



televiziune Colecția radio și televiziune Colecția radio și televiziune

C. LUCA
I. PRESURĂ



PIESE ȘI CONSTRUCȚII RADIO

S T E R E O F O N I A
P E N T R U
R A D I O A M A T O R I

Ing. Cornel Luca
Ing. Ion Presură

PIESE ȘI CONSTRUCȚII RADIO

**STEREOFONIA
P E N T R U
RADIOAMATORI**



Editura tehnică
București — 1971

Stereofonia, domeniu nou al tehnicii sunetului, apărut ca urmare a tendinței de creștere a calității audițiilor muzicale, studiază tehnicile și echipamentele care fac posibile înregistrarea și redarea ambianței de relief sonor.

Lucrarea prezintă pe scurt principiile de bază ale stereofoniei și detaliat scheme concrete de amplificatoare stereofonice.

Cuprinde datele necesare obținerii unui amplasament optim al difuzoarelor în încăperi, precum și metodele de verificare și reglare ale elementelor specifice acestor instalații.

Pentru amplificatoarele stereofonice de puteri uzuale se dau parametrii, schema electrică, inclusiv descrierea montajului și detalii constructive.

Montajele descrise cuprind piese de fabricație românească ușor procurabile din comerț.

Lucrarea se adresează radioamatorilor și tehnicienilor radio care se interesează de stereofonie și care doresc să-și realizeze instalații stereofonice cu mijloace proprii.

Redactor: ing. MARIA GANEA
Tehnoredactor: NICOLAE ȘERBĂNESCU

PRINCIPIILE DE BAZĂ ALE STEREOFONIEI

În anul 1881, cu ocazia Expoziției Internaționale de Electricitate, francezul Clément Ader prezenta o noutate în domeniul transmisiei sunetului. Cu o instalație, deosebită ca structură de cele folosite până atunci, el retransmitea unul din spectacolele Operei din Paris. Echipamentul utilizat, relativ simplu (amplificatoarele și difuzoarele nu erau încă cunoscute), cuprindea două microfoane amplasate unul în apropierea celuilalt și un număr de căști telefonice corespunzător numărului de ascultători (fig. 1.1). Montajul era astfel realizat încît, microfonul din stînga era conectat la căștile telefonice aflate pe urechile stîngi ale ascultătorilor, iar microfonul din dreapta la căștile de pe urechile drepte ale acestora. Auditorii, situați într-o sală depărtată de cea în care se desfășura spectacolul, descopereau noi dimensiuni ale imaginii sonore și erau martorii apariției noii tehnici ce urma să capete denumirea de stereofonie. Încercările au continuat și după această primă experiență, tot Clément Ader fiind cel care a utilizat așa-numitul teatrafon, o instalație care nu se deosebea practic de cea folosită pentru retransmisia sunetului de la Opera din Paris. În anul 1937, Pierre Schaeffer utilizează pentru prima dată într-o captare stereofonică *capul artificial*. Un astfel de cap

artificial este, de fapt, o sferă cu diametrul cuprins între 12—22 cm, care are fixate la capetele unuia din diametrele sale, două microfoane.

De atunci tehnica stereofonică s-a dezvoltat continuu. S-au studiat în amănunt procedeele pentru realizarea efectelor stereofonice, s-au precizat domeniile de aplicabilitate

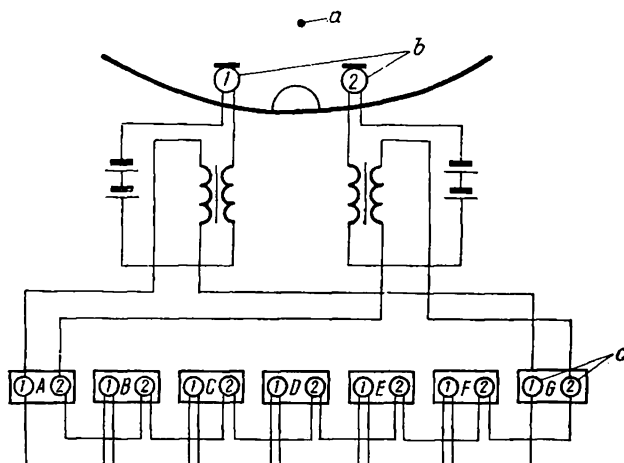


Fig. 1.1. Schema de principiu a instalației electroacustice folosită la prima transmisie stereofonică:

a — scenă; *b* — microfoane; *c* — căști telefonice; A, B, ..., G — ascultători.

și s-a extins la scară industrială fabricarea mijloacelor tehnice de înregistrare și reproducere. În prezent, aparatele pentru redarea stereofonică (magnetofone și picupuri) ca și cele pentru amplificare și radiorecepție sunt achiziționate și folosite de un număr mare de persoane. Faptul acesta este deplin justificat, dacă se are în vedere plăcerea și emoțiile artistice sporite ce se oferă ascultătorului unei transmisii stereofonice, comparativ cu cele realizate prin intermediul unei instalații monofonice.

Stereofonia își datorește larga răspândire și buna apreciere în rândurile specialiștilor și amatorilor de reproduceri sonore deoarece ea reprezintă un mijloc nou de redare a sunetului, superior calitativ celui monofonic, *prin care se*

Asigura celeași posibilități de localizare auditivă a sursei sonore aparente ca și în cazul ascultării directe a sursei reale.

Tehnica stereofonică a avut un efect novator nu numai în domeniul captării, înregistrării, reproducerii și radiodifuzării sunetului, ci și în cel al decorării interioare a încăperilor, în tratarea acustică a acestora, existind o strinsă legătură între reproducerea stereofonică și însușirile acustice ale spațiului destinat acestui scop.

1.1. AUZUL BINAURAL ȘI PERCEPEREA DIRECȚIEI SURSELOR SONORE

O imagine sonoră realizată prin intermediul unei instalații stereofonice prezintă o importantă însușire: are așa-numitul *relief sonor*. Ascultătorului i se oferă posibilitatea de a repeta sursa sonoră aparentă din aceeași direcție din care ar fi auzit-o în cazul unei audiții directe în sala de concert.

Imaginile sonore sînt asemănătoare ca desfășurare spațială cu sursele sonore reale. Dar, corelarea între sursa de sunet reală și imaginea sa obținută pe cale electroacustică, este posibilă numai dacă sînt reproduse, în timpul transmisiei stereofonice, principalele mărimi care condiționează perceperea direcției în cazul auzului cu ambele urechi, denumit și auz binaural. Aceste mărimi suferă modificări valorice în timpul schimbării poziției unei surse sonore. Deși numeroase, cele care reprezintă o importanță deosebită în determinarea pe cale auditivă a sursei sonore, sînt următoarele:

- *diferența de timp* necesară ca frontul de undă acustică să se deplaseze de la urechea mai apropiată de sursă, la cea mai depărtată;

- *diferența de intensitate* a undei acustice, cauzată de atenuarea ce apare de-a lungul traseului dintre cele două urechi precum și datorită difracției produse de cutia craniană;

- *diferența dintre compoziția spectrală* a sunetului excicator, care urmare a apariției aceluiași fenomen de difracție.

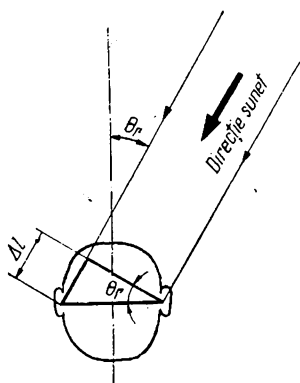


Fig. 1.2. Diferențe de parcurs între urechea dreaptă și cea stângă, în cazul incidenței oblice a sunetului.

Fiecare din acești parametri intervine într-o măsură anumită în procesul de localizare a surselor sonore, în funcție de forma semnalului acustic transmis, de distanța între sursă și ascultător, de compoziția spectrului de frecvențe al acestui semnal.

Perceperea direcției surselor sonore prin diferențe de timp.

