipajul mobil; de aceea se folosesc ace de diamant, inuzabile.

Sisteme de brațe

În figurile 123 a și b sînt prezentate principalele tipuri de brațe folosite la picupurile destinate marelui public.

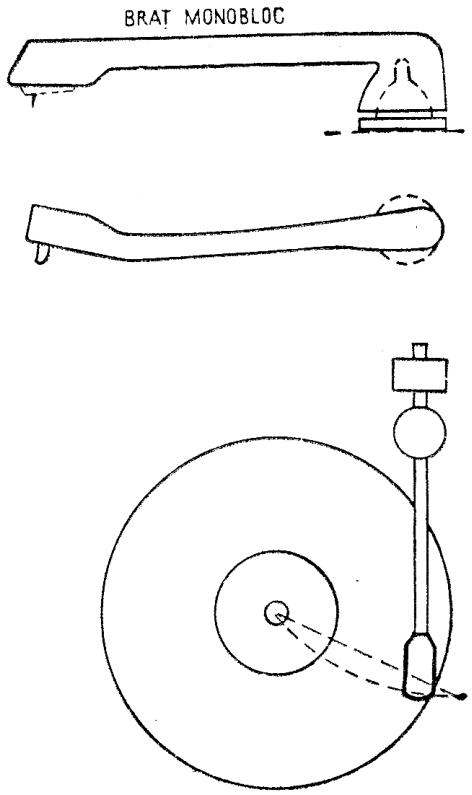


Fig. 123 a

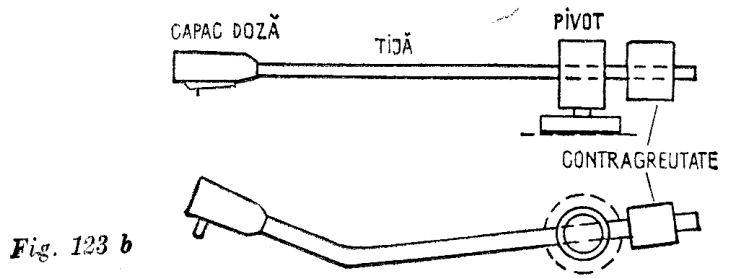
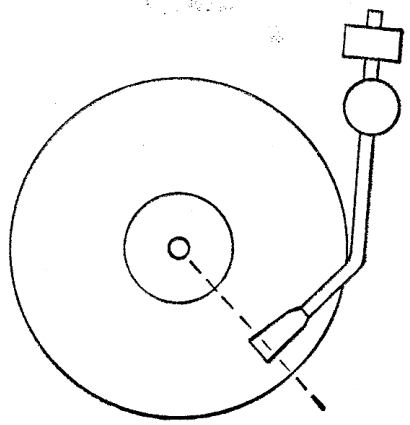


Fig. 123 b



Primul tip, (fig. 123 a), este binecunoscutul braț monobloc, de obicei din material plastic turnat sub presiune, care la un capăt adăpostește doza fonocaptoare, iar capătul celălalt este fixat printr-un sistem cardanic simplu, la o mufă de fixare a brațului pe șasiul picupului. Deoarece brațul împreună cu doza ar exercita o presiune prea mare pe disc, s-a prevăzut un sistem de contrabalansare cu ajutorul unui resort spiral, reglabil cu ajutorul unui șurub. Sistemul este simplu, destul de robust și foarte răspîndit mai ales în aparatura construită pînă acum.

Tipul al doilea de braț de picup, (fig. 123 b), este folosit mai ales în aparatura profesională, unde funcționează cu succes de peste 50 de ani, în diferite variante constructive, nu prea diferite de primele

modele. În ultimii ani, începe să fie folosit în aparatura pentru amatori, mai ales în cea care are pretenția de a oferi mari performanțe. Într-adevăr, față de primul sistem de braț, monobloc, care se dereglează ușor ca greutate, fapt care duce la tocirea prematură a acului și discurilor, brațul de tip profesional are o contragreutate pentru contrabalansarea greutății dozei și acului pe disc, care poate fi reglată la valori foarte precise, fapt foarte important mai ales la folosirea dozelor stereofonice magnetice. În plus, construcția cardanului este mult mai îngrijit executată, brațul poate oscila cu ușurință, fără inerție apreciabilă, care ar grăbi uzura discurilor. Astfel, forțele de frecare ale axelor de articulație sînt reduse la minim, ceea ce permite executarea mișcărilor orizontale și verticale, fără nici o dificultate, chiar dacă discurile prezintă mici defecte de planitate sau șanțurile discului sînt puțin excentrice din presare. Un alt fenomen nedorit, produs de brațul monobloc, este frecvența lui de rezonanță, care, cîteodată, la unele construcții, se află tocmai în plaja frecvențelor redate. Sistemul cu tijă lungă are o frecvență de rezonanță de foarte joasă frecvență, mult sub limita audibilă și astfel nu se perturbă calitatea redării.

Unele brațe de tip profesional mai dispun de dispozitive anexe pentru reducerea erorii de pistă și reducerea efectului forței centripete. Pentru eroarea de pistă, în figura 123 a se arată felul cum explorează gravura discului acul dozei fixată pe un braț drept, după un arc de cerc. Perpendicularitatea sistemului de citire se obține numai pe centrul gravurii, cam la jumătatea razei discului. În cazul începutului și sfîrșitului lecturii discului, acul și respectiv sistemul de citire au o poziție deviată față de planul înregistrării și prin aceasta sunetul citit este oarecum falsificat la redare, față de sunetul înregistrat în realitate. Efectul poate fi ușor observat la un asemenea tip de braț drept, mai ales la redarea ultimelor
 șanțuri dintr-un disc, acolo unde, dealtfel, viteza

unghiulară a rotației discului scade foarte mult, față de început. „Hîrtiala" respectivă este datorată erorii de pistă. De aceea, pentru ca sistemul de citire să atace gravura sub o curbură cît mai mică, brațul se execută curbat ca în figura 123 b. Există și sisteme de brațe cu deplasare liniară, tangențială, așa cum sînt făcute brațele de înregistrare pe disc, dar folosirea lor este legată de circuite electronice de deservire și servomotoare, care au o tendință supărătoare să se deregleze sau să iasă din uz, distrugînd discurile. În ceea ce privește efectul centripet, acesta duce la atragerea brațului, prin acul de lectură, spre centrul discului, din cauza turației. Această apăsare spre centru poate duce uneori la distrugerea unui versant al discului și implicit la zgomote în audiție. Există diverse sisteme împotriva acestui „patinaj" nedorit. Dispozitivele poartă numele de „antiskating" (antipatinaj) și, de obicei, comportă o contragreutate fixată cu o sforicică de mătase, care trage brațul în sens invers. O metodă care nu prea pare „tehnică", dar care, din fericire, dă rezultate perfecte în majoritatea cazurilor, bineînțeles atunci cînd se folosește o doză de înaltă performanță și un braț corespunzător, foarte bine echilibrat. Dar faptul cel mai important nu trebuie uitat niciodată: pentru o bună redare, picupul trebuie plasat perfect orizontal, eventual se va utiliza o nivelă cu apă. Pentru compensare, se vor folosi mici cale de carton plasate sub picup.

Sisteme de antrenare mecanică

Majoritatea picupurilor actuale au un motor electric asincron alimentat la rețeaua de curent alternativ. Un număr mult mai mic de picupuri, din categoria celor portabile, folosesc un motoraș cu regulator centrifugal de turație, de curent continuu, alimentat la baterie sau, printr-un redresor, a rețea.

Cuplarea axului motorașului cu platanul picupului, în ambele cazuri, se face cu ajutorul unui sistem de demultiplicare, fie prin frecare, fie cu ajutorul unei curele. În figurile 124 și 125 sînt arătate aceste sisteme

de cuplare între motoraș și platan. Principiul din sistemul prezentat în figura 124, este folosit în majoritatea picupurilor. Pe axul motorașului se află o șaibă metalică în trepte, corespunzînd turațiilor de 16, 33, 45 și 78 de ture. În funcție de treapta pe care atinge o rolă de cuplaj cu cauciuc, plasată între șaiba cu trepte și interiorul platanului, se obține turația dorită. Acționarea unui levier sau a unui ax cu buton permite poziționarea precisă a rolei de cuplaj.

În ultimul timp, constructorii dau preferință unui sistem în care se folosește o curea de transmisie (vezi fig. 125). Deși vitezele sînt mult mai greu de schimbat, lipsa de trepidație a motorului face acest sistem foarte apreciat de către discofili, chiar dacă picupul respectiv nu are decît o singură viteză, de 33 de ture pe minut, de exemplu, și, eventual, viteza de 45 de ture pe minut, care se poate obține cu ajutorul unui levier ce mută poziția curelei de cauciuc pe șaiba cu caneluri a motorului.

Există unele tendințe de construcție a unor motoare, care realizează direct pe ax turația de 33 de ture pe minut și pe care se fixează direct platanul.

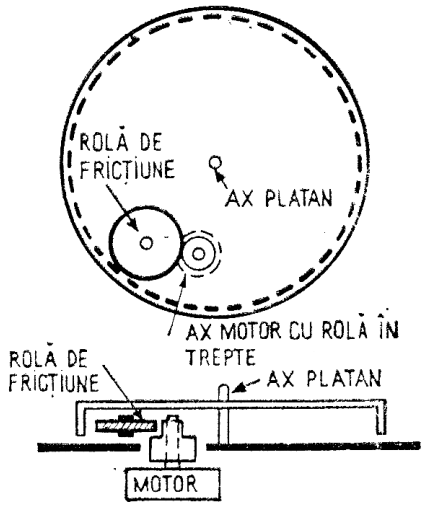


Fig. 124

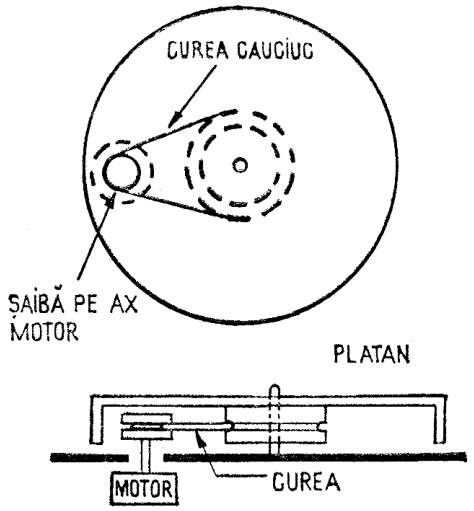


Fig. 125

Este vorba de construcții foarte scumpe, de înaltă precizie mecanică, destinate mai ales construcțiilor profesionale. De asemenea, pentru modificarea vitezei picupurilor în limite largi, se folosesc generatoare de semnal sinusoidal, urmate de un amplificator de putere, care eliberează 5...25 W (putere cerută de motor, la tensiunea lui de funcționare) printr-un transformator de ieșire. În cazul motorașelor alimentate în curent continuu, un simplu reostat legat în serie cu bateria de alimentare, rezolvă problema.

Redarea discurilor

Pentru redarea unui disc în condiții optime, chiar dacă dispunem de un excelent agregat de redare, este necesar să se consacre un minimum de atenție manipulării discurilor.

Acele de redare. Discurile moderne pot fi redate numai cu ajutorul acelor speciale, de safir sau diamant. Acele de safir, cele mai răspîndite, au o durată de funcționare continuă de circa 300 de ore, cîteodată mai puțin. Cele de diamant, mult mai dure, pot asigura o funcționare de zece ori mai mare. Se va acorda

o atenție deosebită redării discurilor numai cu ace neuzate, altfel discurile se distrug iremediabil. Dacă este posibil, se va examina din cînd în cînd vîrful acului cu ajutorul unei lupe puternice, sau la un microscop, cu grosisment de maximum 50 de ori. La constatarea oricărei știrbituri, acul se va schimba obligatoriu. Ca metodă sigură, fără microscop, un ac de safir se schimbă la cca 500 de fețe de disc. Pentru o mai mare siguranță în funcționare, este bine să se consulte și datele din prospectul de însoțire a dozei. De aceea ar fi oarecum necesar să se noteze numărul de fețe de disc reproduse cu un ac micro. La schimbarea acului se va urmări cu strictețe verticalitatea poziției acului, pentru a nu se produce o erodare a unui versant al microșanțului. De asemenea, acul trebuie să se așeze în șanț într-un unghi de cca 90° față de planul discului și să fie potrivit scopului: ac special pentru stereo, ac special pentru micro monofonic, ac special pentru discuri standard de ebonit, în cazul că se mai folosesc. Compromisurile duc la uzură de discuri și audiție proastă.

Greutatea brațului de redare are o importanță deosebită asupra calității audiției, uzurii discului sau acului de redare. Totdeauna se face un compromis între necesitatea de a avea o greutate cît mai mică a brațului și posibilitatea ca tocmai datorită acestei presiuni mici asupra șanțului, acul să sară de pe traseu. Această presiune a brațului picupului pe disc este reglată, de obicei, cu oarecare precizie de fabrica producătoare. Cu timpul însă, la unele tipuri de brațe de picup, resortul care contrabalansează brațul își pierde tensiunea inițială, iar brațul, prin ac, apasă mai greu pe discuri uzîndu-le prematur și tocind în același timp acul. Din prospectul picupului respectiv se află care este greutatea optimă a brațului — la aparatele moderne între 1 g și maximum 10 g —, iar cu ajutorul unui cîntar de precizie sau dinamometru se reface contrabalansarea brațului. Or, acest reglaj — dacă se urmărește o audiție de bună calitate — nu poate fi lăsat la voia întîmplării, deoarece o

forță de aplicație a acului prea slabă dă un contact imperfect, cu goluri în audiție, cu risc de salt al acului din șanț. Acest contact imperfect distruge flancurile șanțului, încît este greșit să se creadă că un braț prea ușor conservă mai bine discurile; dimpotrivă, le distruge. Dacă presiunea este prea mare, vîrful acului presează fundul șanțului și cu ajutorul prafului care are un efect abraziv, distruge, de asemenea, discurile. Evident, orice audiție uzează mai mult sau mai puțin discul, dar reglajul optim al presiunii conservă mai bine atît discurile cît și acele. În general, presiunea este dictată și de aptitudinea echipajului mobil din doza de picup de a urma vibrațiile cele mai fine ale acului. La o doză magnetică, de obicei, finețea de urmărire permite o presiune a acului pe disc sub 2 g; doza piezoelectrică cere presiuni mai mari, spre 5...10 g.

Aceasta nu înseamnă însă că dozele cu cristal sînt neapărat de calitate inferioară celor magnetice. Tehnica actuală produce doze piezoelectrice ieftine, cu rezultate comparabile cu cele ale dozelor magnetice de calitate bună.

Redarea discurilor bombate, care alunecă pe platanul picupului, devine perfect posibilă prin intercalarea între platanul picupului și disc a unui disculeț de hîrtie poroasă sau sugativă, eventual de fetru sau molton subțire, care mărește aderența. Plasarea în permanență pe platan a unui disc de burete sub-

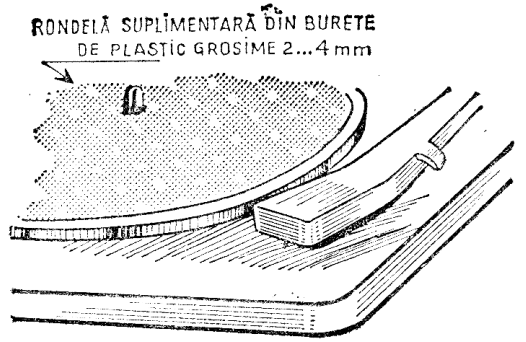


Fig. 126

ţire de plastic (maximum 4 mm grosime) măreşte aderenţa faţă de platan pentru orice fel de disc, micşorînd, în acelaşi timp, trepidaţia motorului transmisă prin disc la doză.

Ungerea periodică a pieselor în mişcare din picup se va face cel puţin o dată la şase luni, dar nu prea abundent, folosind ulei pentru mecanisme fine sau tipul de ulei cerut de producător. Orice picup neuns îşi uzează piesele în mişcare, fapt ce duce la turaţie neuniformă şi zgomote diverse, care transmiţîndu-se dozei, apar în audiţie. Cînd se face ungerea, se veghează să nu se atingă piesele de cauciuc sau metal prin care se transmite mişcarea de la motor la platanul turnant. Este bine ca atît piesele de cauciuc cît şi interiorul platanului turnant, unde atinge rola de fricţiune, să se şteargă cu alcool, tot cu ocazia reviziei periodice.

Pocnitura în audiţie produsă la pornirea sau oprirea motorului de antrenare a picupului, este datorită unor scîntei care apar în întreruptorul motorului, la conectare şi deconectare. Prin şuntarea contactelor respective cu un condensator cu hîrtie, cu valoarea între 10 000...25 000 pF, la o tensiune de lucru mai mare de 600 V, pocnitura dispare. Majoritatea picupurilor moderne au deja montat acest condensator (fig. 127).