Dacă o sursă sonoră se găsește în afara planului de simetrie a capului, urechea care se află într-o direcție opusă sursei, recepționează undele acustice cu un anumit decalaj de timp, Δt . Acest decalaj depinde de unghiul de incidență a sunetului, θ_r (fig. 1.2), valoarea

sa maximă obținându-se pentru $\theta_r = 90^\circ$. În figura 1.3 s-au reprezentat grafic valorile diferențelor de timp Δt în funcție de unghiul de incidență θ_r . Ele au fost calculate ținându-se seama de viteza sunetului în aer ($c = 344 \text{ m/s}$), de unghiul θ_r' și de raza capului ($a \simeq 10 \text{ cm}$). Ceea ce trebuie remarcat, este faptul că, organul auditiv nu poate percepe diferențe de timp

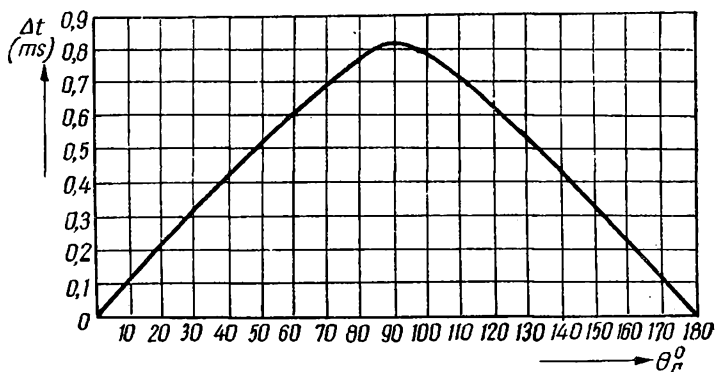


Fig. 1.3. Variația diferenței de timp Δt în funcție de unghiul de incidență θ_r .

oricât de mici și deci, nici deviațiile unghiulare ale direcției sursei corespunzătoare acestora. Există un minim perceptibil care depinde de poziția sursei sonore față de ascultător. Când această sursă se găsește amplasată în fața auditorilor, minimumul perceptibil al deviației unghiulare este de $2-3^\circ$. Dacă însă sursa de sunet se deplasează și ajunge într-o poziție laterală față de observator, sint necesare modificări ale poziției ei de $12-18^\circ$, pentru ca organul auditiv să sesizeze acest lucru.

Valorilor limită ale unghiului prin care se precizează schimbarea de poziție a sursei, le corespund diferențe de timp minime. Ele sint de ordinul a 0,03 ms.

Perceperea direcției surselor sonore prin diferențe de intensitate. Situarea sursei sonore în afara planului de simetrie a capului determină și apariția diferențelor de nivel de intensitate a undelor acustice. Aceste diferențe depind de:

- poziția sursei sonore față de planul de simetrie a capului;
- distanța dintre sursa sonoră și ascultător;
- frecvența sunetului incident.

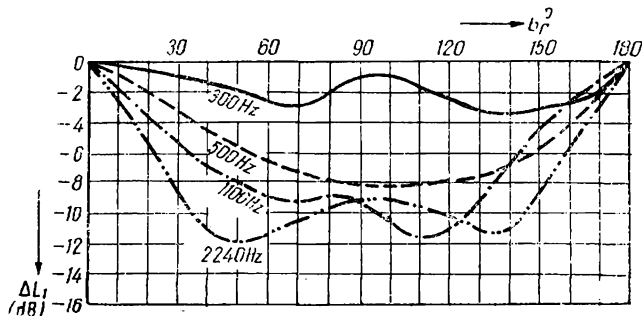


Fig. 1.4. Modificarea diferențelor de nivel de intensitate ΔL_I , la diferite frecvențe, în funcție de unghiul de incidență θ_r .

Modificarea diferențelor de nivel de intensitate (ΔL_I), în funcție de unghiul de incidență θ_r , avînd ca parametru frecvența sunetului, sint prezentate în figura 1.4. Se observă că la frecvența de ordinul sutelor de herți (de exemplu 300 Hz), diferența de intensitate nu mai depinde, în mod

practic, de valoarea unghiului de incidență. Fenomenul este explicabil din două motive: în primul rând, frecvențele joase sînt mai puțin atenuate în timpul propagării lor prin atmosferă; în al doilea rând, în domeniul acestor frecvențe, dispar efectele fenomenului din difracție provocat de cutia craniană, care constituie un obstacol în calea undelor acustice. Este cunoscut faptul că, fenomenul difracției este pus în evidență ori de cîte ori dimensiunile obstacolului sînt de același ordin de mărime cu lungimea de undă a semnalului transmis.

Din caracteristicile trasate în figura 1.4 se mai observă și o anumită proporționalitate între valorile lui ΔL_r și θ_r , care se menține pînă la mărimi ale lui θ_r cuprinse între 30° și 40° . Factorul de proporționalitate K este, la rîndul său, o funcție de frecvență (fig. 1.5).

S-a arătat mai înainte că diferențele de nivel de intensitate depind și de distanța sursă — ascultător, mărimea

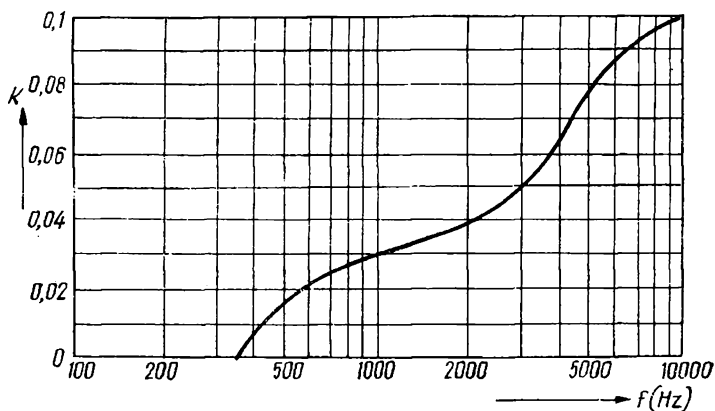


Fig. 1.5. Dependența de frecvență a factorului K .

acestei distanțe defavorizînd perceperea direcției sursei sonore.

Perceperea direcției surselor sonore prin diferențe spectrale. În cazul audierii unor programe muzicale sau vorbite, ascultătorii percep sunete complexe, alcătuite din componente corespunzînd atît frecvenței fundamentale cit

și frecvențelor armonice. În timpul propagării undelor acustice, ca urmare a schimbării poziției sursei sonore, se produc modificări ale amplitudinilor și fazelor acestor componente. Cauzele sînt tot cele arătate mai înainte: reducerea nivelului de intensitate acustică și apariția unor diferențe de parcurs, respectiv de timp, ca urmare a intervenirii feno-

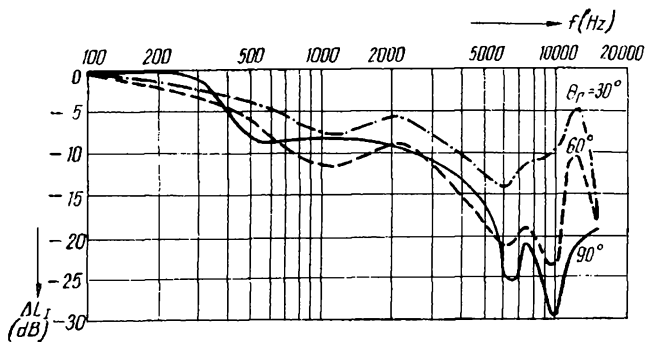


Fig. 1.6. Variația diferenței de nivel de intensitate ΔL_I , în funcție de frecvență, pentru trei unghiuri de incidență diferite.

menului de difracție. Ca o consecință, în structura spectrului de frecvențe al sunetului transmis, apar deformări care se traduc prin alterări ale timbrului. În figura 1.6 sînt prezentate mai multe caracteristici, care reprezintă variația diferențelor nivelelor de intensitate ΔL_I , în funcție de frecvență, parametru fiind unghiul de incidență θ_r . Se constată că la frecvențe relativ joase (200—300 Hz) indiferent de valoarea unghiului de incidență, diferența de nivel de intensitate nu se modifică. Situația este cu totul alta în domeniul frecvențelor înalte (cca 10 kHz), în care valorile lui ΔL_I devin remarcabile, ele fiind de ordinul a 20 dB.

Determinarea direcției unei surse sonore prin *diferențe spectrale* rămîne totuși o problemă complexă, deoarece într-un astfel de caz, se presupune că ascultătorul cunoaște foarte bine timbrul sursei sonore (voce sau instrument). Se poate spune cu destulă exactitate, că perceperea direcției prin diferențe spectrale este mai mult o chestiune de interpretare a direcțiilor surselor sonore decît de determinare a lor.

Din cele arătate se poate trage concluzia că determinarea poziției în spațiu a sursei sonore este un fenomen complex, în care intervin simultan toți factorii menționați. Ponderea contribuției fiecăruia dintre ei, în procesul de localizare auditivă, este o funcție de frecvență. Astfel, la frecvențe inferioare lui 600—1000 Hz, perceperea auditivă a direcției se bazează pe *diferențele de timp*, iar în domeniul frecvențelor superioare acestor valori, hotăritoare sînt *diferențele de nivel de intensitate*.

1.2. CUM SE PRODUCE EFECTUL STEREOFONIC?

Din cele arătate a rezultat că o sursă sonoră situată în afara planului de simetrie a capului, determină la nivelul urechilor ascultătorului, diferențe de timp Δt și de nivel de intensitate ΔL , ale undelor acustice. Deci unghiul prin care se exprimă poziția sursei sonore depinde de aceste două mărimi. Experiențele lui De Boer au arătat că situația este reversibilă adică, folosind o instalație electroacustică cu două canale (ca cea din figura 1.7) care permite modi-

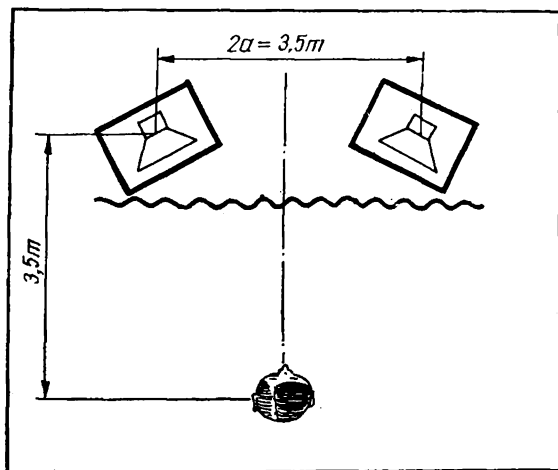


Fig. 1.7. Amplasamentele difuzoarelor și al ascultătorului în cazul experiențelor efectuate de De Boer.

care și controlul riguros al valorilor Δt și ΔL , se realizează schimbări de poziție ale imaginii sonore. Introducând artificial diferențe de nivel de intensitate între semnalele emise de cele două difuzoare, De Boer a reușit să modifice direcția din care se percepe auditiv sursa aparentă. Rezultatele măsurărilor sînt prezentate în figura 1.8, *a*. În abscisă sînt indicate distanțele a' cu care se deplasează această sursă aparentă, ca procente din distanța a dintre cele două difuzoare.

Intr-un mod asemănător el a arătat influența diferențelor de timp (fig. 1.8, *b*).

Cînd diferențele de timp și de intensitate se însumează, deviația unghiulară are o valoare mult mărită, iar dacă diferențele se produc în sens contrar, valoarea ei scade. În principiu, este deci posibil, ca pentru diferențe de timp și de intensitate egale ca valoare și în opoziție, să nu se observe nici o modificare a poziției sursei sonore aparente.

Cunoscuți fiind, acum, factorii care contribuie la producerea efectului stereofonic, este necesar să se precizeze locul în care se poate realiza auditiia stereofonică. Din acest punct de vedere apar două posibilități: prima, cînd transmisia sunetului se face direct la urechea ascultătorului, folosind căștile telefonice și, a doua, cînd transmisia se face prin cîmp acustic, utilizîndu-se difuzoare.

Considerînd primul caz, a cărui schemă de principiu este arătată în figura 1.9, se constată că dispozitivul de captare este reprezentat de un cap artificial, iar cel de reproducere de două căști telefonice. În această situație trebuie să existe o corespondență între unghiul θ_r , prin care se definește poziția sursei sonore din camera de înregistrare și unghiul θ_a , prin care se precizează poziția sursei sonore aparente. Se observă însă că, această afirmație își păstrează valabilitatea numai cînd axa de simetrie a capului ascultătorului este lentică cu direcție și sens cu cea a capului artificial. Rotirea capetelor ascultătorilor 2 și 3 (din fig. 1.9), antrenează modificarea poziției întregului ansamblu de surse aparente, acestea suferind și ele o mișcare de rotație într-un sens corespunzător. Prin urmare, deși s-a păstrat egalitatea între valorile unghiurilor θ_r și θ_a , ceea ce a determinat menținerea pozițiilor surselor sonore aparent unele față de altele, imaginea sonoră în totalitatea ei, s-a situat în poziții diferite

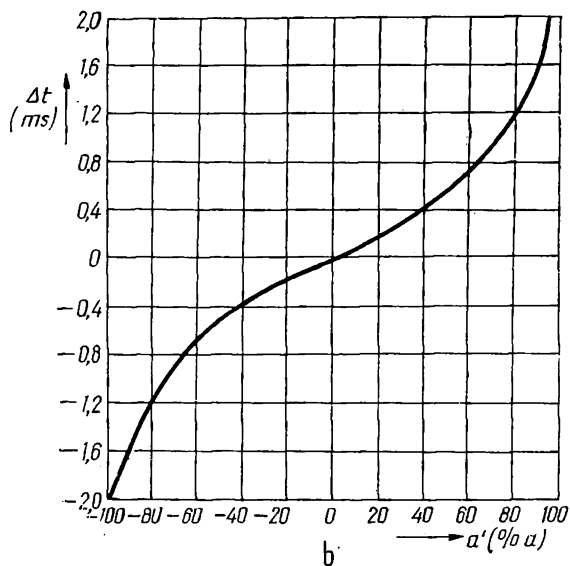
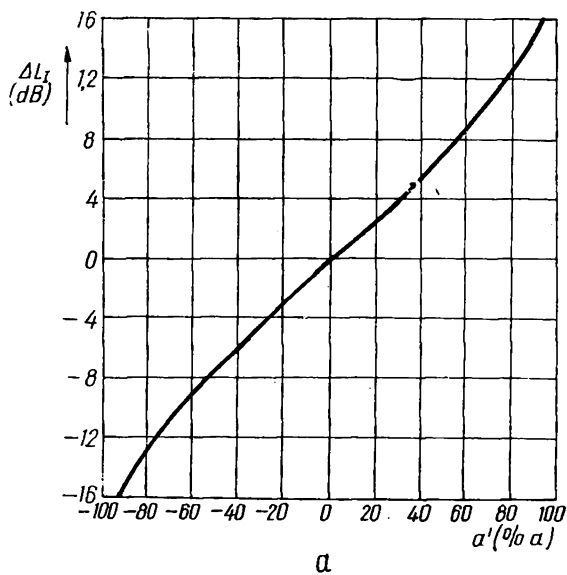


Fig. 1.8. Schimbarea poziției sursei sonore aparente, între cele două difuzare, obținută:
a — prin introducerea unor diferențe de intensitate; **b** — prin introducerea unor diferențe de timp.

după cum ascultătorii și-au rotit capul, spre stînga sau spre dreapta, mai mult sau mai puțin. Acest fapt nu reprezintă un inconvenient prea mare dacă se audiază programe radio-recepționate sau reproduceri de pe disc sau de pe bandă de magnetofon. Dacă însă programul sonor însoțește imagini