Un beculeţ de control poate fi legat în serie cu motorul. Acesta poate fi orice beculeţ de 0,1...0,3 A la o tensiune de 2,5...6 V. Pentru a avea o luminozitate suficientă, trebuie să se potrivească totuşi tipul de

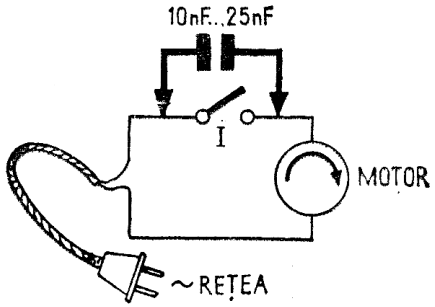


Fig. 127

bec: unele motoare au consum foarte redus şi pot aprinde doar un beculeţ de 0,1 A, altele, de tip mai vechi, reclamă folosirea unui beculeţ de 0,3 A. Beculeţul se plasează sub panoul picupului, fiind acoperit cu un căpăcel translucid, colorat, din plastic. La fiecare pornire a motorului picupului, beculeţul se aprinde (fig. 128).

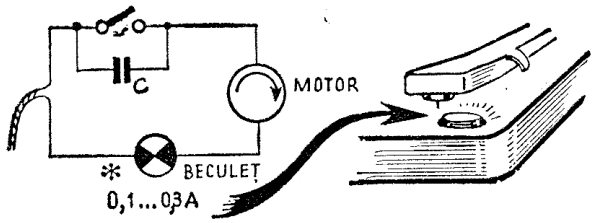


Fig. 128

Evitarea variaţiilor bruşte de temperatură este o condiţie esenţială pentru păstrarea integrităţii dozelor piezoelectrice. La temperatura moderată a camerei de locuit, doza poate funcţiona mai mult de un deceniu, schimbînd la timp acele de safir sau diamant. Dar plimbarea picupului prin frig, aducerea lui într-o încăpere foarte caldă şi punerea imediată în funcţiune, poate duce la spargerea cristalului piezoelectric. Nu se va lăsa, de asemenea, picupul în plin soare sau la umezeală excesivă. Nu se va încerca funcţionarea dozei cu degetul, deoarece pe lîngă deplasarea poziţiei acului, cristalul se poate sparge cu uşurinţă, mai ales dacă a avut de suferit salturi bruşte de temperatură.

Păstrarea discurilor se va face numai la temperatură moderată, a camerei de locuit, departe de raze directe solare, sobă sau calorifer. Discurile vor fi ţinute numai în plicurile lor şi numai în poziţie verticală. În acest mod sînt ferite de deformare, de lovituri, zgîrieturi şi de cel mai mare duşman al lor, praful.

Protejarea este o condiţie obligatorie. La scoaterea din mapă sau plic, discul se va ţine cu ambele mîini, doar de margine. În caz că discul este prăfuit, se

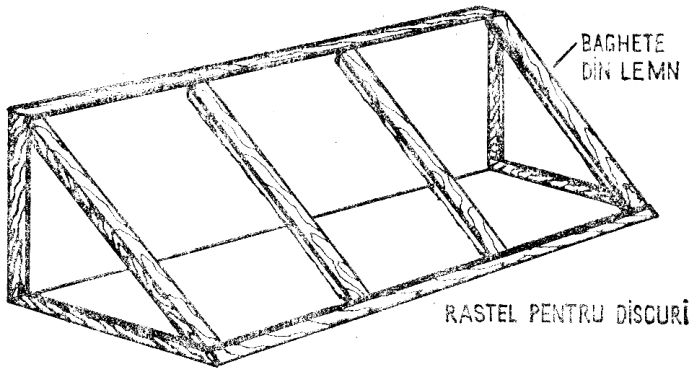


Fig. 129

va șterge cu deosebită atenție, pentru a nu-l zgîria, cu ajutorul unui șervețel „antistatic, antipraf", care se găsește de vînzare la magazinele cu articole de menaj. În lipsă, se poate folosi o bucată de molton sau catifea, slab umezită, păstrată într-o pungă de plastic, pentru a fi păzită la rîndul ei de praf. După plasarea discului pe picup și începerea audiției, este bine să se coboare capacul de protecție de plexiglas — dacă picupul posedă așa ceva — pentru a proteja discul de praf în timpul redării. Imediat după audiție, discul se va reintroduce, cu aceleași precauții, în mapa lui, fiind în prealabil șters de praf.

Curățirea discurilor devine cîteodată neapărat necesară. Îmbîcsirea șanțurilor discului cu praf compromite audiția. O metodă ar fi curățirea cu spirt (alcool medicinal): se îmbibă un tampon de vată, cu care se șterge prin mișcări radiale, cu presiune ușoară, cu grija de a nu zgîria discul. O altă metodă ar fi spălarea discului în apă rece, în care se află dizolvat puțin detergent, folosindu-se un mic tampon de vată, acoperit cu catifea. Discul se limpezește cu apă curată. Pentru această operație trebuie puțină îndemînare, pentru ca eticheta discului să nu fie atinsă de apă. Apoi discul se lasă rezemat de perete, deasupra unui teanc de ziare sau hîrtie sugativă. Uscarea se face rapid, la temperatura camerei.

Despre... casetofon

Noi tipuri de magnetofon, folosind niște încărcătoare cu bandă, denumite casete, sînt folosite din ce în ce mai mult de amatorii de muzică. Ideea folosirii unor casete cu film fotografic sau cinematografic era lansată mai demult și constructorii de aparataj electronic și-au dat seama de interesul pe care poate să-l atragă lansarea unor magnetofoane ușor de manipulat. Difuzarea largă a magnetofonului în rîndul marelui public era oarecum blocată de prejudecata că încărcarea benzii pe magnetofon este o ocupație complicată, accesibilă numai unor specialiști. Astfel, au fost oferite publicului foarte multe variante de casete, din care cea care a fost internațional acceptată, a fost varianta de casetă *Philips Compact*, cu bandă de 3,81 mm lățime, apărută în jurul anilor 1960. Faptul

Fig. 130

că această casetă este destul de ieftină (fiind produsă automat), poate fi manipulată fără grijă chiar și de un copil, editarea de către casele de discuri a unor casete gata înregistrate în variantă compatibilă stereofonică, cu o bună calitate a sunetului, cu toate că viteza e numai de 4,75 cm/s, a făcut ca acest produs să fie livrat publicului în cantități uriașe. În același timp cu producerea casetelor, au fost produse și aparatele pentru înregistrare și redare denumite casetofoane. De o foarte mare diversitate, în variante foarte ieftine, populare, sau foarte scumpe și „sofisticate", cuplate cu un aparat de radio sau picup, simple adaptoare pe lîngă aparatele de radio sau format de buzunar, aceste aparate au devenit o realitate a vieții moderne, un concurent serios pentru picupul sau magnetofonul „clasic". În același timp, continuă să fie folosite și casete de alte formate, dar în număr mai mic. Din acestea pot fi citate, în primul rînd, casetele-cartuș (cartridge) care folosesc un rulou de bandă fără sfîrșit, avînd lățimea standard de 6,25 mm, pe care se înregistrează 8 piste monofonice sau 4 piste stereofonice cu viteza de 9,5 cm/s, cu comutare sau deplasare automată a capetelor magnetice pe traseele succesive. Un alt format, folosind tot bandă standard, montată într-o casetă dublă ca format față de caseta *Compact*, denumită „Elcassette", cu viteză de 9,5 sau 19 cm, este folosită de către studiourile de radiodifuziune.

Construcția îngrijită a capetelor magnetice și a sistemelor mecanice de tracțiune a benzii, precum și atenția acordată construcției părții electronice, a permis tuturor acestor aparate să atingă înalte performanțe la redarea de calitate a sunetului. Chiar casetofoanele echipate cu casete *Compact* prezintă performanțe de multe ori mai bune decît aparatele profesionale de acum zece-douăzeci de ani. Un casetofon, chiar din cel mai ieftin, are o curbă de răspuns destul de liniară, care trece de 6 000 Hz, iar realizările mai îngrijite ating și depășesc 20 000 Hz. În plus, sînt

echipate cu un sistem de eliminare a zgomotului de fond, care mărește mult dinamica. În ceea ce privește calitatea înregistrărilor și redărilor care se pot face cu un casetofon de calitate medie, aceasta depinde în foarte mare măsură de calitatea benzii folosite în casetă. Înregistrările cele mai bune pot fi obținute numai cu felul de bandă indicat de către constructorul casetofonului, sau benzi din aceeași familie... de oxizi. De exemplu, un casetofon construit pentru benzi cu oxid de fier, va da rezultatele optime numai la folosirea acestui tip de casetă cu bandă. La utilizarea benzilor cu dioxid de crom pot apărea surprize neplăcute, ca, de pildă, o ștergere insuficientă a înregistrărilor vechi, o audiție stridentă, lipsită de frecvențele joase. Pentru folosirea casetelor cu dioxid de crom și a benzilor de magnetofon de același tip, trebuie refăcute unele reglaje prin mărirea curentului de polarizare și de ștergere. Unele casetofoane de construcție actuală posedă un comutator care se acționează manual, sau o pîrghie pentru reglaj automat, care palpează un marcaj făcut pe casetă și prin care se poate face trecerea de pe regimul optim de înregistrare la casete cu bandă cu oxid de fier, la casete cu oxid de cobalt sau dioxid de crom. În cazul casetelor gata înregistrate, procurate din comerț nu este nevoie de făcut nici un fel de reglaj la redarea diverselor tipuri de casete.

Majoritatea casetofoanelor de construcție actuală, deși nu pot fi considerate ca avînd performanțe tehnice deosebite, permit totuși obținerea unor audiții de înaltă calitate, mai ales dacă înregistrările se fac de pe discuri sau din radiorecepția în modulație de frecvență. Din păcate, din motive de miniaturizare, difuzorul cu care funcționează un casetofon poate servi numai la controlul aproximativ al audiției și poate oferi cel mult o audiție mediocră, fără frecvențe joase și înalte. Mulți amatori de muzică știu aceasta și de aceea folosesc casetofonul la redare numai printr-un aparat mare de radio, ca amplificator, fie cu o incintă

acustică, cu un difuzor de calitate, cu impedanță apropiată de impedanța cerută de ieșirea casetofonului, de putere, bineînțeles, mult mai mare decît puterea oferită de casetofon, fapt care oferă o calitate superioară la redare.

O soluție ingenioasă pentru amatorii de muzică posesori de casetofoane, este construirea unei cutii-combină, ca în figura 131. În această casetă, construită din lemn, se plasează casetofonul, un număr de casete din cele care se doresc a fi „la îndemînă", unul sau mai multe difuzoare de calitate, de 1...15 W, eventual montate în schemă de montaj „stereodină" — dacă

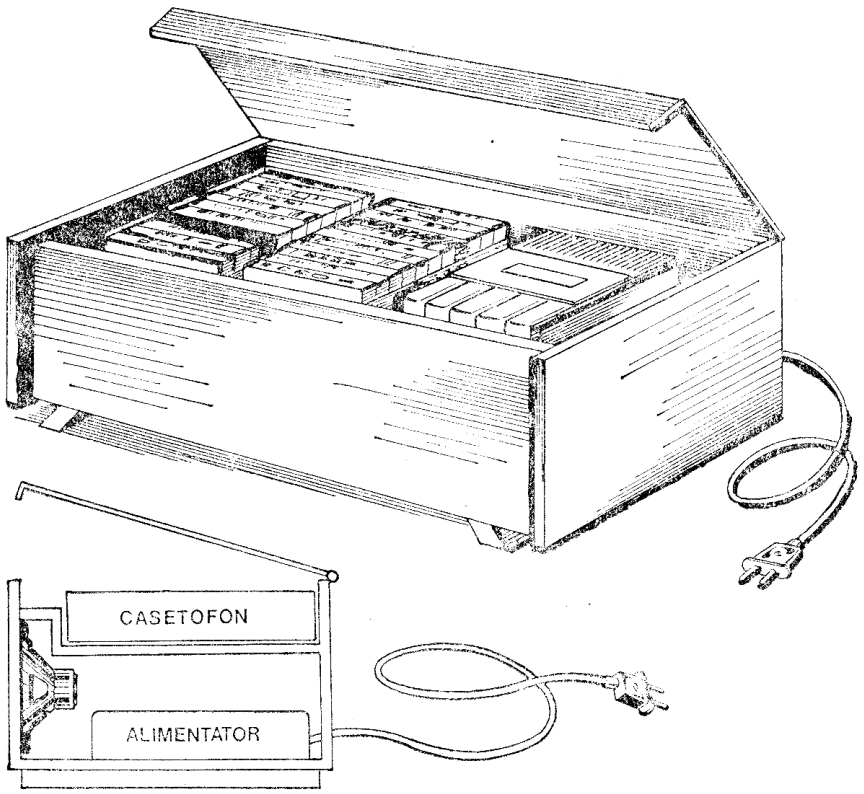


Fig. 131

aparatul folosit este monofonic — un alimentator pentru rețea, dacă aparatul este numai cu alimentare la baterii. Tot în aceeași unitate se poate monta și un radioreceptor miniatură. Un capac din placaj sau plexiglas protejează casetofonul și casetele de praf și eventuale lovituri. În ceea ce privește configurația combinei, aceasta rămîne la ingeniozitatea posesorului casetofonului, pentru că numai în funcție de dimensiunile casetofonului, difuzoarelor, numărului de casete care se plasează în combină, se pot stabili cotele. Confecționarea combinei nu ridică nici un fel de probleme unui radioamator, atît de obișnuit cu mulțimea de meșteșuguri necesare realizării unui montaj electronic.

Despre... capetele magnetice

Rolul capetelor magnetice dintr-un magnetofon sau casetofon este de a asigura înregistrarea și redarea sunetului pe banda magnetică în mișcare, bandă care vine în contact strîns cu aceste capete.

Un magnetofon obișnuit posedă două capete, din care primul este un cap universal, care asigură înregistrarea pe bandă și redarea înregistrării de pe bandă, iar al doilea este un cap magnetic care șterge înregistrarea de pe bandă, atunci cînd se execută o înregistrare nouă. În aparatura profesională, în locul unui singur cap universal, care asumă rolurile atît de înregistrare cît și redare, se utilizează două capete magnetice separate, unul de înregistrare și altul de redare, conectate fiecare în permanență la cîte un amplificator specializat. Capul universal în aparatura semiprofesională sau de amator poate oferi rezultate sensibil egale, la preț mai redus, lucrînd în ambele funcții pe rînd, cu un singur amplificator, prin comutare.

În figura 132 se arată felul cum este construit un cap de magnetofon de tip clasic. El prezintă două piese polare dintr-un aliaj magnetic „moale" din

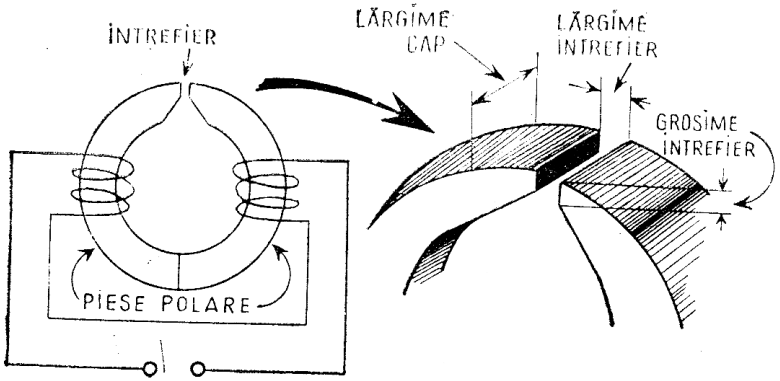


Fig. 132

punct de vedere al proprietăților magnetice, foarte dur însă din punct de vedere mecanic pentru că altfel, din cauza frecării cu banda magnetică s-ar toci prea repede. Materialele cele mai potrivite pentru piesele polare sînt aliajele permalloy (din fier și nichel), mumetalul cu molibden și în ultimul timp, ferita cristal, care permite realizarea de capete de foarte mare durabilitate.

În figura 132 se arată care sînt caracteristicile principale de gabarit ale pieselor polare. Sensibilitatea capului de redare depinde de grosimea întrefierului: o grosime mare face capul insensibil la cîmpurile magnetice exterioare, respectiv capul nu culege înregistrarea de pe bandă decît foarte slab, iar o grosime prea mică face capul foarte sensibil dar în același timp foarte fragil, cu viață foarte scurtă (se tocește foarte repede). Prin construcție, această grosime este astfel efectuată încît să asigure un minim de 1 000 de ore de funcționare, la viteza de 19 cm/s, la care efectul abraziv al benzii este destul de puternic. Parametrul cel mai important este însă lărgimea întrefierului, de care depinde limita superioară a frecvențelor ce pot fi înregistrate, la o anumită viteză. Astfel, la viteze mari, capetele profesionale pot să aibă întrefieruri de ordinul a 20...50 μm; dar pentru viteze reduse,

lățimea întrefierului este mult mai mică, mergînd la unele capete de realizare recentă sub 5 μm, ba chiar pînă la 1 μm. Dacă se consideră că această distanță între piesele polare nu trebuie păstrată numai între două puncte oarecare, ci pe o lățime de ordinul milimetrilor, se înțelege cîtă precizie trebuie folosită pentru o producție de serie.

În figura 133 sînt arătate cîteva forme de piese polare folosite la magnetofoane de diverse tipuri. Se remarcă faptul că unele capete folosesc două bobine, iar altele doar cîte o singură bobină. Rezultatele sînt sensibil aceleași, doar volumul de muncă de realizare diferă de la un model la altul.