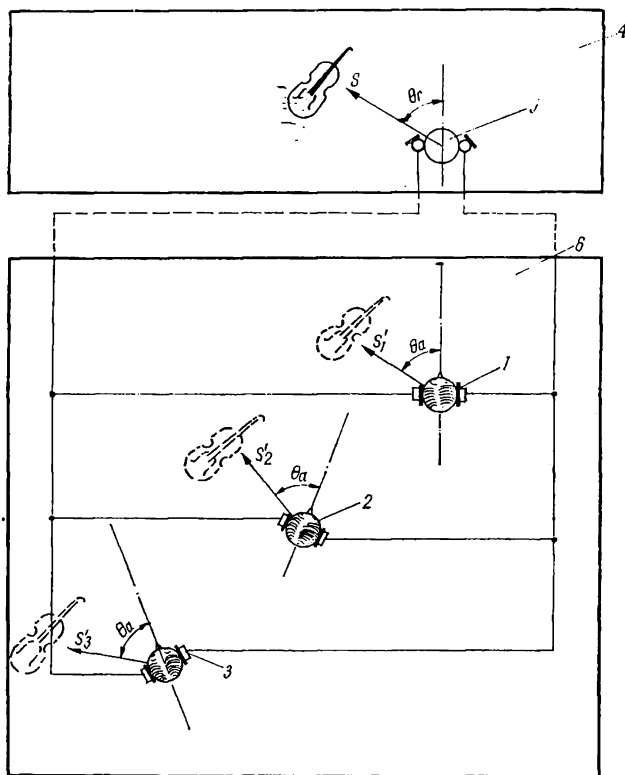


Fig. 1.9. Transmisie stereofonică prin intermediul unui dispozitiv tip cap artificial și al căștilor telefonice:

1, 2, 3 — ascultători; 4 — încăpere de înregistrare; 5 — cap artificial; 6 — încăpere de audiere.

vizuale, coincidența între axele auditivă și vizuală este obligatorie. Determinarea direcției sursei sonore aparente trebuie să fie, în acest caz, independentă de mișcările capului

ascultătorului. Indiferent de felul în care acesta și-ar roti capul, sunetul trebuie să fie auzit din aceeași direcție din care se percepe imaginea vizuală. Datorită acestui fapt, cit și unei anumite jene pe care o resimte ascultătorul ținând tot timpul audiției căștile pe urechi, s-a trecut la utilizarea celui alt procedeu, de obținere a efectului stereofonic, în care transmisia sunetului se efectuează prin cimp acustic. O astfel de transmisie este prezentată, într-un caz foarte generalizat, în figura 1.10. Cele două planuri imaginare P_i (în încăperea de înregistrare) și P_r (în încăperea de reproducere), au drept scop să arate că transmisia stereofonică este corect realizată numai dacă undele acustice incidente pe planul P_i sint reproduse întocmai, ca direcție și intensitate, în planul P_r . Rezultă de aici că, fiecărei surse sonore ar trebui să-i corespundă un microfon, iar fiecărui microfon, un difuzor, numărul și amplasamentul difuzoarelor fiind asemănător cu cel al surselor sonore aflate în încăperea

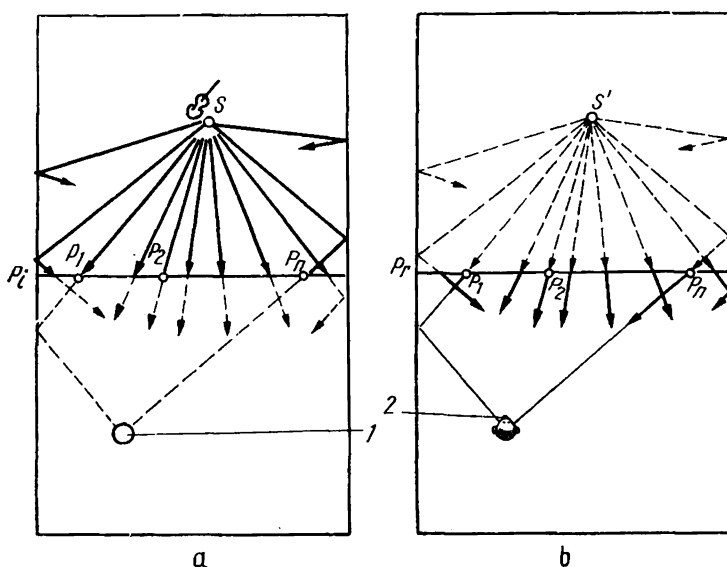


Fig. 1.10. Transmisia prin cimp acustic:
a — încăperea de înregistrare; b — încăperea de reproducere. 1 — reprezentare simbolică a dispozitivului de captare a sunetului; 2 — ascultător.

ntru înregistrare. De la început trebuie arătat că o can-
 tate atit de mare de microfoane, de canale de transmisie
 electroacustică și de difuzoare este, în practică, și foarte
 greu de realizat și nici pe deplin necesară. Motivele sînt
 numeroase și ele sînt prezentate succint în cele ce urmează.
 Cel mai evident motiv, îl constituie numărul și amplasa-
 mentul foarte diferit al surselor sonore, care depind de natura
 programului sonor ce urmează a fi transmis. Referindu-ne
 la o încăpere de auditiie obișnuită, dar, mai ales, la o încă-
 pere dintr-un apartament, dimensiunile acesteia n-ar per-
 mite amplasarea unui număr mare de difuzoare, corespun-
 zător, de exemplu, numărului de instrumente dintr-o orches-
 tră simfonică. În plus, ar fi necesar ca aceste difuzoare să
 sufere neîncetat schimbări cantitative și de poziție, potrivit
 succesiunii categoriilor de programe sonore (muzică simfo-
 nică, soliști vocali sau instrumentali, piese de teatru, muzică
 ușoară, populară etc.). La cele arătate se mai poate adăuga
 că, în cele mai numeroase cazuri, sursele sonore se desfă-
 șoară într-un plan orizontal sau chiar, pe o linie orizontală.
 Apoi, organul auditiv uman are mai puține posibilități de
 localizare a unor surse sonore aranjate într-un plan vertical.
 Toate acestea constituie suficiente argumente pentru a se
 proceda la o simțitoare reducere a numărului de micro-
 foane și deci, de canale electroacustice, fără ca totuși feno-
 menul stereofonic să aibă de suferit. O primă concluzie care
 se desprinde și care de altfel a fost confirmată prin expe-
 riențe, este aceea că prin intermediul unei linii orizontale
 de difuzoare se poate obține o bună transmisie stereofonică.
 În continuare se demonstrează teoretic și experimental că
 efectele stereofonice se pot realiza și cu o linie de difuzoare,
 simplificată la maximum, adică, cu numai două difuzoare.
 Cu o astfel de instalație stereofonică pot fi puse în evidență
 și deci percepute de organul auditiv, cele mai mici modi-
 ficări de poziție ale surselor sonore aparente. În figura 1.11
 sînt arătate schematic cele două canale electroacustice. S-a
 presupus că se captează sunetul produs de o sursă O , a cărei
 poziție este definită prin unghiul θ , și că microfonul stereo-
 fonic este conectat la difuzoarele situate în încăperea de
 auditiie. Semnalele electrice care se aplică celor două difu-
 zoare vor avea amplitudini diferite și vor fi decalate în

timp. Dacă A și B sînt amplitudinile acestor semnale, atunci raportul $\frac{A}{B}$ și decalajul de timp $t_A - t_B$, depind de direcția sursei reale (unghiul θ_r) și determină la rîndul lor direcția sursei sonore aparente (unghiul θ_a).

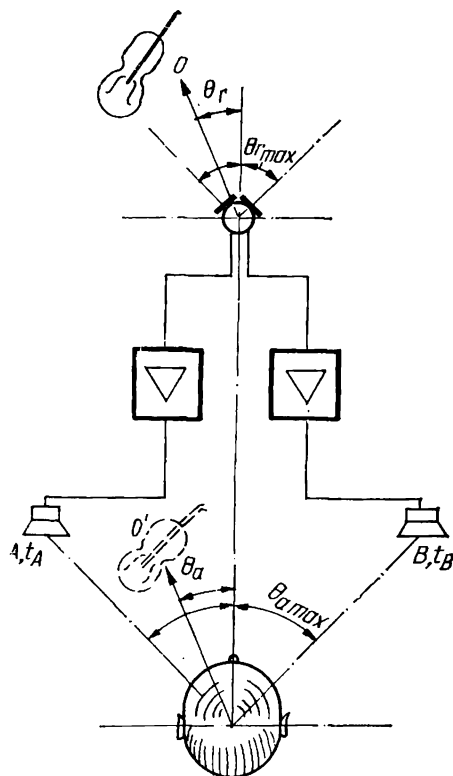


Fig 1.11. · Transmisie stereofonică cu două canale electroacustice.

Sistemul de transmisie cu două canale, prin calitățile artistice pe care le prezintă în reproduceri stereofonice de înaltă fidelitate, cit și prin avantajele economice (cantitate minimă de mijloace tehnice), a fost adoptat de majoritatea firmelor producătoare de aparataj de specialitate.

1.3. REPRODUCERI STEREOFONICE CU INSTALAȚII ELECTROACUSTICE CU DOUĂ CANALE

Din analiza modului de percepere auditivă a direcției unei surse sonore au rezultat ca hotăritoare diferențele de timp și de intensitate. Acestea fiind un atribut al auzului binaural, trebuie menținute și în cazul reproducerii sunetului pe cale electroacustică, în general și în situația utilizării unor instalații stereofonice bicanal, în particular. Se obține în acest fel o corespondență, ținând seama de rapoartele dimensiunilor încăperilor de înregistrare și reproducere, între poziția sursei sonore reale și a celei imaginare. Faptul acesta este cunoscut, verificat prin experimentări și acceptat, nu numai de amatori ci și de specialiștii stereofoniei. Important este ca, în special, primii să cunoască în ce condiții pot audia stereofonic un program sonor, folosind o instalație electroacustică cu două canale, atașată în mod obișnuit magnetofonului, picupului sau radioreceptorului. O primă condiție este cea referitoare la amplasamentul fotoliilor ascultătorilor. Acestea nu pot fi apropiate oricât de baza de redare și ca urmare, nici unghiul format de axa de simetrie a sistemului cu linia care unește ascultătorul (aflat pe această axă) de unul din difuzoare, nu poate fi oricât de mare. Din datele obținute până în prezent s-a constatat că acest unghi nu poate depăși valori de $\pm 50^\circ$. Așadar, unghiul format din liniile care unesc cele două difuzoare cu ascultătorul, trebuie să fie mai mic sau cel mult egal cu 100° .

Punerea în evidență a altor restricții, în perceperea fenomenului stereofonic, este posibilă dacă se iau în considerare diferențele de timp caracteristice auzului binaural. Așa cum s-a mai arătat (fig. 1.8, b), în timpul reproducerii stereofonice, apar ca urmare a introducerii unei diferențe de timp Δt , modificări în poziția imaginii sonore. Dacă de exemplu, valoarea diferenței de timp este de 0,5 ms, se constată că sursa sonoră aparentă se deplasează cu un sfert din mărimea bazei (se înțelege prin mărimea bazei, distanța dintre difuzoare). Uneori astfel de diferențe de timp îi corespunde o diferență în parcursul frontului de undă acustică de 15 cm. Astfel de diferențe de parcurs se stabilesc însă, în mod natu-

ral, dacă ascultătorul (pe care l-am presupus amplasat pe axa de simetrie a sistemului de difuzoare) se depărtează foarte puțin de această axă. Efectul este interesant: deplasări relativ mici ale ascultătorului produc deformări substanțiale ale imaginii sonore, acuratețea reproducerii sonore având de suferit. Depărtînd deci observatorul de axa de simetrie, apar unele diferențe de parcurs între fronturile de undă, cărora le corespund anumite diferențe de timp. Sînt așa-numitele *diferențe de timp perturbatoare*. Neajunsurile, provocate de ele în realizarea efectului stereofonic, au impus cercetarea posibilităților de îndepărtare a perturbațiilor pe care le provoacă și de stabilire a acelor mijloace tehnice — simple și cu cost redus — care să asigure compensarea lor. Rezultatele au fost următoarele: compensarea diferențelor de timp perturbatoare este posibilă prin introducerea, în mod artificial, fie a altor diferențe de timp de semn contrar primelor, fie a unor diferențe de nivel de intensitate echivalente. S-a optat pentru folosirea ultimelor, deoarece reprezintă o variantă mai simplă și mai ieftină. Este suficient ca, în acest scop, să se aleagă difuzoare cu caracteristici de directivitate convenabile.

Așadar, compensarea diferențelor de timp perturbatoare implică cunoașterea corelației dintre diferențele de timp și cele de intensitate. Acesta este motivul pentru care s-a trasat diagrama din figura 1.12. Ea a rezultat din extragerea valorilor corespunzătoare prezentate în diagramele din figurile 1.8, *a* și 1.8, *b*.

Compensarea diferențelor de timp perturbatoare nu se poate face însă în orice limite. Dacă Δt depășește 2—3 ms, ascultătorul percepe în locul unei surse sonore aparente unice, două sunete simultane, ale căror direcții coincid cu cele ale difuzoarelor. Prin urmare, persoana care audiază stereofonic programul sonor, se poate îndepărta numai cu o anumită distanță de axa de simetrie a sistemului de difuzoare, limitîndu-se numai la acea zonă în care diferențele de timp pot fi compensate prin diferențe de nivel de intensitate. Dacă se consideră pentru Δt valoarea de 2—3 ms, pentru viteza sunetului cea de 344 m/s, se poate observa că, în apropierea bazei de reproducere, ascultătorul nu se

te deplasa decît pe o distanță de aproximativ un metru în vecinătatea axei de simetrie). Măbind distanța față de sursa de redare, zona de audiție stereofonică este din ce în ce mai lată, așa cum de altfel se poate constata și din

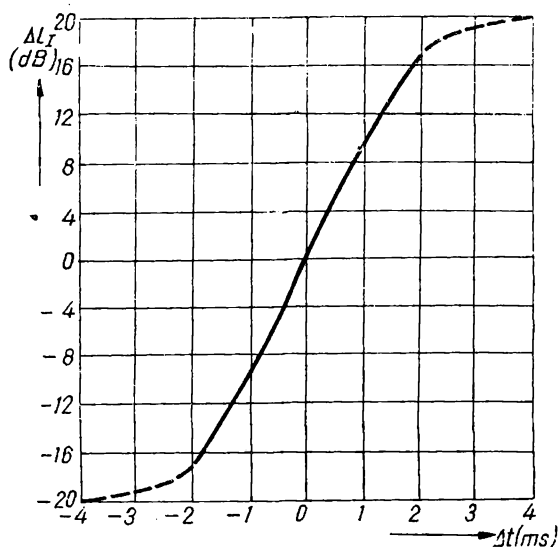


Fig. 1.12. Echivalența între valorile diferențelor de timp și a celor de intensitate.

Rezultatele unor experimentări, prezentate în figura 1.13. Aceleași experimentări au arătat că lărgirea suprafeței de audiție depinde de distanța dintre difuzoare. Pentru cele trei amplasamente ale difuzoarelor la 4 m, 8 m și 16 m, pare evidentă creșterea zonei de audiție, pe măsură ce se reduce baza de redare. În practica audițiilor stereofonice, cele mai potrivite mărimi ale bazei sînt cuprinse între 3 m și 5 m. Ele sînt convenabile nu numai pentru faptul că permit obținerea unor suprafețe de audiție mai mari decît în cazul amplasării la distanțe egale sau mai mari decît 8—10 m, ci și pentru că se adaptează mult mai bine dimensiunilor unor încăperi de locuit.