Bobinele capetelor de magnetofon, fie că este vorba de o construcție cu una sau cu două bobine, prezintă o impedanță caracteristică, funcție de felul cum se folosește capul. Astfel, la capetele universale, pentru montajele vechi, cu tuburi electronice, se foloseau capete cu impedanță foarte mare, 500...2 000 Ω. Pentru montajele tranzistorizate, capetele universale au o impedanță cuprinsă între 10...500 Ω, mai obișnuit în jurul a 100 Ω. Bineînțeles, cu cît impedanța capului este mai mare, cu atît la citire se obține o tensiune mai mare; dar un cap cu impedanță mare nu oferă bune rezultate pentru înregistrare. De aceea, se acceptă compromisul unei impedanțe mijlocii, care convine pentru ambele roluri. Unele capete universale au bobinajul efectuat cu o priză la jumătate, astfel ca la înregistrare să se folosească doar o jumătate din bobinaj, fapt care asigură o bună calitate, fără se să recurgă la alte artificii în montajul amplificatorului.

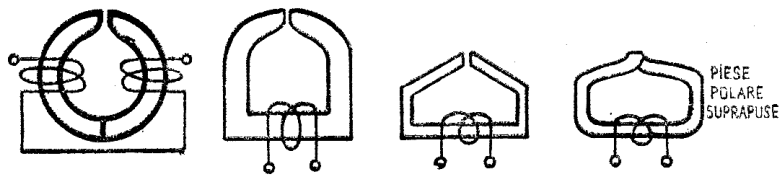


Fig. 133

Capul de ştergere este asemănător celui universal, dar prezintă unele diferenţe foarte importante. Astfel, el este parcurs de un curent de frecvenţă ultrasonoră de ordinul zecilor de kilohertzi şi această frecvenţă trebuie transmisă benzii cu maximum de randament, pentru a se obţine o ştergere deplină a fostei înregistrări. De aceea, capetele de ştergere de construcţie actuală au piesele polare executate din ferită, un întrefier destul de lat, de 50...250 μm şi un bobinaj de maximum 200 de spire, totalizînd o impedanţă de cîţiva ohmi. De multe ori acest bobinaj este acordat printr-un condensator, în rezonanţă cu frecvenţa oscilatorului, pentru obţinerea maximului de transfer a frecvenţei ultrasonore. Uneori chiar înfăşurarea din capul de ştergere este folosită ca bobină de oscilator.

Pentru mărirea randamentului de trecere a fluxului magnetic de la cap la bandă şi viceversa, în întrefierul ambelor capete se fixează foiţe din material diamagnetic destul de dur, de exemplu, bronz cu beriliu. Pentru slăbirea efectului de captare a cîmpurilor magnetice exterioare care la redare produc un brum accentuat, capul universal se montează în interiorul unei cutiuţe din permalloy sau mumetal, care joacă rolul de ecranare magnetică. De asemenea, orice construcţie îngrijită de magnetofon plasează în faţa capului de redare, după introducerea benzii pe traseul normal, în contact cu capul, o plăcuţă de permalloy sau mumetal, care împiedică cîmpurile magnetice parazite să acţioneze chiar asupra părţii frontale a capului.

Lăţimea pieselor polare are o importanţă deosebită asupra numărului de piste care se pot imprima pe o bandă. Capul de ştergere este totdeauna mai lat cu cîteva zeci de micrometri decît capul universal. În figura 134, capul din stînga este de tip profesional, pentru magnetofoane care folosesc bandă de lăţime normală (6,25 mm). Capul foloseşte toată lăţimea pistei, fapt care îl face foarte apreciat de profesionişti, pentru că banda poate fi „montată", adică tăiată şi lipită după dorinţă. Magnetofoanele profesionale de tip mai

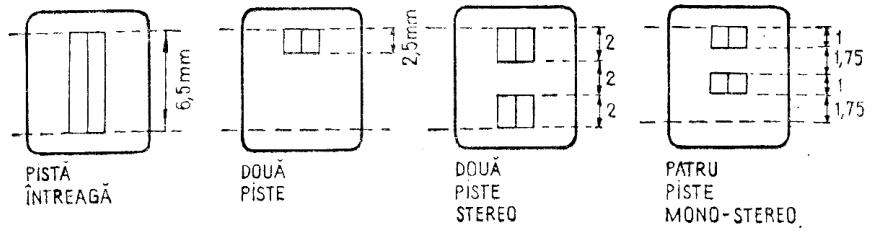


Fig. 134

vechi, cu viteze de 77 cm/s şi 38 cm/s folosesc asemenea tipuri de capete.

Mult mai răspîndit este sistemul de magnetofon cu două piste folosit atît în aparatura semiprofesională cît şi pentru amatori. La acestea, înregistrarea se face mai întîi într-un sens, iar apoi, inversîndu-se rola goală de bandă cu cea plină, între ele, se efectuează cea de-a doua înregistrare, pe pista a doua, capul rămînînd în poziţie neschimbată. Tot cu două piste, dar cu două capete suprapuse, este sistemul cu două piste stereo, tot profesional, la care înregistrarea se execută numai într-un sens.

Cea mai mare răspîndire o cunoaşte sistemul de înregistrare cu patru piste monofonice, transformabil în două piste stereofonice, cu inversare de rolă. Se folosesc două capete suprapuse ca şi la sistemul profesional stereo, dar capetele au lăţimea mult mai mică, cu un spaţiu suficient între piste, pentru evitarea diafoniei.

Capetele de casetofon sînt construite similar, dar bineînţeles au dimensiuni mult mai reduse, deoarece locul de acces la bandă este foarte mic, iar lăţimea benzii de 3,81 mm. Pentru casetofon se foloseşte fie sistemul monofonic cu dublă pistă, fie sistemul compatibil stereo cu 2×2 piste. În figura 135 este prezentat felul de construcţie al unor asemenea capete. Deşi separarea între canale la casetofoanele stereo este foarte bună, nu se foloseşte un sistem de înregistrare monofonic pe patru piste pe casetofoanele cu asemenea capete; mai mult, capul de ştergere, care se foloseşte,

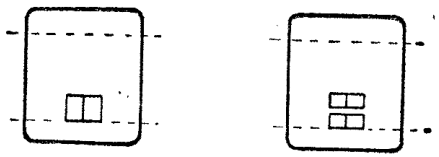


Fig. 135

este unul singur, pentru pistă dublă. Aceasta pentru asigurarea compatibilității sistemului stereo cu 2×2 piste, cu sistemul mono cu pistă dublă.

Pentru asigurarea unui contact cît mai bun cu banda, unele capete de magnetofon au o formă hiperbolică sau ascuțită a pieselor polare.

În figura 136 a este arătată forma unui cap obișnuit de magnetofon, în fig 136 b forma unui cap cu secțiune hiperbolică și în fig. 136 c, o variantă de cap de formă oval-ascuțită. Capetele de format normal prezintă dezavantajul că permit aglomerarea de praf între ele și bandă, fapt care produce cîteodată goluri în audiție sau, atunci cînd nu se execută o curățire periodică a capetelor, înregistrări de proastă calitate. Capetele de secțiune hiperbolică sau ovală-ascuțită, permit un contact mult mai bun cu banda, dar, din nefericire, dacă nu sînt executate din ferită, au o viață mult mai scurtă.

Poziționarea capului față de bandă este asigurată în mare măsură prin ghidajele benzii. Dar alinierea pe verticală, care este foarte importantă mai ales pentru schimbul de programe înregistrate pe bandă, cînd se face citirea unei benzi înregistrată pe alt magnetofon, este asigurată cu ajutorul unei plăci de reglaj al planității capului; cu ajutorul unor șuruburi se obține

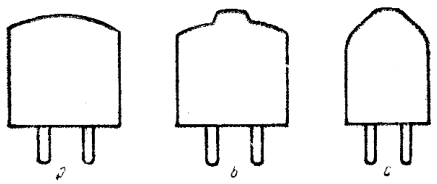


Fig. 136

poziția optimă (vezi figura 137). Periodic, această poziționare a capului trebuie verificată cu ajutorul unei benzi etalon, fie numai cu frecvențe, fie o bandă înregistrată cu muzică, conținînd sunet de viori sau alte instrumente care redau registrul acut.

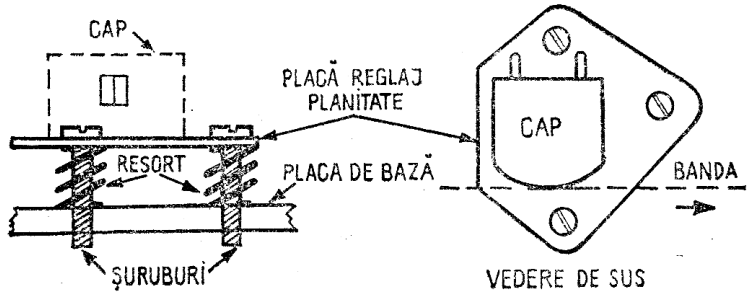


Fig. 137

Reșlefuirea unui cap magnetic

După o perioadă îndelungată de funcționare, capul de magnetofon sau casetofon se tocește, uneori iremediabil, cerînd o imediată înlocuire; alteori uzura este superficială, nu afectează prea mult piesele polare ale capului și această uzură poate fi remediată, cîteodată cu rezultate bune, prin reșlefuire.

Un cap uzat de magnetofon poate fi ușor recunoscut după felul audiției pe care o oferă. Lipsa frecvențelor înalte, goluri care apar periodic, mai ales pe înregistrările recente, indică mai totdeauna gradul de uzură accentuat al capului magnetic. Înainte însă de a trece la demontarea capului în vederea reșlefuirii, acesta se curăță cu ajutorul unui mic tampon de vată fixat pe un bețișor, muiat cu alcool metilic. Se freacă ușor porțiunea frontală a capului și cu aceeași ocazie se îndepărtează urmele de praf și de oxid de fier și de pe piesele de ghidaj și de pe rola presoare. După curățare, se efectuează o nouă înregistrare și se constată dacă deficiențele dinain-

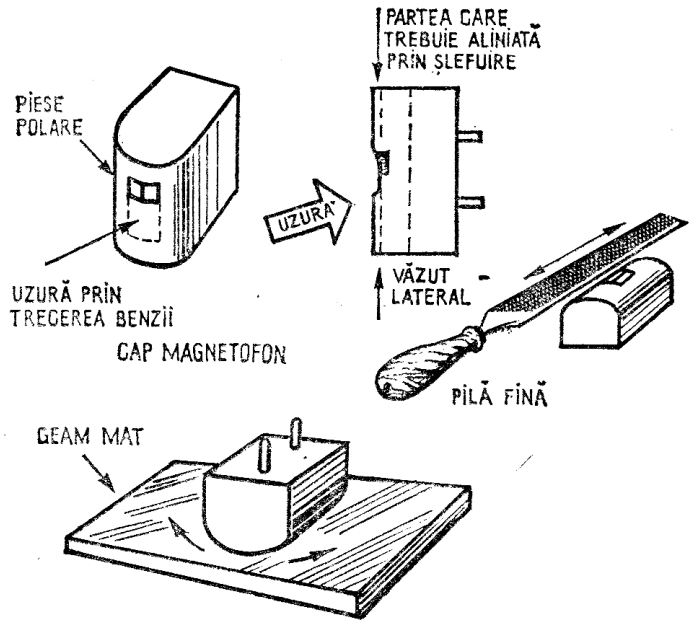


Fig. 138

tea curățirii au dispărut. Înregistrarea trebuie să fie clară, cu frecvențe înalte bine redate. În caz că nu se constată nici o îmbunătățire, se demontează capul de magnetofon de la locul lui. Pentru aceasta se procedează cu atenție, pentru a nu se demonta piese în plus, în mod inutil. Capul de magnetofon se examinează la o sursă puternică de lumină, preferabil cu ajutorul unei lupe. În caz că partea din față a capului, arată ca în figura 138, locul uzat trebuie aliniat, prin șelfuirea părților neuzate, așa cum se vede din desen. Pentru aceasta, lucrîndu-se cu atenție deosebită, se îndepărtează prin șlefuire cu șmirghel cu granulație medie, majoritatea stratului neuzat din capul de magnetofon, din dreptul întrefierului, fără a atinge întrefierul cu șmirghelul. În cazul că este mai mult de degroșat, se poate folosi o pilă foarte fină, de ceasornicărie. Atunci cînd șmirghelul sau pila începe să atingă piesele polare,

se continuă șlefuirea cu șmirghel din ce în ce mai fin, finisarea făcîndu-se pe geam mat. Șlefuirea se continuă pînă cînd toată suprafața pieselor polare ajunge la același nivel cu suprafața capului. Nu se exagerează, pentru că orice șlefuire în plus înseamnă uzură nejustificată a capului. În schimb, locul șlefuit trebuie rotunjit lateral pentru a permite un contact cît mai bun cu banda magnetică.

Operația cere îndemînare și poate fi efectuată cu succes numai de persoane care au o oarecare pricepere în domeniul mecanicii fine; dar și un începător care lucrează cu atenție, poate să-și vadă eforturile încununate de succes, cu condiția de a nu face „inovații" dăunătoare, prin folosirea unor mijloace exagerate de lucru, ci să respecte cu strictețe indicațiile simple date mai sus. După reșlefuire, capul se montează la locul lui, se relipesc conexiunile, *în aceeași poziție*, și folosindu-se o bandă cu o înregistrare mai veche, de bună calitate, se face alinierea capului pe azimut, prin folosirea șuruburilor de calaj.

Operația de reșlefuire este mai greu de executat la capetele pentru patru piste sau la capetele de casetofoane. Trebuie foarte multă atenție și răbdare, pentru că o singură mișcare greșită, poate distruge iremediabil capul, prin lărgirea întrefierului. Se lucrează tot timpul sub lupă. În aceste cazuri, cînd doar unul din capete este mai tocit și celălalt este aproape neatins, se admite o șlefuire mai pronunțată a jumătății capului fără uzură vizibilă, pentru a fi adus la același nivel cu capul care este mai tocit. În caz că se constată că unul din capete are un întrefier lărgit, observabil cu ochiul liber, operația de șlefuire nu mai are rost, capul este iremediabil uzat și trebuie schimbat. La schimbarea cu un cap nou, se va folosi un cap de aceeași marcă, de același tip și fel de montură. În lipsa unui cap original, se poate procura din comerț un cap similar ca dimensiune, rol și rezistență ohmică apropiată ca valoare. Există capete de impedanță mare sau mică. Capul de schimb trebuie să

aibă caracteristici cît mai asemănătoare. La montarea în magnetofon, în afară de eventuale mici modificări mecanice pentru fixare, uneori va fi necesară o ușoară modificare a curentului de premagnetizate, pentru asigurarea unor înregistrări optime ca nivel și întindere a curbei de răspuns. Pentru redare, nu trebuie făcută nici un fel de modificare. Doar în caz că se înlocuiesc capete de magnetofon cu impedanță mică prin capete de magnetofon cu impedanță mare sau viceversa, pot apărea dificultăți serioase și în cazul redării. O diferență de rezistență ohmică, chiar de la simplu la dublu, nu oferă o sesizabilă diferență de nivel auditiv sau o modificare prea importantă a calității audiției pentru un magnetofon de amator. Chiar înlocuirea unui cap cu rezistență ohmică de 400 Ω, cu unul de 100 Ω, nu dă decît o ușoară scădere a nivelului redării frecvențelor joase, care la un casetofon, de pildă, nu joacă un rol prea mare.

Ce viață are un cap normal de magnetofon? Pentru un magnetofon cu viteză de 9,5 cm/s, cu pistă dublă, folosind bandă cu granulație fină, un cap din permalloy sau mumetal durează peste 2 000 de ore și poate fi reșlefuit de două ori, pînă cînd întrefierul devine prea mare și capul trebuie schimbat. Capetele multiple durează mai puțin. Capetele mai moderne din Alfenol — aliaj de fier cu aluminiu — durează de cinci ori mai mult. Tipurile cele mai moderne din ferită, cristal ferită, sticlă ferită, au o durată de 500 de ori mai mare. Același lucru se poate spune și despre capetele de ștergere, care în majoritatea cazurilor sînt construite tot pe miezuri de ferită. Uzura depinde în primul rînd de felul de bandă folosită. O bandă mai veche, folosită mai des, este „tocită" și are un efect abraziv minim. De asemenea, viteza de tracțiune a benzii are un rol foarte însemnat. La o viteză de 4,75 cm/s uzura este minimă, la 19 cm/s problema schimbării capetelor se pune destul de des.

Despre... discuri, benzi magnetice și casete

Discuri sau benzi?

Calitatea sistemelor de reproducere a sunetului care folosesc discul sau banda de magnetofon este perfect comparabilă. Se obține și într-un caz și în celălalt, cu ajutorul unor echipamente tehnice de calitate, o reproducere de înaltă fidelitate. Pînă nu de mult, discul micro deținea supremația în limita superioară a frecvențelor. Odată cu introducerea unor noi tehnologii în construcția capetelor de magnetofon și a benzilor, redarea frecvențelor foarte înalte a încetat de a mai fi o problemă. Există încă unele mici avantaje și dezavantaje, cum ar fi, de pildă, problema uzurii. La benzile de fabricație actuală, uzura este aproape de neconceput. După unele date de test, se pot face zeci de mii de reproduceri, fără semne de uzură a benzilor, bineînțeles pe magnetofoane bine întreținute.