Se observă, așa dar, că zona de audiție stereofonică este delimitată de baza de redare și de două hiperbole, ale căror focare coincid cu cele două difuzoare. Forma acestor hiperbole și deci conturul suprafețelor de audiție, depinde de mai mulți factori cum ar fi: caracteristicile de directivitate

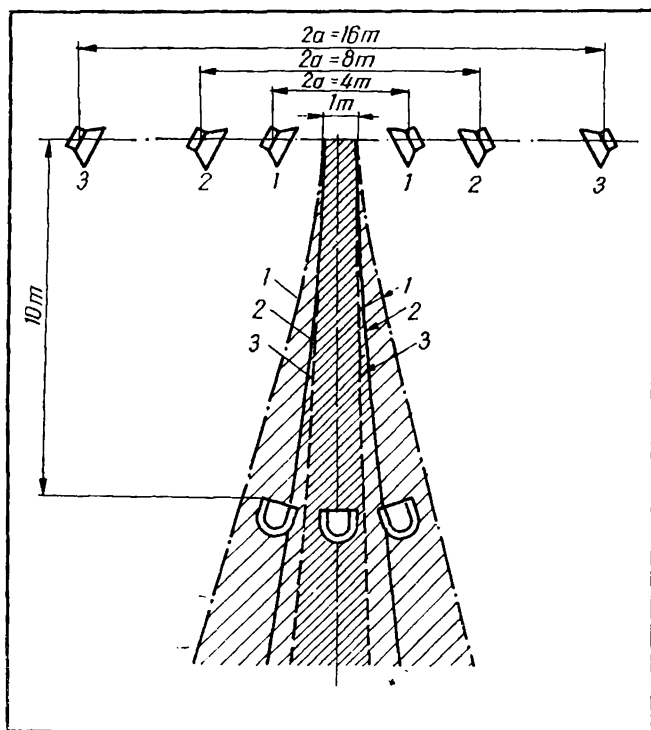


Fig. 1.13. Delimitarea zonelor de audiție stereofonică în cazurile în care mărimea bazei de redare este de 4 m, 8 m și 16 m.

ale difuzoarelor, mărimea bazei de redare, orientarea difuzoarelor în planul orizontal, forma, dimensiunile și caracteristicile acustice ale încăperii, aranjarea și categoria de mobilier aflat în încăpere, locul ales pentru amplasamentul difuzoarelor. Dacă audiția are loc pe o terasă în aer liber sau într-o grădină mai intervin și factorii climatici ca de exem-

u: vîntul, temperatura aerului, gradul de umiditate. Prenderent însă, în cele mai multe cazuri, rămîne sunetul rect, produs de cele două difuzoare. Ascultătorul percepînd nările acustice emise de ele, cu diferențele de timp intensitate cunoscute are, posibilitatea de a repera sursele sonore aparente într-o desfășurare similară cu cea existentă în timpul înregistrării.

Stereofonia cu două canale are însă marele neajuns de produce efectul stereofonic pe o suprafață relativ restrînsă astfel încît nu pot fi cuprinși și ascultătorii situați mult în lărga axei de simetrie a ansamblului celor două difuzoare. Roland Condamines a determinat chiar mai multe zone de audição stereofonică (fig. 1.14) pe care le-a denumit *zone cu*

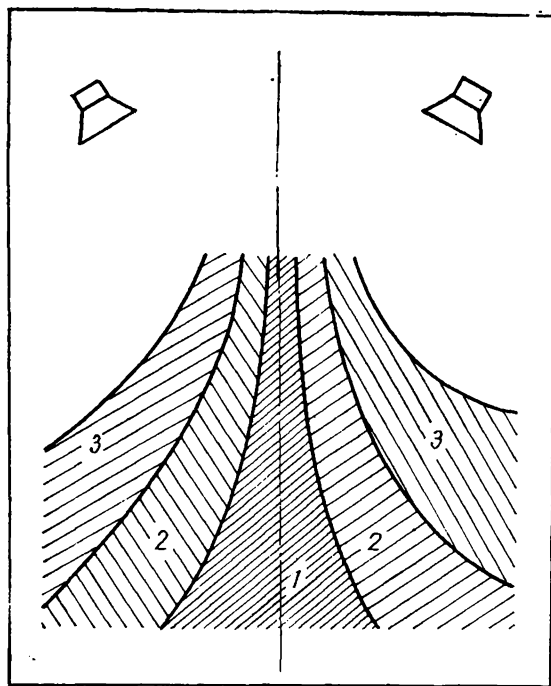


Fig. 1.14. Zone de audição stereofonică delimitate de R. Condamines:

1 — excelentă; 2 — acceptabilă; 3 — tolerabilă.

condiții excelente de audiție stereofonică, zone acceptabile și zone tolerabile. Este de la sine înțeles că în așa-numitele zone acceptabile și tolerabile, ascultătorul percepe imagini sonore deformate, în care sursele aparente sînt mult deosebite ca poziție față de sursele reale. Iată de ce, amplasarea fotoliilor pentru ascultători, în aceste zone, nu este totuși recomandabilă. Găsirea mijloacelor tehnice de mărire a zonei de audiție stereofonică, astfel încît să cuprindă cea mai mare parte sau, chiar întreaga suprafață a încăperii, constituie singura soluție potrivită pentru a îndepărta acest neajuns al stereofoniei cu două canale de transmisie.

Înainte de a se trece la descrierea citorva metode de mărire a zonei de audiție stereofonică, sînt necesare unele precizări și asupra unor factori climatici (vînt, temperatură și umiditate) care judicios folosiți pot contribui la reușita unor reproduceri stereofonice în aer liber sau, în caz contrar, o pot compromite.

În propagarea lor undele sonore pot suferi devieri ca urmare a acțiunii vîntului, viteza sunetului fiind un vector care rezultă din suma vectorială a vitezei sunetului, în aerul imobil, cu cea a vîntului. Dacă sensul de propagare a unei acustice coincide cu cel al vîntului se obțin întăriri ale sunetului, în timp ce sensurile contrare determină sonorizarea neuniformă sau chiar nesonorizarea unor suprafețe (fig. 1.15, *a*). Spre exemplificare se poate preciza că, un vînt de tăria 6 produce o deplasare cu 15% a suprafeței de audiție.

Celălalt factor climatic, temperatura, poate influența de asemenea propagarea sunetului, cunoscut fiind faptul că viteza sa de propagare este invers proporțională cu densitatea aerului și direct proporțională cu temperatura acestuia. Viteza sunetului poate deci să crească sau să descrească în funcție de temperatura aerului și deci, de îndepărtarea față de suprafața solului (fig. 1.15, *b*). Considerînd situația cea mai des întîlnită, în care temperatura aerului scade o dată cu creșterea altitudinii, viteza sunetului la altitudini mari va descrește, frontul unei sonore fiind curbat în sus. Invers, dacă temperatura aerului crește cu altitudinea, ca în cazul terenurilor plate sau al lacurilor de munte, viteza de deplasare a sunetului, în zonele superioare ale atmosferei, va fi mare producînd curbarea spre sol a frontului de undă.

Umiditatea atmosferei produce scăderi ale nivelelor de intensitate acustică, modificând spectrul de frecvențe al sunetului transmis și afectând în special tonurile înalte, răspunzătoare unor frecvențe de 10 kHz și 12 kHz. Există în atmosferă și anumite fenomene micrometeorologice, în special în apropierea suprafeței solului, mai ales,

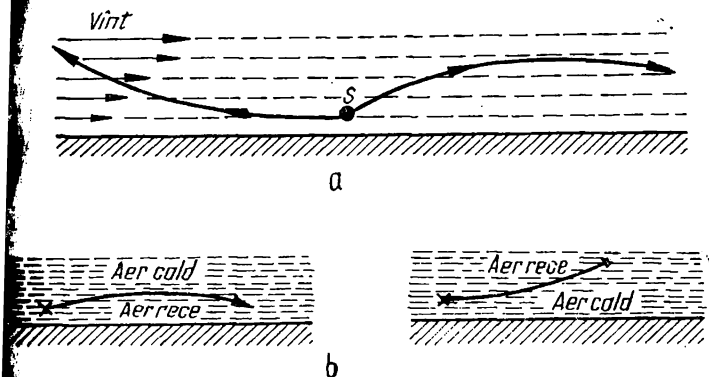


Fig. 1.15. Influența factorilor climatici asupra propagării sunetului:
a – influența vîntului; b – influența gradientului de temperatură.