Cu discul nu se poate pune această problemă. Dacă discul este folosit pe un picup de foarte bună calitate, el poate fi ascultat de cîteva mii de ori, fără uzură observabilă. Dar o singură manipulare greșită, poate ruina iremediabil o porțiune sau totala înregistrare. Dacă nu se schimbă acul și se folosește un ac tocit sau spart, discurile sînt distruse. Uzura discului se manifestă nu numai prin fîșiit exagerat la redare, dar chiar prin tăierea frecvențelor înalte, zgomote și pocnituri, mergîndu-se pînă la încălecarea șanțurilor. Discul are însă un avantaj remarcabil: accesul la o frază muzicală se poate face aproape instantaneu, pe cîtă vreme la bandă sau casetă, se pierde mult timp cu derularea.

Benzile magnetice pe role

Benzile magnetice pe role sînt livrate cu o lățime de 6,25 mm (un sfert de țol), ca standard internațional. În funcție de grosime, există diferite sortimente. În

grosime sînt cuprinse: grosimea suportului din acetat de celuloză, mylar sau poliester și grosimea stratului magnetic, de oxid de fier, crom, cobalt sau chiar pilitură de fier ultrafină. Pentru comparație, iată diferitele tipuri de grosimi, livrate de producătorii de bandă:

Denumirea	*Prefix internațional*	*Grosime totală în μm*	*Grosimea stratului magnetic în μm*
Standard	SP (Standard play)	50	13
Lungă durată	LP (Long play)	35	10
Durată dublă	DP (Double play)	26	8
Durată triplă	TP (Triple play)	18	6

Bineînțeles, fabricanții își permit unele mici deviații de la standard, dar ele nu sînt esențiale. Benzile SP se folosesc, de obicei, pe aparatele profesionale, sînt foarte rezistente la tracțiune și la o exploatare îndelungată. Prezintă dezavantajul că tocește capetele magnetofonului ceva mai repede decît benzile mai subțiri, care sînt mai fin realizate. Benzile LP, DP sînt folosite curent pe magnetofoanele mici, de amator, cu viteză, de obicei, de 9,5 cm/s. Banda TP este rezervată numai unor magnetofoane speciale cu viteză redusă, de 4,75 cm/s, cu alimentare la baterie cu role de diametru mic, sub 10 cm. Se folosește din ce în ce mai rar, mai ales cînd locul magnetofoanelor mici la baterie a fost ocupat, cu succes mai mare în rîndul publicului, de casetofoane, care folosesc, de asemenea, benzi foarte subțiri, dar decupate la lățimea de 3,81 mm.

În funcție de lungimea benzii și grosimea ei, pe role de diverse diametre se pot plasa cantități foarte diferite de bandă. Durata audiției, pe o singură pistă sau stereo într-un singur sens, este dată bineînțeles de lungimea benzii și viteza de rulare.

Iată cîteva exemple de durată, funcție de conținutul în bandă al rolei:

MINUTE DE ÎNREGISTRARE

Lungimea (în metri)	*Viteza de rulare*		
	19 cm/s	*9,5 cm/s*	*4,75 cm/s*
90	7,5	15	30
135	11	22	44
180	15	30	60
270	22	44	88
360	30	60	120
540	45	90	180
730	60	120	240
1000	85	170	340

În general, cu cît o bandă este mai subțire, cu atît este mai bună curba de răspuns, extinsă în domeniul frecvențelor înalte, dar are raportul semnal/zgomot redus. În schimb, banda este mai fragilă și mai scumpă. Există benzi denumite LH, cu nivel mare, care au un raport semnal/zgomot îmbunătățit cu +6 dB. Tipurile de bandă denumite S sînt în general profesionale, pentru studio. Benzile tip H sînt pentru amatori, dar numai pentru viteze mari, 9,5 cm/s, sau 19 cm/s. Banda cu dioxid de crom posedă în prezent performanțele cele mai ridicate ca durabilitate, nivel ridicat, redarea frecvențe înalte și raport optim semnal/zgomot.

Casetele cu bandă magnetică

Casetele cu bandă magnetică destinate marelui public sînt, de obicei, de trei feluri, după durata programului înregistrat. Toate au aceleași dimensiuni exterioare de 64 × 100 × 12 mm, aceeași viteză de defilare a benzii, standardizată internațional, de 4,75 cm/s, aceeași lățime a benzii, de 3,81 mm și aceleași posibilități de folosire, compatibile fie în monofonie cu

pistă dublă, fie în stereofonie cu 2×2 piste. Durata diferită de redare este datorită grosimii de trei feluri a benzii, care permite, bineînțeles, stocarea în casetă a unor cantități diferite de bandă. Tabelul de mai jos permite o mai bună înțelegere a acestei situații:

Denumire	*Durată*	*Grosime totală*	*Grosimea stratului magnetic*	*Lungimea benzii (în m)*
C 60	2 × 30 minute	17 μm	6 μm	90
C 90	2 × 45 minute	12 μm	3,5 μm	135
C 120	2 × 60 minute	9 μm	3,5 μm	170

Majoritatea casetofoanelor pot folosi benzile C 60 și C 90. Casetofoanele cu sistem mecanic simplificat sau în stare de uzură accentuată nu pot folosi banda C 120, pe care o „șnuruiesc", o deteriorează grav. Dealtfel, s-a încercat și producerea de casete cu durată mai mare, de tip C 240 sau chiar C 360, dar pînă în prezent nu s-au obținut rezultatele scontate.

Tipul de bandă folosit poate avea stratul magnetic din oxid de fier, oxid de crom, oxid de cobalt sau pulbere fină de fier. Benzile de producție mai recentă au pe stratul de oxid o cantitate infimă, dar foarte necesară de ulei siliconic, care ușurează lunecarea benzii, fără uzură pentru capetele magnetice și ghidajele casetofonului, protejînd efectiv stratul de oxid de umiditate, care duce de multe ori la deformarea benzii.

Păstrarea benzilor magnetice

Benzile magnetice actuale sînt destul de rezistente la intemperii, dar fie că sînt benzi obișnuite, înfășurate pe bobine de plastic, fie benzi în casete, este necesar să nu fie manipulate sau păstrate defectuos, altfel viața lor este considerabil scurtată.

În primul rînd, rularea pe magnetofon sau casetofon produce o puternică electrizare a suportului de plastic al benzii. În plus, rola sau caseta se electrizează și ea, fiind tot din material plastic. Drept rezultat, pe bandă se depune praf, care la redările ulterioare oferă „goluri în audiție", din cauza îndepărtării benzii de întrefierul capului, prin granulele de praf. De aceea, imediat după audiție, caseta sau banda se reintroduc în cutia de ambalaj sau în caz că o asemenea cutie nu mai există, un săculeț de polietilenă poate proteja în mod eficient atît de praf, cît și de umezeală, alt dușman al benzilor, care produce gofrarea (ondularea) lor. Benzile sau casetele se vor păstra la temperatura camerei, în preajma unei temperaturi de +20° C. O temperatură prea mare sau prea scăzută, deteriorează suportul și poate duce la dezlipirea parțială a stratului de oxid în suficiente locuri ca banda să devină de neutilizat. De asemenea, înregistrările magnetice trebuie păzite de cîmpuri magnetice puternice, de motoare electrice, transformatoare, magneți de difuzoare, altfel apar fie ștergeri parțiale sau pe zone de bandă, fie efectul de ecou de la un strat de bandă la altul.

Dacă se păstrează banda în minimul de condiții de mai sus, este greu de constatat, cu trecerea anilor, o deteriorare a calităților înregistrării, chiar la o folosire foarte intensivă. Este bine ca unele înregistrări mai vechi, pe bandă sau casetă, să fie derulate rapid, cel puțin o dată pe an; prin aceasta își păstrează prospețimea. O ștergere a prafului de pe bandă, prin presarea benzii cu un tampon de pîslă, hîrtie creponată sau vată în momentul derulării, dă, de asemenea, bune rezultate. Depozitarea benzilor sau casetelor se poate face în rafturi, în cutii prevăzute cu etichete.

DIODE CU GERMANIU

— punctiforme

Tip	*Tensiune inversă max. (V)*	*Curent direct max. (μA)*	*Curent direct min. (mA)*	*Curnet invers max. (μA)*
EFD 107	25	30	5/1V	20/5V, 500/25V
EFD 112	50	25	5/1V	20/5V, 500/50V
EFD 106	25	30	5/1V	10/2V, 200/25V
EFD 111	25	30	5/1V	10/2V, 200/25V
EFD 108	115	30	5/1V	7/10V, 250/100V

Diode cu germaniu — punctiforme

(continuare)

Tip	Curent mediu redresat (mA)	Curent direct minim la 1V (mA)	Curent invers La tensiunea (mA)	Curent invers La tensiunea (V)	Tensiunea inversă (V)
Д 1 А	16	2,5	0,25	— 10	20
Д 1 Б	16	1	0,25	— 25	30
Д 1 В	25	7,5	0,25	— 25	30
Д 1 Г	16	5	0,25	— 50	75
Д 1 Д	16	2,5	0,25	— 75	110
Д 1 Е	12	1	0,25	—100	150
Д 1 Ж	12	5	0,25	—100	150
Д 2 А	50	50	0,25	— 7	10
Д 2 Б	16	5	0,1	— 10	30
Д 2 В	25	10	0,25	— 30	40
Д 2 Г	16	4	0,25	— 50	75
Д 2 Д	16	7	0,25	— 50	75
Д 2 Е	16	6	0,25	—100	125
Д 2 Ж	8	6	0,25	—150	175
Д 9 А	25	10	0,25	— 10	10
Д 9 Б	40	90	0,25	— 10	10
Д 9 В	20	10	0,25	— 30	30
Д 9 Г	25	30	0,25	— 30	30
Д 9 Д	30	60	0,25	— 30	30
Д 9 Ж	15	10	0,25	—100	100
Д 10	3	—	0,1	— 10	10
Д 10 А	5	—	0,2	— 10	10
Д 10 Б	8	—	0,2	— 10	10
Д 11	20	100	0,1	— 10	30
Д 12	20	50	0,07	— 10	50
Д 12 А	20	100	0,05	— 10	50
Д 13	20	100	0,05	— 10	50
Д 14	20	30	0,07	— 10	100
Д 14 А	20	100	0,07	— 10	100

Diode cu germaniu — punctiforme

(continuare)

Tip	Curent mediu redresat (mA)	Curent direct minim la 1V (mA)	Curent invers La tensiunea (mA	Curent invers La tensiunea (V)	Tensiunea inversă (V)
Д 101	30	—	0,01	—	75
Д 101 А	30	1	0,01	—	75
Д 102	30	—	0,01	—	50
Д 102 А	30	1	0,01	—	50
Д 103	30	—	0,03	—	30
Д 103 А	30	1	0,03	—	30
Д 104	30	1	0,03	—	75
Д 104 А	30	1	0,01	—	75
Д 105	30	—	0,01	—	50
Д 105 А	30	1	0,01	—	50
Д 106	30	—	0,03	—	30
Д 106 А	30	—	0,03	—	30
ДГ—Ц 1	16	2	1	— 50	50
ДГ—Ц 2	16	5	0,5	— 50	50
ДГ—Ц 3	16	2,5	0,1	— 50	50
ДГ—Ц 4	16	5	0,8	— 75	75
ДГ—Ц 5	16	2	0,25	— 75	75
ДГ—Ц 6	16	5	0,8	—100	100
ДГ—Ц 7	16	2	0,25	—100	100
ДГ—Ц 8	25	10	0,5	— 30	30
ДГ—Ц 9	16	10	0,1	— 10	30
ДГ—Ц 10	16	5	0,06	— 10	30
ДГ—Ц 12	16	5	0,5	— 10	30
ДГ—Ц 13	16	1	0,25	— 10	30
ДГ—Ц 15	8	1,5	0,8	—150	150
ДГ—Ц 16	8	1,5	0,25	—150	150
ДГ—Ц 17	8	1,5	0,8	—200	150

DIODE CU GERMANIU

— de putere, cu joncțiune

Tip	*Curent mediu redresat (A)*	*Tensiune inversă (V)*
Д 7 А (ДГ—Ц21)	0,3	50
Д 7 Б (ДГ—Ц22)	0,3	100
Д 7 В (ДГ—Ц23)	0,3	150
Д 7 Г (ДГ—Ц24)	0,3	200
Д 7 Е (ДГ—Ц25)	0,1	300
Д 7 Е (ДГ—Ц26)	0,1	350
Д 7 Ж (ДГ—Ц27)	0,1	400
Д 202	0,4	100
Д 203	0,4	200
Д 204	0,4	300
Д 205	0,4	400
Д 206	0,1	100
Д 207	0,1	200
Д 208	0,1	300
Д 209	0,1	400
Д 210	0,1	500
Д 211	0,1	600
Д 302	1	200
Д 303	3	150
Д 304	5	100
Д 305	10	50

Diode cu germaniu — de putere cu joncțiune

(continuare)

Tip	*Tensiune (V)*	*Curent maxim redresat (la + 25°C, în A)*
EFR 106/1	50	5
EFR 106/2	50	7
EFR 105/1	100	4
EFR 105/2	100	6,5

TRANZISTOARE CU GERMANIU *(pnp)*

— de radiofrecvență

T_{ip}	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M *(mW)*
AF 102	> 20/1	180	25	10	50/45
AF 106	50 (> 25)/1	220	18	10	60/45
AF 109	100 (> 20)/2	280	18	12	60/45
AF 109	50 (> 20)/1,5	—	15	10	60/45
AF 114,5	150/1	75	20	10	50/45
AF 116	150/1	75	20	10	45/45
AF 117	150/1	75	20	10	45/45
AF 118	180 (> 35)/10	175	70	30	375/30
AF 121	75/3	270	25	12	100/45
AF 124, 5	140 (> 40)/1	75	32	10	60/30
AF 126, 7	140 (> 40)/1	75	32	10	60/30
AF 134	110/1	55	18	—	60/45
AF 135	100/1	50	18	—	60/45
AF 136	80/1	40	18	—	60/45
AF 137	60/1	35	18	—	60/45
AF 138	100 (> 60)/1	40	18	—	60/45
AF 139	50 (> 10)/1,5	550	15	10	60/30
AF 166	85 /1,5	—	30	10	80/25
AF 170	80 /1	—	24	10	80/25
AF 171, 2	225 /1	—	24	10	80/25
AF 178	> 20/1	> 180	25	10	110/30
AF 179	100 (> 33)/3	270	25	15	180/45
AF 181	60 (> 20)/3	170	30	20	156/45
AF 185	150/10	80	32	30	120/30

Tranzistoare cu germaniu *pnp*-de radiofrecvență

(continuare)

T_{ip}	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M *(mW)*
AF 187, 8	—	5	18	100	150/25
AF 200, 1	85 (> 30)/3	—	25	10	225/45
AF 202, S	85 (> 20)/3	—	25	30	225/45
AF 239	33 (> 10)/2	650	20	10	60/45
AF 240	25 (> 10)/2	650	20	10	60/45
AF 251	30 (> 10)/2	750	15	10	90/45
AF 256	28 (> 10)/1	> 170	18	10	90/45
AF 279	50 (> 10)/2	> 600	20	10	60/45
AF 280	25 (> 10)/2	> 600	20	10	60/45
GF 100	70 (> 20)/2	5	10	15	50/25
GF 105, 8	110 (> 20)/2	10,5	10	15	50/25
GF 120, 1,2	50/1	30	15	10	75/25
GF 126, 8	> 40/1	—	20	10	50/45
GF 129, 30	> 40/1	75	20	10	30/25
GF 131, 2	> 40/1	85	20	10	30/25
GF 139	> 40/1	—	20	10	50/45
OC 44	45...225/1	15	15	10	50/45
OC 45	25...125/1	6	15	10	50/45
OC 46, 7	20...80/15	> 3	20	125	50/45
OC 169	100/1	70	20	10	50/25
OC 170	100/1	70	20	10	50/25

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SA 12 ,13	55/1	8
2 SA 15	60/1	12
2 SA 29	60/1	—
2 SA 30	75/1	10
2 SA 31	50/1	5
2 SA 33	65/1	6
2 SA 35	75/1	10
2 SA 36	50/1	5
2 SA 43	60/1	30
2 SA 49	70/1	10
2 SA 50	70/1	14
2 SA 52	70/1	7
2 SA 53	49/1	5
2 SA 57	80/1	85
2 SA 52	80/1	75
2 SA 60	70/1	55
2 SA 65	70/1	6
2 SA 69,70	150/1	70
2 SA 71	150/1	100
2 SA 72	49/1	40
2 SA 73	49/1	35
2 SA 74	70/5	70
2 SA 75	70/20	30
2 SA 76	70/1	130
2 SA 77	70/1	110
2 SA 78	70/1	25
2 SA 92	70/1	50
2 SA 93	49/1	45
2 SA 101	30/1	15
2 SA 102	40/1	25
2 SA 103	50/1	35
2 SA 104	100/1	50

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SA 105	50/1	75
2 SA 106	50/1	30
2 SA 107	40/1	20
2 SA 108	70/1	45
2 SA 109, 10	60/1	30
2 SA 111	40/1	20
2 SA 112	45/1	20
2 SA 113	45/1	20
2 SA 114	40/1	20
2 SA 115	—	30
2 SA 116	—	120
2 SA 117	—	110
2 SA 118	—	100
2 SA 121, 2,3	24/1	100
2 SA 124	32/1	120
2 SA 125	49/1	120
2 SA 127	—	25
2 SA 128, 9	—	20
2 SA 136	75/1	10
2 SA 137	50/1	5
2 SA 141	70/1	4
2 SA 142	70/1	8
2 SA 143	70/1	15
2 SA 144	100/1	12
2 SA 145	50/1	6
2 SA 153	60/1	60
2 SA 154	20/1	50
2 SA 155	30/1	55
2 SA 156	50/1	55
2 SA 157	50/1	65
2 SA 159	50/1	55
2 SA 160	60/1	55

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SA 161	13/20	—
2 SA 162	25/20	—
2 SA 163	66/20	—
2 SA 164	13/20	—
2 SA 165	25/20	—
2 SA 166	66/20	—
2 SA 167	70/1	9
2 SA 168, A	70/1	9
2 SA 172	40/200	8
2 SA 175	80/1	85
2 SA 183	30/1	16
2 SA 188	75/1	10
2 SA 189	65/1	6
2 SA 201	50/1	8
2 SA 202	55/1	12
2 SA 203	30/1	5
2 SA 204	75/1	6
2 SA 218	48/1	25
2 SA 219	50/1	40
2 SA 220	150/1	50
2 SA 221	75/1	50
2 SA 222	130/1	70
2 SA 223	50/1	64
2 SA 224	80/1	80
2 SA 225	—	100
2 SA 226	120/1	95
2 SA 227	—	80
2 SA 228	70/1	30
2 SA 229, 30	10/2	750
2 SA 234	70/1	120
2 SA 235	90/1	135
2 SA 238	30/5	700
2 SA 239	10/2	300
2 SA 240	20/2	300

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SA 241	100/1	230
2 SA 244	30/5	600
2 SA 245	30/5	700
2 SA 246	70/5	155
2 SA 254	80/1	10
2 SA 255	50/1	5
2 SA 256	75/1	60
2 SA 257	60/1	50
2 SA 258	45/1	40
2 SA 259	45/1	30
2 SA 260	10/2	200
2 SA 261, 2 3	10/2	400
2 SA 264, 5	10/2	600
2 SA 266	75/1	60
2 SA 267	60/1	50
2 SA 268	45/1	40
2 SA 269	45/1	30
2 SA 270	75/1	50
2 SA 271	60/1	30
2 SA 272	45/1	20
2 SA 273	45/1	40
2 SA 274	40/1	30
2 SA 275	60/1	45
2 SA 276	60/10	210
2 SA 277	50/24	3,5
2 SA 278	100/24	11
2 SA 279	100/10	80
2 SA 282	80/100	6
2 SA 283	80/100	10
2 SA 284	80/100	14
2 SA 291	40/4	100
2 SA 292	40/4	200
2 SA 293	40/4	300
2 SA 294	40/4	400

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SA 295	50/10	—
2 SA 304	70/1	4,5
2 SA 305	70/1	10
2 SA 313	60/1	40
2 SA 314	100/1	40
2 SA 315	110/1	55
2 SA 316	110/1	75
2 SA 321	40/1	25
2 SA 322	40/1	30
2 SA 323	—	35
2 SA 324	—	60
2 SA 331	100/1	50
2 SA 338	30/1	20
2 SA 339	60/1	30
2 SA 340, 1	100/1	70
2 SA 342	100/1	100
2 SA 343	100/1	150
2 SA 344	200/10	100
2 SA 345,6 7	30/3	250
2 SA 350	90/1	50
2 SA 351	70/1	35
2 SA 352	75/1	40
2 SA 353, 4	70/1	35
2 SA 355	90/1	40
2 SA 356	80/1	25
2 SA 357	80/1	30
2 SA 358	90/1	20
2 SA 359	30/5	250
2 SA 373	40/5	640
2 SA 374	100/150	300
2 SA 377	100/1	> 230
2 SA 378	100/1	> 290
2 SA 379	100/1	> 350
2 SA 385	120/1	10
2 SA 400	70/1	70
2 SA 401	70/1	230
2 SA 419	20/2	> 350
2 SA 420	20/2	> 300
2 SA 421	25/2	> 400
2 SA 422	25/2	> 500
2 SA 427	60/1	45
2 SA 428	80/1	50
2 SA 431	—	500
2 SA 432	16/1	—
2 SA 433	60/1	45
2 SA 434, 5	> 10/3	400
2 SA 436,7 8	> 10/3	400
2 SA 440	80/2	200
2 SA 447	80/2	650
2 SA 448	40/3	1600
2 SA 453	6/1	600
2 SA 454	12/1	600
2 SA 455	24/1	600
2 SA 456	48/1	600
2 SA 457	200/1	45
2 SA 468	70/1	30
2 SA 469	50/1	30
2 SA 470	75/1	30
2 SA 471	55/1	30
2 SA 472	80/1	30
2 SA 474	50/1	70
2 SA 475	70/1	30
2 SA 476	70/1	130
2 SA 477	70/1	70
2 SA 478	60/400	25
2 SA 479	50/200	25
2 SA 517, 8	60/1	80
2 SA 538	70/1	8

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	*Voltaj maxim pe colector (V)*	*Ic max. (mA)*	*Pc max. (mW)*	F_t *(MHz)*
EFT 106	18	100	150	3
EFT 107	18	100	150	7
EFT 108	18	100	150	13
EFT 106 A	24	250	150	5
EFT 107 A	24	250	150	7
EFT 108 A	24	250	150	14
EFT 117	25	10	120	40
EFT 119	20	10	150	30
EFT 120	25	10	120	35

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de radiofrecvență
(continuare)

Tip	U_c *(V)*	P_c *(mW)*	I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
П 12	—6	30	5	5
П 401	—5	100	10	30
П 402	—5	100	10	60
П 403	—5	100	10	120
П 403 А	—5	100	10	120
П 404	—3	10	5	10
П 404А	—3	10	5	10
П 405	—3	10	5	20
П 405А	—3	10	5	20
П 406	—6	30	5	10
П 407	—6	30	5	20
П 410	—5	100	5	200
П 410А	—5	100	5	200
П 411	—5	100	5	400
П 411А	—5	100	5	400

TRANZISTOARE CU GERMANIU *(npn)*
— de radiofrecvență

Tip	β/Ic *(mA)*	Ft *(MHz)*
2 SC 34	30/200	3,5
2 SC 35	65/200	4,5
2 SC 36	100/200	9
2 SC 50	45/1	12
2 SC 60	50/1	5
2 SC 73	41/1	20
2 SC 75, 6, 7	24/1	10
2 SC 78	49/1	20
2 SC 89	> 20/20	3
2 SC 90	> 20/200	5
2 SC 91	> 20/200	10
2 SC 128	30/100	5,5
2 SC 129	45/100	8
2 SC 173	41/1	20
2 SC 175, 6, 7	24/1	10
2 SC 178	49/1	20
2 SC 179	> 20/20	3
2 SC 180	> 20/200	5
2 SC 181	> 20/200	10

TRANZISTOARE CU GERMANIU *(pnp)*

— de audiofrecvență

Tip	*Tensiune colector (maximă în volți)*	I_c *max. (mA)*	P_c *max. (mW)*	F_t *(MHz)*	β
EFT 151	24	150	200	1,2	30
EFT 152	24	150	200	1,6	50
EFT 153	24	150	200	2,4	80
EFT 121	24	250	200	1,3	30
EFT 121 A	24	250	200	1	30
EFT 122	24	250	200	1,6	50
EFT 122 A	24	250	200	1,2	50
EFT 123	24	250	200	2,6	80
EFT 124	24	500	350	1	30
EFT 124 A	45	500	350	1	30
EFT 125	24	500	350	2	70
EFT 125 A	45	500	350	1,5	50
EFT 130	24	500	550	1	30
EFT 130 A	45	500	550	1	30
EFT 131	24	500	550	2	70
EFT 131 A	45	500	550	1,5	50

Notă. Tranzistoare produse la IPRS Băneasa. Tranzistoarele de producție franceză au aceleași caracteristici dar au prefixul SFT. Tranzistoarele de tip mai nou, montate în capsulă miniatură au prima cifră (1) înlocuită cu cifra 3.

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de audiofrecvență
(continuare)

Tensiunea maximă admisă: 30 volți.

Tip	U_c *(V)*	P_c *(mW)*	I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
П 5 А	—2	25	10	—
П 5 Б	—2	25	10	0,3
П 5 В	—2	25	10	0,3
П 5 Г	—2	25	10	0,3
П 5 Д	—2	25	10	0,3
П 5 Е	—2	25	10	0,3
П 6 А	—5	150	10	0,1
П 6 Б	—5	150	10	0,5
П 6 В	—5	150	10	0,5
П 6 Г	—5	150	10	1
П 6 Д	—5	150	10	0,5
П 7	—2	45	45	—
П 13	—5	150	10	0,5
П 13 А	—5	150	10	0,5
П 13 Б	—5	150	10	0,5
П 14	—5	150	10	1
П 15	—5			2
П 16	—10	150	10	1
П 16 А	—10	150	10	1
П 16 Б	—10	150	10	1
П 20	—5	150	—	1
П 21	—5	150	—	1
П 21 А	—5	150	—	1

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 16 A	> 20/50	600
2 SB 17 A	> 20/50	600
2 SB 18 A	> 20/50	600
2 SB 19	> 20/50	2500
2 SB 20	> 20/50	2500
2 SB 21	> 20/50	2500
2 SB 22	95/30	75
2 SB 23	—	10
2 SB 24	—	10
2 SB 25	> 35/1000	1500
2 SB 26	> 35/1000	1500
2 SB 26 A	> 35/1000	1500
2 SB 27	35/200	500
2 SB 28	60/200	500
2 SB 29	120/200	500
2 SB 32	40/1	50
2 SB 33	80/1	50
2 SB 34	85/1	150
2 SB 37	80/1	50
2 SB 38	85/1	150
2 SB 39	65/0,5	2
2 SB 40	100/100	100
2 SB 41	> 35/1000	1200
2 SB 42	> 35/1000	1200
2 SB 43 A	70/50	150
2 SB 44	110/1	50
2 SB 48	42/20	100
2 SB 49	83/20	100
2 SB 50	131/20	100
2 SB 51	43/20	200
2 SB 52	83/20	200

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 53	73/20	250
2 SB 54	150/1	50
2 SB 55	80/50	50
2 SB 56	80/50	50
2 SB 56 A	80/50	150
2 SB 57	65/1	100
2 SB 59	70/50	100
2 SB 60	65/1	50
2 SB 60 A	70/50	50
2 SB 61	85/1	50
2 SB 62	> 30/50	500
2 SB 63	> 30/50	500
2 SB 64	> 35/1000	6000
2 SB 66	70/1	70
2 SB 67, A	45/1	150
2 SB 68	60/5	100
2 SB 69	> 35/1000	6000
2 SB 75	55/1	100
2 SB 75 A	55/1	100
2 SB 77	70/1	100
2 SB 77 A	70/1	100
2 SB 89	65/150	150
2 SB 89 A	65/150	150
2 SB 94	150/1	50
2 SB 98, 9	120/1	150
2 SB 100, 1	60/1	50
2 SB 107	> 20/300	2000
2 SB 107A	> 20/1000	2000
2 SB 110	30/1	50
2 SB 111	45/1	50
2 SB 112	60/1	50

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 113	80/1	50
2 SB 114	65/20	50
2 SB 115	85/20	50
2 SB 116	110/20	50
2 SB 117	140/20	50
2 SB 120	70/2	20
2 SB 121	60/5	100
2 SB 122	> 35/1000	1500
2 SB 126	30/3000	3500
2 SB 127	50/3000	3500
2 SB 128	25/6000	6000
2 SB 128A	25/6000	6000
2 SB 129	> 30/6000	6000
2 SB 130	20/1500	1500
2 SB 131	> 35/1000	1500
2 SB 131A	> 35/1000	8000
2 SB 132	> 35/1000	1500
2 SB 132A	> 35/1000	8000
2 SB 134	70/0,5	50
2 SB 135	70/1	50
2 SB 136	120/50	150
2 SB 136A	120/50	300
2 SB 137	> 30/750	2000
2 SB 138	> 30/750	2000
2 SB 140	70/1000	1500
2 SB 141	70/1000	1500
2 SB 142	> 12/1000	1000
2 SB 143	> 23/1000	1000
2 SB 144	> 45/1000	1000
2 SB 145	37/1000	1000
2 SB 146	75/1000	1000
2 SB 147	> 28/1000	1500
2 SB 150	60/5	40
2 SB 151	> 30/3000	5000

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 152	> 30/3000	5000
2 SB 156A	45/1	300
2 SB 167	120/150	500
2 SB 168	60/1	100
2 SB 169	85/1	100
2 SB 170	30/0,5	10
2 SB 171	50/3	10
2 SB 172	50/100	150
2 SB 173	50/1	10
2 SB 175	90/3	10
2 SB 176	100/100	125
2 SB 177	65/300	—
2 SB 178	65/300	300
2 SB 178A	65/300	300
2 SB 180	> 20/500	500
2 SB 180A	> 25/500	500
2 SB 181	> 20/500	500
2 SB 181A	> 25/500	500
2 SB 185	45/30	50
2 SB 186	170/30	50
2 SB 187	100/30	50
2 SB 188	—	50
2 SB 189	75/100	250
2 SB 199	90/1	300
2 SB 200	> 30/150	400
2 SB 200A	> 30/150	400
2 SB 201	150	150
2 SB 202	> 70/150	400
2 SB 203	40/15A	20 A
2 SB 204	100/15A	30 A
2 SB 205	40/15A	20 A
2 SB 206	100/15A	30 A
2 SB 207,A	40/15A	20 A

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 203, A	100/15A	30 A
2 SB 209	40/15A	20 A
2 SB 210	100/15A	30 A
2 SB 211	40/15A	20 A
2 SB 212	100/15A	30 A
2 SB 213, A	40/15A	20 A
2 SB 214, A	100/15A	30 A
2 SB 215	> 20/1000	3000
2 SB 216	> 25/200	1500
2 SB 217	> 25/200	1500
2 SB 218	50/200	500
2 SB 219	31/20	200
2 SB 220	50/20	200
2 SB 221	72/20	200
2 SB 222	97/20	200
2 SB 223	150/20	200
2 SB 224	35/20	500
2 SB 225, 6	73/20	500
2 SB 227	91/20	500
2 SB 235	> 25/5000	15 A
2 SB 236	> 25 5000	15 A
2 SB 237	> 25/5000	15 A
2 SB 239	> 30/300	1000
2 SB 239A	> 30/300	1000
2 SB 240	> 30/300	1000
2 SB 240A	> 30/300	1000
2 SB 241	> 30/300	1000
2 SB 241A	> 30/300	1000
2 SB 242	> 20/300	1000
2 SB 242A	<20/300	1000
2 SB 243	> 40/300	1000
2 SB 243A	> 40/300	1000
2 SB 244	> 20/300	1000
2 SB 245	> 40/300	1000

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 247	> 40/2000	5000
2 SB 248	> 40/2000	5000
2 SB 248A	> 40/2000	5000
2 SB 249	> 40/2000	5000
2 SB 250	> 20/2000	5000
2 SB 250A	> 20/2000	5000
2 SB 251	> 40/2000	5000
2 SB 251A	> 40/2000	5000
2 SB 252	> 20/2000	5000
2 SB 252A	> 20/2000	5000
2 SB 253	> 40/2000	5000
2 SB 253A	> 40/2000	5000
2 SB 254	> 50/200	600
2 SB 255	> 30/200	600
2 SB 256	100/200	600
2 SB 257	125/1	5
2 SB 258	> 40/5000	15 A
2 SB 259	> 40/5000	15 A
2 SB 260	> 40/5000	15 A
2 SB 261	45/1	30
2 SB 262	90/1	30
2 SB 263	60/1	150
2 SB 264	65/0,5	50
2 SB 265	100/100	100
2 SB 268	70/150	150
2 SB 271	80/100	—
2 SB 272	200/100	—
2 SB 273	150/100	—
2 SB 290	125/1	40
2 SB 291	100/1	150
2 SB 292	85/0,5	—
2 SB 292A	> 40/50	150
2 SB 295	> 30/1000	5000
2 SB 302	80/1	2