Indacă acesta este puternic încălzit. Atunci se produc variații de 2–3°C, de mai multe ori, la intervale scurte, la care se poate adăuga și acțiunea vîntului. În acest fel, aerul din apropierea solului este menținut într-o perpetuă agitație. Acțiunea acestor fenomene de fluctuație se răsfrînge, mai mult, asupra sunetelor de frecvență înaltă (lungime de undă mică), contribuind, în acest mod, la înrăutățirea condițiilor de audiere a programelor sonore.

Mijloace de mărirea a zonei de audiere stereofonică. Soluțiile adoptate pentru extinderea suprafeței în care se pot obține condiții excelente pentru perceperea efectului stereofonic se bazează, aproape în exclusivitate, pe alegerea convenabilă a unor caracteristici de directivitate a casetelor de difuzoare. Se caută să se stabilească anumite raporturi între nivelele de intensitate acustică generate de cele două ansambluri casetă-difuzor (se presupune că difuzoarele au caracteristici riguros identice și sînt perfect echilibrate).

Situația optimă se obține când raportul acesta este egal cu unitatea. Rezultate mai puțin bune, dar totuși satisfăcătoare, corespund unor denivelări de intensitate acustică de maximum 3 dB.

Constructorii de echipament stereofonic au imaginat diferite soluții care să permită mărirea zonei de audiere. Una dintre ele aparține lui Bauer și constă din folosirea unor surse sonore cu caracteristică de directivitate în formă de opt. Difuzoarele sint astfel montate (fig. 1.16, a) încît axele lor de simetrie să convergă spre ascultători, formînd un unghi de aproximativ 120° — 130° . În această situație se obțin condiții foarte bune de audiere stereofonică atît pe mediatoarea bazei cit și pe un cerc cu centrul în O și cu rază OA . Valori convenabile, deci condiții mulțumitoare (corespunzătoare unor denivelări de intensitate acustică de 3 dB), se realizează pe o suprafață mult mai mare, posibilitățile

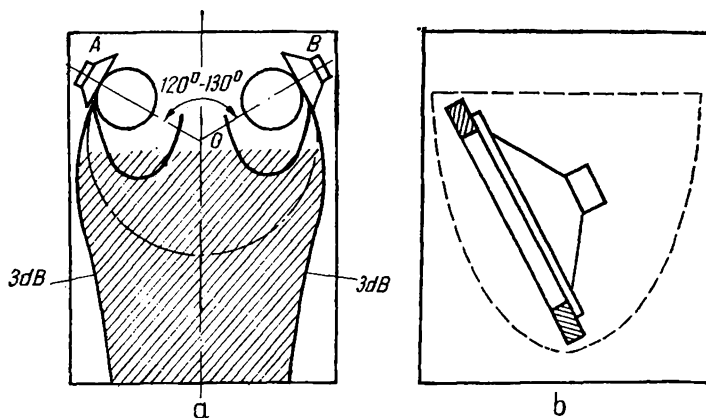


Fig. 1.16. Procedul Bauer de mărire a zonei de audiere:

a — amplasarea difuzoarelor și delimitarea zonei de audiere; b — schiță privind soluția construcției pentru sursă sonoră.

de audiere stereofonică extinzîndu-se, practic, pe toată suprafața încăperii de locuit. În ceea ce privește mărirea bazei (distanța AB), se recomandă să fie mai mică sau cel mult egală cu 5 m.

Cu un astfel de procedeu ascultătorii care se află așezată la o distanță mai mare față de axa de simetrie a ansamblului difuzoarelor, vor putea beneficia și ei de condiții mult mai bune de audiere stereofonică.

Caracteristicile de directivitate, impuse de soluția prezentată în figura 1.16, *a* se pot obține, fără dificultăți, cu ajutorul unui *dipol acustic*. Un difuzor fără ecran, sau monitoare pe un panou ale cărui dimensiuni sînt mici în raport cu lungimea de undă a sunetului transmis constituie un dipol acustic (fig. 1.16, *b*). Linia desenată punctat în figura 1.16, *b*, reprezintă un ecran opac din punct de vedere optic intru a nu atrage atenția ascultătorilor asupra orientării obișnuite a difuzoarelor), însă transparent din punct de vedere acustic. El se poate realiza din pînză, din stofă rară sau din plasă metalică.

Acest sistem, care poartă denumirea de *izofonic*, se adaptează foarte bine la încăperile cu dimensiuni medii sau mici.

Un alt mijloc de a lărgi suprafața de audiere stereofonică, în încăperi mijlocii sau mici, constă în utilizarea unor difuzoare cu difuzoare care prezintă o caracteristică de directivitate de tipul cardioidă. Casetele sau, mai corect spus, mobila în care se montează difuzoarele este de construcție specială, așa cum de altfel rezultă și din figura 1.17, *b*. Se observă că fața diafragmei difuzorului radiază în partea frontală a mobilei, care este orientată spre unul din pereții încăperii. Spatele diafragmei este introdus într-un tub cu secțiune semicirculară care are o perforație la fața mobilei, în partea dinspre ascultător. În traiectul undelor acustice este introdusă o rezistență acustică R_A , realizată dintr-un material poros. După cum rezultă din caracteristicile de directivitate ale casetei cu difuzor (fig. 1.17, *c*), natura materialului din care este confecționată rezistența R_A și densitatea lui prezintă o importanță deosebită. Astfel, cînd partea perforată se obturează, caracteristica de directivitate are forma circulară ($R_A = \infty$); cînd tubul este complet deschis ($R_A = 0$), caracteristica ia o formă alungită, iar cînd se introduce materialul poros de o anumită densitate (de exemplu $R_A = 0,1$), ea capătă forma cardioidă.

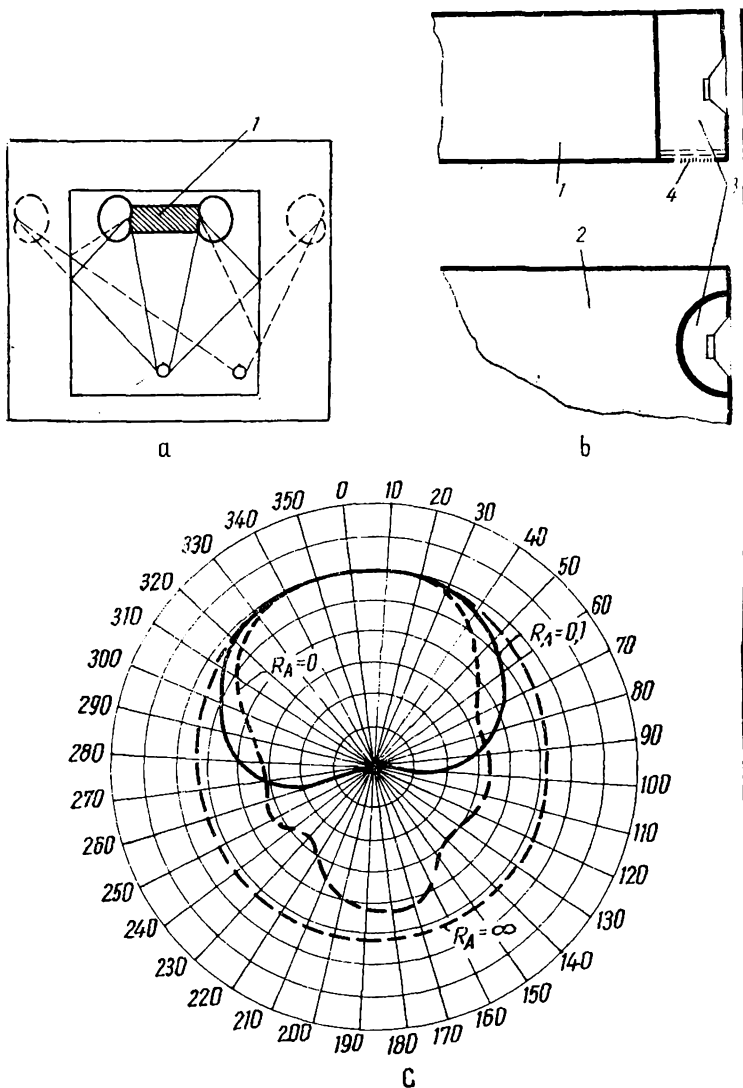


Fig. 1.17. Mărirea zonei de audiție stereofonică, utilizând proprietățile reflectante ale pereților:

a — amplasarea mobilierului și prezentarea modului de formare a imaginilor sonore; *b* — secțiuni prin mobilier; 1 — secțiune orizontală; 2 — secțiune verticală; 3 — tub; 4 — suprafață perforată căptușită cu materia poros; *c* — caracteristicile de directivitate ale dispozitivului.