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 303	—	20
2 SB 304	70/50	500
2 SB 304A	70/50	500
2 SB 306	60/2	20
2 SB 309	> 30/1000	8000
2 SB 310	> 30/1000	8000
2 SB 311	> 30/1000	10 A
2 SB 318	> 40/1000	5000
2 SB 319	> 40/1000	5000
2 SB 320	> 40/1000	10 A
2 SB 324	90/300	500
2 SB 325	> 20/50	500
2 SB 326	65/20	500
2 SB 327	110/20	500
2 SB 328	80/20	300
2 SB 329	150/20	300
2 SB 330	35/2	150
2 SB 331, 2	> 20/5000	—
2 SB 333, 4	> 25/5000	—
2 SB 335	70/1	60
2 SB 336	80/60	60
2 SB 337	50/4000	7000
2 SB 338	50/4000	7000
2 SB 339	35/8000	10 A
2 SB 340, 1	35/8000	10 A
2 SB 342, 3	> 25/5000	6000
2 SB 345	125/2	100
2 SB 346	220/2	100
2 SB 348	180/2	100
2 SB 349	150/10	—
2 SB 350	100/30	50
2 SB 351	> 30/5000	15 A
2 SB 352	> 30/5000	15 A
2 SB 353, 4	> 30/5000	15 A

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 358	> 10/4000	6000
2 SB 359	> 10/4000	10 A
2 SB 360	> 10/4000	10 A
2 SB 361	90/4500	5000
2 SB 362	90/4500	7000
2 SB 364	90/100	400
2 SB 365	60/100	400
2 SB 367	60/500	1000
2 SB 368	110/500	1000
2 SB 370	100/150	500
2 SB 370A	100/150	500
2 SB 371	125/50	200
2 SB 372	70/200	1000
2 SB 373	150/200	1000
2 SB 374	150/200	1000
2 SB 375	> 25/8000	9000
2 SB 376	50/300	300
2 SB 377	134/50	150
2 SB 378	42/20	150
2 SB 379	84/20	150
2 SB 380	170/20	150
2 SB 381	42/20	300
2 SB 382	84/20	300
2 SB 383	84/20	500
2 SB 389	100/0,5	10
2 SB 390	> 25/5000	6000
2 SB 391	> 25/5000	6000
2 SB 400	100/1	40
2 SB 401	60/300	300
2 SB 402	60/300	300
2 SB 403	50/300	300
2 SB 405	120/200	1000
2 SB 407	80/1000	7000
2 SB 410, 1	60/1000	15 A

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 413	70/500	1500
2 SB 414	70/500	1500
2 SB 415	80/300	1000
2 SB 421	70/150	600
2 SB 424	> 25/1000	3000
2 SB 425	> 25/1000	3000
2 SB 426	> 25/1000	3000
2 SB 427	60/100	500
2 SB 428	90/100	500
2 SB 430	> 10/20A	20 A
2 SB 431	120/150	500
2 SB 432	> 40/5000	5000
2 SB 433	> 30/5000	15 A
2 SB 439, 40	130/1	150
3 SB 443 4A	110/1	10
3 SB 443, 4B	190/1	10
2 SB 445	> 40/1000	1500
2 SB 446	> 40/1000	1500
2 SB 447	> 15/6000	6000
2 SB 448	> 20/3000	3500
2 SB 449	> 30/1000	1000
2 SB 457	110/150	500
2 SB 457A	110/150	500
2 SB 458	65/500	1000
2 SB 458A	65/500	1000
2 SB 458B	65/500	1000

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SB 459, 60	180/1	50
2 SB 462	> 30/500	2000
2 SB 463	> 30/500	2000
2 SB 464	> 30/1000	6000
2 SB 465	> 34/1000	6000
2 SB 466	> 25/500	500
2 SB 467	> 25/500	500
2 SB 468, A	> 14/4000	10 A
2 SB 470	160/1	50
2 SB 471, 2	> 50/1000	10 A
2 SB 473	> 40/500	1000
2 SB 474	100/200	2000
2 SB 475	60/150	300
2 SB 481	> 30/1000	1000
2 SB 483	> 40/10A	15 A
2 SB 484, 5	> 40/10A	15 A
2 SB 486	200/1	50
2 SB 487	> 30/300	500
2 SB 488	> 30/300	500
2 SB 492	100/200	1000
2 SB 493	> 43/3000	5000
2 SB 494	> 38/150	1000
2 SB 495A	110/150	1000
2 SB 496	> 60/50	250
2 SB 497	90/1	30

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_i *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
AC 107	35...160/0,3	> 2	15	10	50/45
AC 116	55...140/4	1	30	200	100/45
AC 117	115(> 40)/150	1	32	2000	180/45
AC 121	30...250/100	1,5	20	300	900/45
AC 122,/30	40...300/2	1,5	30 18	200	225/45 90/45
AC 123	55...100/4	1	45	200	200/45
AC 124	65(> 40)/150 60/300	0,7	45 32	2000	180/45 1100/45
AC 125, 6	130(> 62)/2	1,7	32	100	170/25
AC 127 *(npn)*	100/20...200	2,5	32	500	340/55
AC 128	60...175/300 > 45/50...100	1,5 > 1	32	1000	700/25 220/25
AC 130	> 25/10	> 2	15	100	145/25
AC 131, /30	100/50 120(> 40)/300	1	30 18	2000	750/45 150/45
AC 132	115/50	1,2	32	200	500/25
AC 138, H	30...250/5	1,5	32	1200	220/25
AC 139	40...180/400	—	40	1000	750/25
AC 141, K *(npn)*	40...160/400	3	32	1200	220/25
AC 141 B *(npn)*	30...250/1	3	25	1200	220/25
AC 141 H, HK *(npn)*	40...110/400	2	40	1200	220/25
AC 142, B, H, K		1,5		1200	

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
AC 150	55...140/2	1,5	30	50	60/45
AC 151	50/10 40/200	1,5	24 32	200	900/45 150/45
AC 152	30...150/100 60%/500	1,5	24 32	500	900/45 150/45
AC 153, k	50...250/300	1,5	32	2000	150/45
AC 160	35...250/0,5	> 2	10	10	30/45
AC 162, 3	100(> 50)/2 90/100	1,7 > 1,3	24 32	200	900/45 150/45
AC 170, 1	125(> 50)/2	2	32	200	90/45
AC 172 *(npn)*	45...110/0,5	2,5	32	10	200/25
AC 175 *(npn)*	60...165/150 150/300	2,5	25 18	2000	180/45 1100/45
AC 176,k *(npn)*	50...250/300 30/1000	3	18 32	1000	800/55 150/45
AC 178 AC 179 *(npn)*	60...400/150 60...400/150	2 4	20 20	1200 1200	180/45 180/45
AC 180	50...250/600 80%/1000	> 1	32 24	1000	300/25 650/25
AC 180 k	50...250/600 80%/1000	> 1	32 24	1000	2500 3000/25
AC 181, k *(npn)*		> 1		1000	
AC 182	50...250/1	4	18	150	200/25
AC 184 AC 185 *(npn)*	50...250/200 50...250/200	3 4	24 24	500 500	225/25 225/25
AC 186 *(npn)*	120(> 60)/150	2	30	1200	750/45

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
AC 187 k *(npn)*	100...500/300 > 65/1000	3	15 25	2000	800/55 1100
AC 188 k	100...500/300	1,5	15	2000	800/55
AC 191, 2 AC 193, K	30...500/1 130...400/400	7 3	32 25	250 2000	185/25 1000/50
OC 57, 8, 9 OC 60	20...35/0,5 100/5	— —	7 7	10 10	10/35 10/35
OC 70, 1	20...40/0,5	0,3	30	50	75/45
OC 72	45...120/10	0,5	32	125	75/45
OC 74	100/50	1,5	20	300	550/25
OC 75	65...130/3	0,7	30	50	75/45
OC 76	25...170/125	0,9	32	250	75/45
OC 77	> 25/125	> 0,35	60	250	75/45
OC 79	24...85/300	1	26	300	550/25
OC 80	85/600	2	32	600	550/25
OC 139	20...85/15	6	20	250	140/25
OC 140, 1	50...150/15	12	20	400	140/25
OC 303	18...35/1	—	32	50	67/45
OC 304/1, 2	30...60/1	1	32	50	67/45
OC 304/3	70...130/1	1	32	50	67/45
OC 305/1, 2	110...220/1	1,6	32	50	67/45
OC 306/1, 2, 3		1	32	50	67/45
OC 307/1, 2	20...40/250	1,5	32	250	110/45
GC 100, 1	30...140/2	2	10	15	50/25
GC 102, 3, 4	29...300/2	> 1,2	10	150	50/25
GC 111, 2	11...25/2	—	80	125	120/25
GC 115, 6	10...35/2	> 0,5	20	125	120/25
GC 117, 8	30...140/2	> 0,5	20	125	120/25
GC 120, 1	10...35/125	> 0,5	20	150	120/25
GC 122, 3	30...140/125	> 0,5	30	150	120/25
GC 300, 1	18...140/50	—	20	500	400/45

TRANZISTOARE CU GERMANIU *(npn)*

— de audiofrecvență

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SD 11	70/20	300
2 SD 30	150/100	200
2 SD 31	50/100	125
2 SD 32	100/100	125
2 SD 33	60/1	50
2 SD 34	60/1	150
2 SD 35	90/1	60
2 SD 36	125/60	60
2 SD 37	60/1	50
2 SD 38	60/1	150
2 SD 43 A	70/50	150
2 SD 44	85/1	50
2 SD 61, 2	50/10	100
2 SD 63	50/10	100
2 SD 64	100/10	100
2 SD 65	50/10	100
2 SD 66	25/10	100
2 SD 72	120/200	600
2 SD 75	40/1	100
2 SD 75 A	40/1	100
2 SD 77	85/50	100
2 SD 77 A	85/500	100
2 SD 101	75/150	600
2 SD 104	90/100	400
2 SD 105	60/100	400
2 SD 162	60/3	30
2 SD 167	120/150	500
2 SD 178	90/300	300
2 SD 178 A	90/300	300
2 SD 186	150/10	150
2 SD 187	150/30	150
2 SD 195	70/50	50

Tranzistoare cu germaniu *(npn)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	U_c *(V)*	P_c *(mW)*	I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
1NU70	—10	30	4	0,1
2NU70	—20	50	4	0,2
3NU70	—20	50	4	0,2
101NU70	+20	30	3	0,2
102NU70	+25	50	5	0,5
103NU70	+25	50	5	0,5
104NU70	+25	50	5	0,5
152NU70	+ 8	25	≥ 2	≥ 2
153NU70	+10	25	10	≥ 1
154NU70	+10	25	10	$> 2{,}5$

Tensiunea maximă admisibilă: 20 volți.

Tip	U_c *(V)*	P_c *(mW)*	I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
П 8	+5	150	100	0,1
П 9	+5	150	100	0,5
П 9 А	+5	150	100	0,5
П 10	+5	150	100	1
П 11	+5	150	100	1,6

TRANZISTOARE CU GERMANIU *(pnp)*

— de putere

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(W/°C)*
AD103	—	—	30	15 A	45 W
AD 104	—	—	45	10 A	45 W
AD 105	—	—	60	8 A	45 W
AD 130, 1	20...100/1000	0,35	30	3000	30 W/45
	60%/3000		32		12 W
AD 132	20...100/1000	0,35	60	3000	30 W/45
	60%/3000		80		12 W
AD 133	20...100/5000	0,3	32	15 A	36 W/45
	60%/15A		50		20 W
AD 136	20...100/5000	0,3	30	10 A	11 W/45
	70%/10 A		40		5 W
AD 138,/50	65(> 40)/400	—	30	15 A	30 W/45
	33(> 20)/8000		40		43 W/25
AD 139	33...110/1000	—	32	3000	13 W/38
AD 140	30...100/1000	—	55	3500	35 W/38
AD 142, 3, 5	30...170/1000	0,5	80	10 A	30 W/55
AD 148	30...100/1000	0,45	32	2000	13 W/45
	90%/2000		32		5 W
AD 149, 50	30...100/1000	0,5	30	3500	28 W/45
	85%/3000		50		10 W
AD 152	40...150/300	1	45	2000	6 W/45
AD 155	> 40/300	—	25	2000	6 W/45
AD 159	48(> 15)/5000	0,3	40	8000	9 W/45
AD 160	105(> 50)/5000	0,3	40	10 A	9 W/45

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de putere

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(W/°C)*
AD 161 *(npn)*	50...300/500	3	20	2500	3 W/64
AD 162	50...300/500	1,5	20	2500	6 W/45
AD 163	12...60/1000	0,35	80	3000	30 W/45
	55%/3000		100		12 W
AD 164	150/500	—	20	2000	6 W/45
AD 165 *(npn)*	150/500	—	20	2000	6 W/45
AD 166, 7	80(> 60)/1000	3	40	5000	27 W/45
AD 169	80/50...500	—	26	2000	6 W/45
AL 100, 1	50...200/5000	5	60	10 A	30 W/55
AL 102	100...250/1000	4	50	5000	30 W/55
AL 103	40...250/1000	3	40	5000	30 W/55
ASZ 15	20...55/1000	0,3	60	10 A	30 W/45
ASZ 16	45...130/1000	0,34	32	10 A	30 W/45
ASZ 17	25... 75/1000	0,32	32	10 A	30 W/45
ASZ 18	30...110/1000	0,32	32	10 A	30 W/45
ADY 26	40...120/5000	—	60	30 A	100 W/30
	25(> 15)/25A		80		65 W/50
ADY 27	30...100/1000	0,5	32	3500	28 W/45
ADY 28	30...50/2000	0,5	80	6000	45 W/25
ADZ 11	> 25/5000	> 0,08	40	20 A	45 W/45
ADZ 12	> 25/5000	0,1	60	20 A	45 W/45
2 N 155	> 24/500	—	30	3000	50 W/25
2 N 173	35...70/5000	—	40	15 A	70 W/25
2 N 174, A	25...50/5000	> 0,1	60	15 A	70 W/25
2 N 176	25...90/500	—	30	7000	90 W/25
2 N 178	50/500	—	30	3000	90 W/25

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de putere

(continuare)

Tip	β/*I* (*mA*)	*Ft* (*MHz*)	*UCM* (*V*)	*IGM* (*mA*)	*PM/T* (*W/°C*)
OC 22, 3, 4	200/100 150(> 50)/1000	2,5	32 47	1000	17 W/25 10 W/45
OC 26 OC 30	20...55/1000 28/800	— 0,3	40 32	3500 1400	12 W/75 4 W/45
SFT 190 SFT 211 SFT 213 SFT 214	70/1000 30...50/2000 30...100/2000 20...100/2000	0,4 0,5 0,5 0,5	65 80 40 60	— 6000 3000 3000	30 W/25 45 W/25 45 W/25 45 W/25
SFT 239 SFT 240	20...70/5000 20...70/5000	0,5 0,4	60 100	6000 10 A	45 W/25 45 W/25
SFT 250	20...100/2000	0,5	80	3000	45 W/25
SFT 264 SFT 265, 6	25...100/5000 45(> 25)/5000	0,3 0,3	15 40	15 A 15 A	87 W/25 87 W/25
SFT 267, 8	45(> 25)/5000 20/12A	0,3	60 80	15 A	87 W/25 45 W/60

Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de putere

(continuare)

Tip	*Uc* (*V*)	*Pc* (*W*)	*Ic* (*A*)	*Ft* (*kHz*)
П 4 А	—25	20	5	10
П 4 Б	—25	25	5	10
П 4 В	—25	25	5	10
П 4 Г	—25	25	5	10
П 4 Д	—25	25	5	10
П 201	—15	10	2	10
П 201 А	—15	10	2	10
П 202	—22	10	2	10
П 203	—28	10	2	10
П 207	—50	50	25	7
П 207А	—50	50	25	7
П 208	—50	50	25	7
П 208	—50	50	25	7

TRANZISTOARE CU SILICIU *(pnp)*

— de radiofrecvență

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SA 480	60/1	140
2 SA 482	50/150	70
2 SA 495	80/10	200
2 SA 497	70/200	70
2 SA 498	70/200	70
2 SA 499	50/10	200
2 SA 500	70/10	200
2 SA 503	60/150	120
2 SA 504	60/150	120
2 SA 510	50/50	50
2 SA 511	50/50	50
2 SA 512	50/50	50
2 SA 513	50/50	50
2 SA 522	50/10	200
2 SA 522 A	50/10	200
2 SA 525	20/1	250
2 SA 527	50/200	80
2 SA 528	70/100	80
2 SA 530 H	120/10	200
2 SA 539	80/10	—
2 SA 544	60/10	180
2 SA 550 A	250/2	150
2 SA 560	60/150	150
2 SA 561	100/20	70
2 SA 562	100/100	70
2 SA 564	250/2	150
2 SA 564 A	250/2	150

TRANZISTOARE CU SILICIU *(npn)*

— de radiofrecvență

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
BF 108	50(> 15)/30	100	135	—	800/25
BF 109	> 20/10	> 80	135	50	1200/100
BF 110	> 30/10	150	160	40	2500/25
BF 115	45...165/1	270	30	—	160/25
	> 40/20		50		140/50
BF 117	> 25/30	> 80	140	100	1270/100
BF 140	50(> 15)/10	100	135	—	800/25
BF 152	50(> 20)/3	800	12	—	200/25
BF 153	50(> 20)/3	400	12	—	200/25
BF 154	50(> 25)/10	400	20	—	300/25
BF 155	70(> 20)/2,5	600	40	20	175/25
BF 156	60(> 30)/30	60	120	—	800/25
	60(> 25)/10				5000/25
BF 157	60(> 30)/30	60	150	—	800/25
	60(> 25)/10				5000/25
BF 163, 64	70(> 30)/4	600	40	—	200/25
					500/25
BF 165	35(> 20)/2	300	15	—	300/25
BF 166	50(> 20)/2,5	500	40	—	175/25
BF 167	57(> 26)/4	350	30	25	130/45
BF 173	88(> 38)/10	550	25	25	260/45
BF 177	> 20/15	120	100	40	600/55
BF 178	> 20/30	120	160	50	1700/100
BF 179A, B, C	> 20/20	120	160	50	1700/100

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
BF 180	45(> 12)/2	675	20	20	150/25
BF 181	30(> 12)/2	600	20	20	150/25
BF 182	20(> 10)/2	600	20	15	130/25
BF 183	20(> 10)/3	800	20	15	130/25
BF 184	67...220/1	260	20	30	145/45
BF 185	36...125/1	200	20	30	145/45
BF 186	50(> 20)/40	120	165	50	2500/150
BF 194	65...220/1	260	20	30	220/25
BF 195	35...125/1	200	20	30	220/25
BF 196, 8	80/4	375	30	25	200/45
BF 197, 9	87/7	550	30	25	200/25
BF 200	30(> 15)/3	650	20	20	150/25
BF 206	> 20/2	500	20	20	150/25
BF 209	> 15/2, > 6/12	500	20	20	150/25
BF 212	45(> 15)/2	700	20	20	150/25
BF 213	30(> 20)/2	600	20	20	150/25
BF 214	90...330/1	250	30	30	160/25
BF 215	40...165/1	250	30	30	160/25
BF 223	83/15	850	25	40	330/25
BF 224	85(> 30)/7	800	30	—	360/25
BF 225	75(> 30)/4	650	40	—	360/25
BF 226	34...165/1	250	30	30	160/25
BF 227	100/3	600	25	40	50/45
BF 228	> 30/2	> 50	90	50	60/25
BF 229	115/1	260	20	30	50/45
BF 230	67/1	200	20	30	50/45
BF 232	30...230/7	600	48	30	270/25
BF 233	40...350/1	250	30	30	300/25
BF 234	90...330	250	30	30	300/25
BF 235	40...165/1	250	30	30	300/25
BF 236	34...165/1	250	30	30	300/25
BF 237, 8	> 30/1	—	30	30	360/25
BF 240, 1	65...225/1	400	40	25	225/25

Tranzistoare cu siliciu *(pnp)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	$P/_MT$ *(mW/°C)*
BF 243 *(pnp)*	> 30/1	> 80	32	50	200/25
BF 248	30...300/10	250	25	600	400/25
BF 249 *(npn)*	30...300/10	250	25	600	400/25
BF 250	> 75/0,1	20	15	600	400/25
BF 251	80(> 30)/4	600	30	—	150/25
BF 252	55(> 30)/2	400	30	—	150/25
BF 260	100/1	700	45	50	190/25
BF 261	100/1	700	40	50	190/25
BF 269	50(> 30)/3	1000	35	20	150/25
BF 270	45(> 30)/3,5	600	40	20	150/25
BF 271	75(> 55)/10	1000	40	30	240/25
BF 272	60(> 30)/3	1000	35	20	150/25
BF 273	> 40/1	600	35	50	150/25
BF 274	> 70/1	600	35	—	150/25
BF 289	80(> 20)/3	1000	35	20	150/25
BF 290	60(> 40)/3	900	40	20	150/25
BF 291	60...180/10	380	40	100	360/25
BF 294	70(> 30)/10	80	160	100	800/25
BF 302	36...200/1	600	30	50	190/25
BF 303	100...210/1	550	30	50	190/25
BF 304	36...120/1	550	30	50	190/25
BF 306	> 39/7	500	45	50	250/25
BF 310	> 28/4	450	30	25	250/25
BF 311	80(> 40)/15	750	25	40	350/25

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 15	60/10	200
2 SC 27	50/10	150
2 SC 28	30/10	100
2 SC 29	30/10	100
2 SC 30	45/10	250
2 SC 31	35/10	200
2 SC 32	60/10	200
2 SC 33	55/5	270
2 SC 37	50/10	200
2 SC 38	50/10	200
2 SC 39	50/1	500
2 SC 39 A	120/3	350
2 SC 40	50/1	750
2 SC 41	> 12/1000	20
2 SC 42	> 5/1000	20
2 SC 42 A	> 12/1000	20
2 SC 43, 4	> 5/1000	20
2 SC 45	> 25/10	160
2 SC 46	50/1	180
2 SC 47	50/1	180
2 SC 48	50/1	180
2 SC 49	70/15	160
2 SC 51	50/1	180
2 SC 52	50/1	350
2 SC 53	50/1	300
2 SC 54	50/1	350
2 SC 55	50/1	300
2 SC 57	30/150	110
2 SC 58 A	65/10	135
2 SC 59	35/150	150
2 SC 61	50/1	180

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 64	50/5	> 20
2 SC 65	20/5	> 20
2 SC 66	70/5	> 30
2 SC 69	50/150	160
2 SC 70	45/2	—
2 SC 74	50/2	100
2 SC 79	50/1	500
2 SC 80	55/5	200
2 SC 87	50/10	250
2 SC 88	50/10	250
2 SC 97	60/150	250
2 SC 98	45/10	350
2 SC 99	80/10	350
2 SC 100	> 30/10	300
2 SC 105	35/0,1	—
2 SC 108	> 18/150	> 70
2 SC 109	> 18/150	> 70
2 SC 116	—	70
2 SC 117, 8, 9	10/30	60
2 SC 120	40/0,05	200
2 SC 121	40/1	200
2 SC 122	90/1	200
2 SC 123	140/1	200
2 SC 124	40/0, 05	200
2 SC 127	150/1	200
2 SC 130	> 20/20	160
2 SC 131	60/10	350
2 SC 132, 3	60/10	350
2 SC 134	60/10	350
2 SC 135	60/10	350
2 SC 136	60/10	350

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 137	50/10	350
2 SC 138, A	50/30	400
2 SC 139	50/30	400
2 SC 140	30/50	200
2 SC 147	24/50	120
2 SC 149	50/150	160
2 SC 150	50/10	100
2 SC 151	50/10	130
2 SC 152	50/10	160
2 SC 154	10/10	220
2 SC 155	35/2	200
2 SC 156	50/2	200
2 SC 170	60/10	250
2 SC 171	60/10	250
2 SC 172	60/10	350
2 SC 172 A	60/10	350
2 SC 174	45/2	170
2 SC 174 A	42/2	200
2 SC 182	80/20	90
2 SC 183	> 20/1	> 60
2 SC 184	> 40/1	> 100
2 SC 185	> 40/1	> 200
2 SC 186	40/2,5	250
2 SC 187	50/2,5	250
2 SC 188	50/10	150
2 SC 189	40/150	150
2 SC 190	75/150	180
2 SC 191	20/1	50
2 SC 192	20/1	10
2 SC 193	20/1	30
2 SC 194	20/1	50
2 SC 195	20/1	10
2 SC 196	20/1	30
2 SC 197	20/1	50

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 199	70/3	130
2 SC 200	60/1	350
2 SC 201	60/1	350
2 SC 202	60/1	350
2 SC 203	60/1	350
2 SC 204	60/1	350
2 SC 205	60/1	350
2 SC 206	35/2	200
2 SC 210	50/20	150
2 SC 211	50/20	150
2 SC 212	50/20	150
2 SC 213	50/20	150
2 SC 214	50/20	150
2 SC 215	50/20	150
2 SC 216	50/50	—
2 SC 217	50/50	—
2 SC 218	50/50	—
2 SC 220	50/20	150
2 SC 221	50/20	150
2 SC 222	50/20	150
2 SC 223	20/200	150
2 SC 224	20/200	150
2 SC 225	20/200	150
2 SC 226	50/100	—
2 SC 227	50/100	—
2 SC 228	50/100	—
2 SC 229	50/100	—
2 SC 230	60/1	350
2 SC 231	40/150	—
2 SC 232	40/150	—
2 SC 233	40/150	—
2 SC 234, 5	20/150	130
2 SC 236	17/20	100
2 SC 237	80/1	450

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 238	80/1	300
2 SC 239	80/1	450
2 SC 240, 2	35/1000	35
2 SC 241	35/1000	35
2 SC 242	> 15/1000	35
2 SC 243	35/1000	35
2 SC 244	35/1000	35
2 SC 245	35/1000	35
2 SC 246	35/1000	35
2 SC 247	60/2	150
2 SC 248	60/2,5	170
2 SC 249	60/2,5	170
2 SC 250	45/2	170
2 SC 251, A	50/5	900
2 SC 252, 3	50/5	900
2 SC 266	60/1	> 200
2 SC 267	> 40/20	> 30
2 SC 268	40/1	90
2 SC 268 A	40/1	90
2 SC 269	> 20/10	400
2 SC 270	> 24/2000	20
2 SC 271	70/20	800
2 SC 272	70/20	1200
2 SC 273	50/3	100
2 SC 281	> 60/10	200
2 SC 282	> 60/10	200
2 SC 283	> 35/10	200
2 SC 284	> 35/10	200
2 SC 285, A	60/10	320
2 SC 286, 7	70/2	600
2 SC 288	70/2	850
2 SC 288 A	80/5	1100
2 SC 289	70/2	1100
2 SC 290	> 5/350	> 80

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 291	40/1000	90
2 SC 292	70/100	90
2 SC 293	70/100	90
2 SC 300, 1	50/10	400
2 SC 302	50/10	400
2 SC 303	20/100	180
2 SC 304	25/100	200
2 SC 305	30/100	200
2 SC 306	85/150	150
2 SC 307	85/150	200
2 SC 308	65/150	90
2 SC 309,10	65/150	120
2 SC 316	350/2	150
2 SC 318	90/1	170
2 SC 319	> 20/100	> 350
2 SC 320	> 20/100	> 400
2 SC 352	90/1	170
2 SC 353	90/1	170
2 SC 368	250/1	150
2 SC 369	250/1	150
2 SC 370	40/1	150
2 SC 371	80/1	150
2 SC 372	140/1	150
2 SC 373	250/1	150
2 SC 374	400/1	150
2 SC 379	70/2	300
2 SC 382	80/4	550
2 SC 384	50/1	500
2 SC 385	80/8	600
2 SC 386	80/8	500
2 SC 387	100/8	900
2 SC 388	80/8	450
2 SC 395	50/10	600
2 SC 397	80/8	800

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 400	80/10	250
2 SC 401, 2	90/1	170
2 SC 403	60/1	170
2 SC 404	90/1	170
2 SC 407	> 10/5000	—
2 SC 408	> 20/5000	—
2 SC 409,11	> 10/5000	—
2 SC 410, 2	> 20/5000	—
2 SC 423, 4	80/20	350
2 SC 425, 6	80/20	350
2 SC 427	60/20	350
2 SC 428	60/20	350
2 SC 429	27/1	380
2 SC 430	46/1	420
2 SC 431	> 10/10A	30 A ICM
2 SC 432	> 20/10A	
2 SC 433, 5	> 10/10A	
2 SC 434, 6	> 20/10A	
2 SC 440, 1	50/0,1	400
2 SC 442	50/0,1	400
2 SC 443	20/100	> 70
2 SC 444	25/100	> 140
2 SC 445	30/100	> 140
2 SC 448	20/350	140
2 SC 449	20/350	140
2 SC 450	20/350	140
2 SC 452	> 15/350	140
2 SC 456	20/80	200
2 SC 464,5,6	40/1	400
2 SC 469	100/1	250
2 SC 470	60/3	170
2 SC 475	300/0,5	100
2 SC 476	350/0,5	100
2 SC 477	= BF 115	

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 478	20/20	200
2 SC 481	50/150	—
2 SC 493	60/1000	20
2 SC 494	60/1000	20
2 SC 500	20/100	180
2 SC 502	30/200	250
2 SC 503	40/10	120
2 SC 504	40/10	120
2 SC 510,1, 2	50/50	50
2 SC 513	50/50	50
2 SC 518	40/5000	40
2 SC 519	50/1000	20
2 SC 520	50/1000	20
2 SC 521	50/1000	20
2 SC 526	40/45	250
2 SC 536	80/1	180
2 SC 537	80/1	180
2 SC 538	250/2	85
2 SC 538 A	250/2	85
2 SC 539	250/2	95
2 SC 540	270/0,5	100
2 SC 544	80/1	350
2 SC 545	80/1	350
2 SC 546	80/1	700
2 SC 547	30/100	400
2 SC 549	30/200	400
2 SC 551	30/200	350
2 SC 552	> 10/600	350
2 SC 553	> 10/300	400
2 SC 556	45/50	850
2 SC 558	40/5000	40
2 SC 560	60/150	150
2 SC 561	35/2	200
2 SC 562	= BF 167	

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 563	38/7	550
2 SC 566	> 50/100	500
2 SC 567	> 40/2	1000
2 SC 568	80/2	1300
2 SC 582	> 30/50	—
2 SC 587, A	300/2	100
2 SC 588	100/10	200
2 SC 590	70/150	160
2 SC 591	> 10/150	160
2 SC 592	> 25/500	180
2 SC 594	60/10	200
2 SC 595	80/10	450
2 SC 596	50/30	400
2 SC 597	30/100	400
2 SC 598	> 30/100	400
2 SC 599	40/10	350
2 SC 600	> 30/200	400
2 SC 601	60/10	580
2 SC 602	60/5	800
2 SC 605	60/2	480
2 SC 606	60/2	530
2 SC 608,9T	> 10/100	> 50
2 SC 611	80/2	1000
2 SC 612	80/2	1300
2 SC 614, 6	> 80/250	200
2 SC 615, 7	> 100/250	200
2 SC 619	110/10	250
2 SC 620	90/10	250
2 SC 621, 2	80/1	150
2 SC 631	350/1	140
2 SC 632	350/1	140
2 SC 633	90/1	140
2 SC 634	90/1	140
2 SC 635	80/500	500

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 636	80/1000	400
2 SC 637	> 20/500	500
2 SC 638	> 20/1000	400
2 SC 639	80/10	750
2 SC 640	300/0,5	—
2 SC 643	> 30/1500	> 500
2 SC 644	> 10/2000	> 200
2 SC 649	> 90/0,1	220
2 SC 650	> 25/0,1	220
2 SC 651	80/100	1 100
2 SC 652	> 20/100	800
2 SC 655	250/2	80
2 SC 656	130/5	550
2 SC 658	60/1	550
2 SC 659	60/1	400
2 SC 660, 1	60/3	600
2 SC 662	40/2	800
2 SC 663	40/10	900
2 SC 667, 8	50/1	600
2 SC 674	50/1	700
2 SC 682, 3	> 20/2	550
2 SC 693, 4	240/1	200
2 SC 696, A	> 28/500	> 35
2 SC 697, A	> 30/1000	> 35
2 SC 705	50/1	800
2 SC 709	70/10	150
2 SC 710	90/10	200
2 SC 711	80/0,1	150
2 SC 712	80/1	150
2 SC 712 A	80/1	150
2 SC 713	90/10	100
2 SC 714	60/10	250
2 SC 715, 6	80/1	150
2 SC 727	90/10	20

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de radiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 728	90/10	20
2 SC 733	200/2	150
2 SC 734	100/20	150
2 SC 735	100/100	150
2 SC 738	60/1	440
2 SC 739	60/1	350
2 SC 740	40/10	900
2 SC 761	> 13/2	675
2 SC 762	> 13/2	600
2 SC 765	> 20/1000	—
2 SC 766	> 20/1000	—
2 SC 767	> 20/1000	—
2 SC 768	> 8/1000	—
2 SC 769	> 8/1000	—
2 SC 770, 1	> 8/1000	—
2 SC 772	50/1	350
2 SC 773	> 20/10	250
2 SC 774	> 20/100	200

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
2 SC 775, 6	> 5/500	200
2 SC 777, 8	> 5/500	150
2 SC 782	> 30/100	10
2 SC 783	> 30/100	10
2 SC 784, 5	> 50/1	450
2 SC 796	50/150	200
2 SC 797	30/150	150
2 SC 806	30/2000	5,5
2 SC 807	50/1000	5,5
2 SC 823	100/15	1000
1 SC 824	100/30	1000
2 SC 826, 7	80/100	20
2 SC 828	250/2	150
2 SC 828 A	250/2	150
2 SC 844	> 10/100	800
2 SC 845	> 10/100	800
2 SC 848, 9	160/10	60
2 SC 901, A	> 14/5000	—

TRANZISTOARE CU SILICIU *(pnp)*

— de audiofrecvență

Tip	U_c *(V)*	P_c *(mW)*	I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
П 104	—5	150	20	0,6
П 105	—5	150	20	0,6
П 106	—5	150	20	1,5

TRANZISTOARE CU SILICIU *(npn)*

— de audiofrecvență

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SD 15	> 10/1500	6000
2 SD 16	> 10/1500	6000
2 SD 17, 8	> 10/1500	6000
2 SD 24 si	60/50	100
2 SD 45, 6	> 12/1000	5000
2 SD 47	> 12/1000	5000
2 SD 48	> 20/750	3000
2 SD 53	> 12/5000	10 A
2 SD 54	> 12/5000	10 A
2 SD 67 si	60/1000	5000
2 SD 68 si	60/1000	5000
2 SD 70	> 40/1000	3000
2 SD 71	> 40/500	3000
2 SD 73	> 25/1000	7500
2 SD 74	> 25/1000	7500
2 SD 120	> 15/200	1500
2 SD 121	> 15/200	1500
2 SD 124	> 10/1500	6000

Tip	β/I_c *(mA)*	I_{CM} *(mA)*
2 SD 125	> 10/1500	6000
2 SD 141	> 30/1000	3000
2 SD 142	> 30/1000	3000
2 SD 143	> 30/500	2000
2 SD 144	> 30/500	2000
2 SD 146	> 30/500	1000
2 SD 147	> 20/500	1000
2 SD 174	> 10/5000	5000
2 SD 175	> 10/5000	5000
2 SD 176	> 10/500	10 A
2 SD 177	> 10/500	10 A
2 SD 182	> 15/750	1000
2 SD 183	> 15/750	1000
2 SD 184	> 20/750	1500
2 SD 185	> 20/750	1500
2 SD 196,A	> 10/5000	10 A
2 SD 197,A	> 10/5000	10 A

Tip	U_c *(V)*	P_c *(mW)*	I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*
П 101	+5	150	20	0,7
П 101A	+5	150	20	0,7
П 102	+5	150	20	0,7
П 103	+5	150	20	0,7

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de audiofrecvenţă

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
BC 107	125...500/2 130(> 40)/0,01	250 > 150	50 45	200	300/25 750/25
BC 108	125...900/2 130(> 40)/0,01	250 > 150	30 20	200	300/25 750/25
BC 109	240...900/2 300(> 100)/0,01	300 > 150	30 20	200	300/25 750/25
BC 110	90(> 30)/2	100	80	50	300/45
BC 112	89...200/0,2 140...350/0,2 280...550/0,2	150	20	50	50/45
BC 113, 14	200...1000/1 200/0,05	60	25 30	—	200/25 500/25
BC 115	100...400/10	40	30	—	300/25
BC 116	40...120/150 > 35/10	300	40 60	—	300/25 800/25
BC 117	50(> 30)/30 50(> 25)/10	60	120 120	—	300/25 800/25
BC 119	40...120/150 > 25/500	40	30 60	—	800/25 5000/25
BC 121 BC 122 BC 123	0,25 0,25 0,25	50 50 50	5 20 30	50 50 50	260/45 260/45 250/45

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de audiofrecvenţă

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
BC 125	60(> 30)/150 > 25/10	> 40	30 50	—	300/25 800/25
BC 126 *(pnp)*	30...120/150 > 25/10	> 200	30 50	600	300/25 800/25
BC 127 BC 128	> 125/1 > 180/5	> 30 > 30	20 20	— —	75/25 100/25
BC 129 A, B BC 130 A, B BC 131 B, C	125...260/2 125...260/2 240...500/2	250 250 300	45 20 20	100 100 100	135/45 135/45 135/45
BC 132 BC 134	60...300/1 150...400/10	> 40 > 200	25 45	— —	200/25 200/25
BC 139 *(pnp)*	90(> 40)/100 35(> 20)/300	200	40	500	700/25 2150/75
BC 140, 141	40/0,1 40...250/100 20/1000	> 50	40 80	1000	3700/25
BC 143 *(pnp)*	40(> 20)/300	200	60	1000	800/25
BC 144	55(> 20)/300	100	40	1200	800/25
BC 147, 8, 9	Echiv.BC107/8/9	300		200	220/25
BC 153 *(pnp)*	> 50/0,1...10	70	40	100	200/25
BC 155, 156	> 80/0,5	> 50	5	—	50/45
BC 157 *(pnp)*	75...260/2	130	50	200	220/45
BC 158 *(pnp)*	75...500/2	130	30	200	220/45
BC 159 *(pnp)*	125...500/2	130	30	200	220/45
BC 167, 8, 9		300		200	220/25
BC 170 A, B, C	35...100/1	100	20	100	200/25
BC 171 A, B	125...260/2	> 150	45	100	200/25
BC 172 A, B, C	125...260/2	> 150	20	100	200/25
BC 173 B, C	240...500/2	> 150	20	100	200/25

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
BC 177, 8, 9 *(pnp)*		130		200	300/25
BC 181, A *(pnp)*	> 60/2,5...50	—	25	200	300/25
BC 182, 3, 4		> 150		200	300/25
BC 192 *(pnp)*	60...180/50	> 100	25	500	200/25
BC 196	75...500/2	130	25	200	50/45
BC 197	125...500/2	300	45	100	60/25
BC 198, 9	125...500/2	300	20	100	50/45
BC 201 *(pnp)*	50...500/0,3	80	5	75	250/25
BC 202 *(pnp)*	50...260/0,3	80	20	75	250/25
BC 203 *(pnp)*	50...260/0,3	80	30	75	250/25
BC 204, 5,6 *(pnp)*		200	20	200	300/25
BC 207, 8, 9		200	20	300	300/2
BC 212 *(pnp)*	60...300/2	> 200	50	100	360/25
BC 213 *(pnp)*	80...400/2	> 200	30	100	360/25
BC 214 *(pnp)*	140...400/2	> 200	30	100	360/25
BC 220	225(> 100)/1	80	25	50	200/25
BC 221 *(pnp)*	115(> 50)/10	150	30	500	300/25
BC 222	105(> 50)/10	250	30	500	300/25
BC 223, A, B	100...400/50	100	30	800	360/25
BC 225 *(pnp)*	> 90/0,1...50	70	40	100	200/25
BC 237, 8, 9	125...500/2	250	45	100	178/45
BC 267, 8, 9		150		1000	375/25
BC 270	50...900/2	150	20	1000	375/25
BC 271, 2	100...200/10	175	25	—	300/25

Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de audiofrecvență

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	F_t *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(mW/°C)*
BC 280 A, B	100...300/1	—	40	100	360/25
BC 280 C	200...600/1	—	40	100	360/25
BC 281 A, B, *(pnp)*	50...200/1	—	45	200	360/25
BC 281 C *(pnp)*	150...600/1	—	45	200	360/25
BC 283 *(pnp)*	40...270/50	—	30	600	400/25
BC 284 A, B	100...300/10	60	40	200	500/25
BC 285	70(> 30)/5	80	120	100	360/25
BC 286	20...180/500	100	60	1000	800/25
BC 287 *(pnp)*	20...200/500	200	60	1000	800/25
BC 288	30...200/2000	80	40	5000	800/25
BC 293	30...200/2000	80	60	5000	800/25
BC 300, 1	40...140/150	120	130	1000	900/25

TRANZISTOARE CU SILICIU *(npn)*

— de putere

Tip	β/I_c *(mA)*	*Ft* *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(W/°C)*
BD 106 A, B	50...150/500	100	36	2500	12W/25
BD 107 A, B	50...150/500	100	64	2500	12W/25
BD 109 B, C	30...90/1000 42/2000	> 30	40 60	2000	15W/45 8W
BD 111	90(> 40)/2000	100	60	10 A	10W/100
BD 112	150(> 50)/1000	30	60	2000	10W/100
BD 113	90(> 40)/2000	100	60	10 A	10W/100
BD 115	50(> 20)/50	120	180	150	6000/125
BD 117	70(> 20)/5000	50	60	5000	30W/50
BD 118	90(> 30)/1000	30	60	2000	15W/75
BD 119	40...240/50	50	300	400	6000/75
BD 120	170/150	—	150	—	7500/75
BD 121, 123	40/100	90	35	5000	45W/25
BD 127	70/50	20	300	150	8000/100
BD 128	50/50	20	350	150	8000/100
BD 129	60/50	> 10	350	150	8000/100
BD 142	20...250/500	1,3	50	15 A	117W/25
BDY 10, 11	10...50/2000	2	50	4000	130W/45
BDY 12 B, C	30...90/1000	> 30	40e	2000	15W/45
BDY 13 B, C	30...90/1000	> 30	60e	2000	15W/45
BDY 15	50...600/500	100	36	4000	11W/25
BDY 16	50...300/500	100	64	4000	11W/25
DT 3301,2	15...60/3000	> 0,5	60	5500	15W/95
DT 4305, 6	10...50/3000	3	400	5000	36W/65
DT 6105, 6	10...50/5000	5	400	10 A	50W/65

Tranzisteare cu siliciu *(npn)* — de putere

(continuare)

Tip	β/I_c *(mA)*	*Ft* *(MHz)*	U_{CM} *(V)*	I_{CM} *(mA)*	P_M/T *(W/°C)*
2 N 1816...20	▷ 10/15 A	0,2	100	30 A	250W/60
2 N 1823...6	▷ 10/20 A	0,2	100	30 A	250W/60
2 N 1830...3	▷ 10/25 A	0,2	100	30 A	250W/60
2 N 1907, 8	30...170/10 A	> 20	40	20 A	150W/25
2 N 3053	50...250/150	100	40	—	5000/25
2 N 3054	25...160/500	1	90	4000	25W/25
2 N 3055	20...70/4000	0,7	100	15 A	115W/25
2 N 3079, 80	10...50/5000	—	200	10 A	70W/100

ECHIVALENȚE DIODE

Tip vechi	*Tip nou*
Д 214	Д 242
Д 214 А	Д 242 А
Д 214 Б	Д 242 Б
Д 215А	Д 243
Д 215А	Д 243 А
Д 125 Б	Д 243 Б
Д 231	Д 245
Д 231 А	Д 245 А
Д 231 Б	Д 245 Б
Д 232 А	Д 246 А
Д 232 Б	Д 246 Б
Д 233	Д 247
Д 233 А	Д 247 Б
Д 234 Б	Д 248 Б

ECHIVALENȚE TRANZISTOARE

Tip vechi	*Tip nou*
П 8	МП 35
П 9 А	МП 36 А
П 10	МП 37
П 10 А	МП 37 А
П 10 Б	МП 37 Б
П 11	МП 38
П 11 А	МП 38 А
П 13	МП 39
П 13 Б	МП 39 Б
П 14	МП 40
П 14 А	МП 40 А
П 14 Б	МП 40 Б
П 15	МП 41
П 15 А	МП 41 А
П 16	МП 42
П 16 А	МП 42 А
П 16 Б	МП 42 Б
П 101	МП 111
П 101 А	МП 111 А
П 102	МП 112
П 103	МП 113
П 105	МП 115
П 106	МП 116

CUPRINS

Din partea autoului 5
Radioreceptor cu amplificare directă 9
Adaptor radio MA 14
Receptor MF 18
Blocurile funcționale ale unui amplificator audio 25
Preamplificatoare simple 30
Preamplificator cu foarte mare impedanță de intrare 35
Preamplificator, compresor dinamic 37
Preamplificator — corector universal 38
Etaje de preamplificare alimentate cu tensiune mare 42
Amplificator cu două tranzistoare 45
Amplificator universal de mică putere 48
Amplificator de 2 W, cu circuit integrat 54
Despre etajele finale de putere 58
Etaj final de putere 63
Amplificator clasă A 70
Amplificator final cu tranzistoare cvasicomplementare 73
Amplificator final de 25 W 78
Amplificator final de 50 W 82
Regulatorul de volum compensat 87
Corector de ton Baxandall 90
Tranzistorul compus 91
Amplificator pentru cască stereo 94
Audiții stereo în cască 95
Cel mai simplu amplificator pentru picup 101
Amplificator pentru picup 103
Reducătorul de zgomot DNL 108
Filtru pentru trepidația motorului de picup 111
Preamplificator pentru cap magnetic 114
Oscilatorul de frecvență ultrasonoră 116
Compresor dinamic simplificat 121
Despre sistemele de reproducere a sunetului pe mai multe canale 123
Decodor stereo cu două tranzistoare 131
Indicator de emisiuni stereo 137

Decodor stereo fără bobine 140
Contrastator stereo 145
Adaptor pseudocuadrofonic I 147
Adaptor pseudocuadrofonic II 150
Expansiunea dinamică 154
Mixer cu un trazistor 157
Mixer cu trei tranzistoare 159
Selecționarea tranzistoarelor cu zgomot propriu minim .. 162
Punte pentru măsurat condensatoare, rezistoare și inductanțe 164
Generator audio 168
Trasator de semnal 171
Alimentator auto 173
Incintă acustică cu membrană pasivă 175
Incintă acustică pseudostereofonică 179
Incintă acustică cu difuzor de compresie 181
Conector pentru blocuri funcționale 183
Racordări 185
Potențiometru liniar dublu 187
Proiectarea rapidă a cablajului imprimat 192
Cablaj imprimat simplificat 194
Metodă de cablaj „gravat" 196
Sistem de asamblare „Tinkertoy" 198
Sistemul de asamblare „Wrapping" 201
Conexiuni ecranate 203
Confecționarea casetelor metalice 204
Panoul decorativ 209
Despre... difuzoare 212
Despre... picup 217
Despre... casetofon 235
Despre... capetele magnetice 239
Reșlefuirea unui cap magnetic 245
Despre... discuri, benzi magnetice și casete 249

Anexe

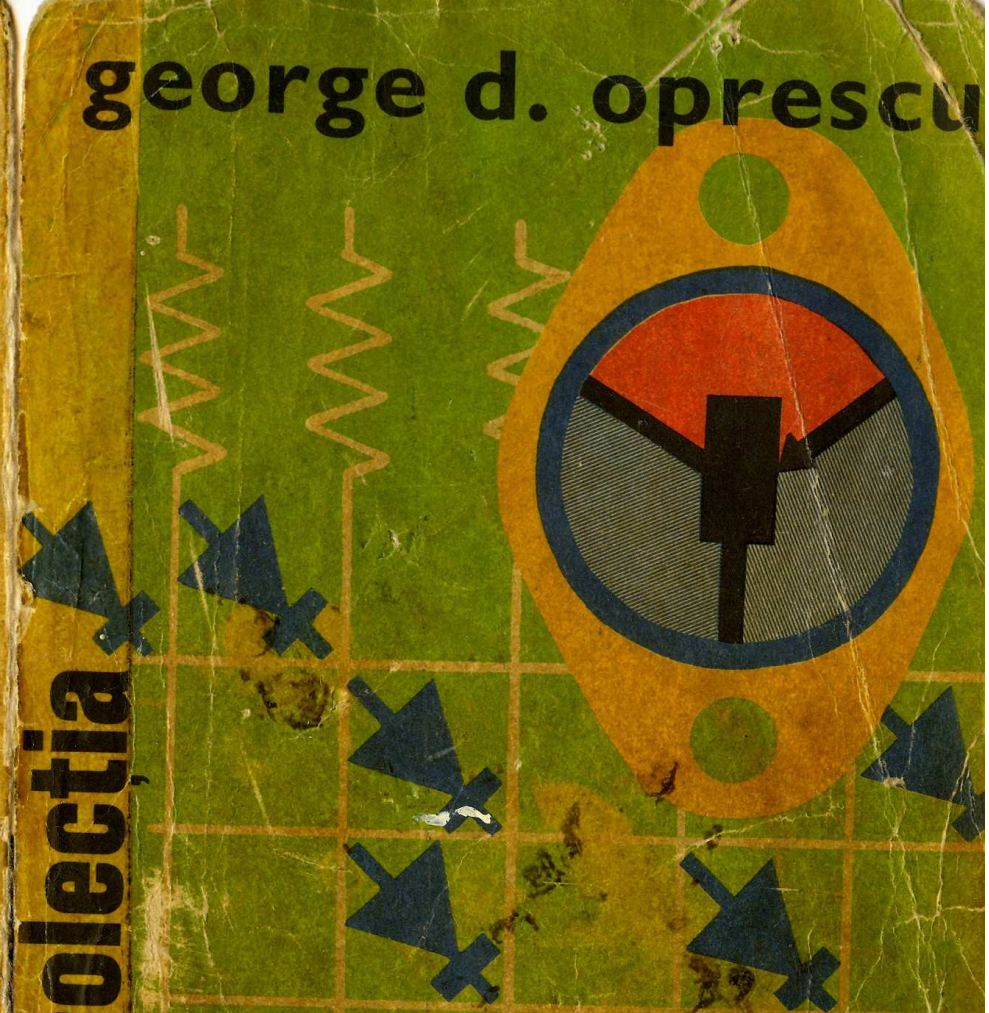
Diode cu germaniu — punctiforme 255
Diode cu germaniu — de putere, cu joncțiune 258
Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de rafiofrecvență .. 260
Transzistoare cu germaniu *(npn)* — de radiofrecvență .. 267
Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de audiofrecvență .. 268
Tranzistoare cu germaniu *(npn)* — de audiofrecvență .. 278
Tranzistoare cu germaniu *(pnp)* — de putere 280
Tranzistoare cu siliciu *(pnp)* — de radiofrecvență 284
Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de radiofrecvență 285
Tranzistoare cu siliciu *(pnp)* — de audiofrecvență 294
Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de audiofrecvență 295
Tranzistoare cu siliciu *(npn)* — de putere 300
Echivalențe diode 301
Echivalențe tranzistoare 302

Volumul cuprinde o suită de montaje electronice: radioreceptoare MA și MF, amplificatoare de joasă frecvență monofonice și stereofonice, incinte acustice și instalații de înaltă fidelitate etc., precum și o serie de date în legătură cu buna funcționare a magnetofoanelor, casetofoanelor și picupurilor.

colecția

Lei 7,25

george d. oprescu



colecția cristal

HI-FI ABC

EDITURA ALBATROS