Sunetele radiate de difuzoarele montate în această mobilă
sunt reflectate de pereții opuși lor. Se produce astfel (fig.
17, a), prin reflexie de sunet, o substituție a surselor reale
și imaginile lor acustice. Ca o consecință a acestui fapt,
rezultă o mărire a zonei de auditiie stereofonică.

În fine, acolo unde mijloacele tehnice permit acest lucru,
suprafața de sonorizat are forma și dimensiunile con-

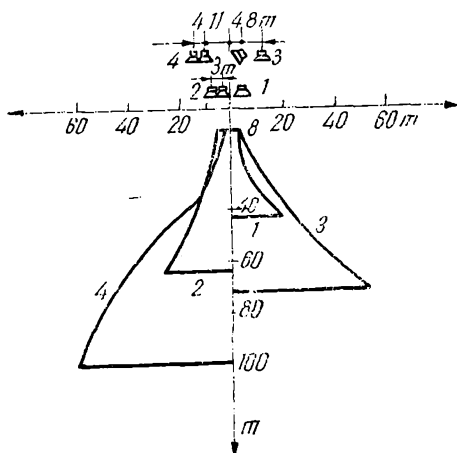


Fig. 1.18. Mărirea zonei de auditiie stereofonică
prin introducerea unor difuzoare suplimentare
(în aer liber).

venabile, se poate obține mărirea zonei de auditiie prin spo-
rirea numărului de difuzoare și prin orientarea lor judicioasă.
Exemplul prezentat în figura 1.18, se referă la o sonorizare
în aer liber. Coloanele cu difuzoare folosite, cuprind fiecare
cîte 6 difuzoare avînd o putere electrică de 8 W. Se observă,
în cele patru cazuri prezentate, că prin adăugarea de coloane
cu difuzoare, prin amplasament corespunzător, și orientare
potrivită (a se vedea indicațiile din figură), se obține mărirea
zonei de auditiie de la aproximativ 40 m adîncime și 40 m
lățime, la circa 100 m adîncime și 120 m lățime.

O situație asemănătoare celei prezentate anterior, este arătată în figura 1.19. În afară de casetele cu difuzoare principale D_{D1} și D_{S1} s-au mai utilizat încă două casete, auxiliare,

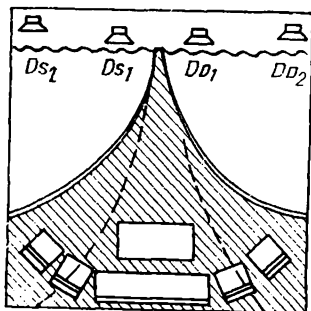


Fig. 1.19. Mărirea zonei de audiție stereofonică prin introducerea unor difuzoare suplimentare (în încăperei).

D_{D2} și D_{S2} . Cu linie întreruptă s-au trasat limitele zonei de audiție rezultată din funcționarea difuzoarelor D_{D1} și D_{S1} , iar cu linie continuă, suprafața mărită prin adăugarea celorlalte două difuzoare.

1.1. CAPTAREA SUNETULUI ÎN STEREOFONIA CU INSTALAȚII ELECTROACUSTICE CU DOUĂ CANALE

O corectă reproducere stereofonică implică în afară de amplasamentul corespunzător al difuzoarelor și reglajul precis al instalației și o judicioasă captare a sunetului.

Prin *captare de sunet* se înțelege, în general, ansamblul de operații care permite transformarea elementelor sonore destinate a fi încorporate într-un program, în semnale electrice, în condiții de calitate tehnică și artistică corespunzătoare. În stereofonie, mai trebuie adăugată și necesitatea de a se obține și *relieful sonor*.

Captarea stereofonică este o operație complexă, care constă din alegerea unor microfoane potrivite, din amplasarea lor la distanța optimă față de sursa de sunet, din stabilirea unui unghi satisfăcător între axele lor de simetrie, din îndepărtarea, într-un mod corespunzător, a unui microfon față de celălalt. În plus, se dovedește necesar a se lua în considerare atit particularitățile acustice ale locului în care se efectuează captarea sunetului (durata de reverberație, nivel de zgomot perturbator), cit și criteriile artistice.

Ca dispozitiv de captare, în stereofonia cu două canale electroacustice (frecvent utilizată de profesioniști și amatori), se poate utiliza atit un ansamblu format din două *microfoane distanțate* (stereofonia de fază și de intensitate), cit și un singur microfon, dublu, cunoscut sub denumirea de *microfon de coincidență* (stereofonia de intensitate). Micro-

ul de coincidență cuprinde două traductoare, situate
acent, într-o singură unitate constructivă.

**Procedeu de captare stereofonie, bicanal, cu microfoane
lanțate.** Cunoscut și sub denumirea de *AB*, acest pro-
leu se bazează pe folosirea a două microfoane amplasate
distanțe variind între 20 cm și câțiva metri. În acest
semnalele electrice obținute la bornele microfoanelor sint
brite ca amplitudine și fază, după cum diferă și semna-
acustice corespunzătoare lor. Din această cauză pro-
leul se numește de *intensitate și fază*. Microfoanele pot
a caracteristici de directivitate de formă sferică sau
diodă. În ultimul caz, orientarea microfoanelor se poate
e în limite largi, unghiurile formate de axele lor de si-
trie fiind cuprinse între 0° și 180° (fig. 1.20, *a*).

Diferențele de intensitate ΔL_r , care apar la nivelul micro-
nelor depind de distanța dintre ele, de depărtarea față
sursa sonoră, de caracteristica lor de directivitate și de
al în care sint orientate.

Influența fiecăruia din acești factori este pusă în evi-
ta prin diagramele arătate în figura 1.20, *b*, în care s-a
at cu *a* semidistanța dintre microfoane și cu *b* distanța
tre sursa de sunet și microfon.

La amplasarea microfoanelor trebuie să se ia în consi-
ație și criteriile tehnico-artistice. Așa de exemplu, utili-
ea unor microfoane cu caracteristici de directivitate de
mă cardioidă, decalate cu 180° , vor favoriza sunetul indi-
ș în detrimentul celui direct. De asemenea, astfel de
acteristici (cardioide) vor fi preferate unora sferice, în
imite condiții acustice ale mediului ambiant (nivel ridicat
zgomot perturbator la locul captării).

Revenind la diagramele din figura 1.20, *b*, se observă
în ordonată nu s-au depășit pentru ΔL_r valori de 20 dB.
tivul este cel arătat mai înainte și anume: diferențele
nivel de intensitate superioare valorii de 16 dB nu mai
zintă interes în cazul producerii stereofonice, direcțiile
care se percep sursese sonore aparente coincidind cu cele
difuzoarelor. Așa cum arată J. Webers, în alegerea rapor-
ui $\frac{a}{b}$ există anumite limite, considerindu-se că sursa
loră nu se poate apropia la mai puțin de sfertul distanței

dintre microfoane și nu se îndepărtează la mai mult de dublul ei. Aceasta a fost cauza alegerii, pentru raportul $\frac{a}{b}$ a unor valori de 2,1, $\frac{1}{2}$ și $\frac{1}{4}$. Din diagramă mai rezultă că în cazul unor microfoane cu caracteristici de formă cardioidă, diferențele de nivel de intensitate cresc proporțional

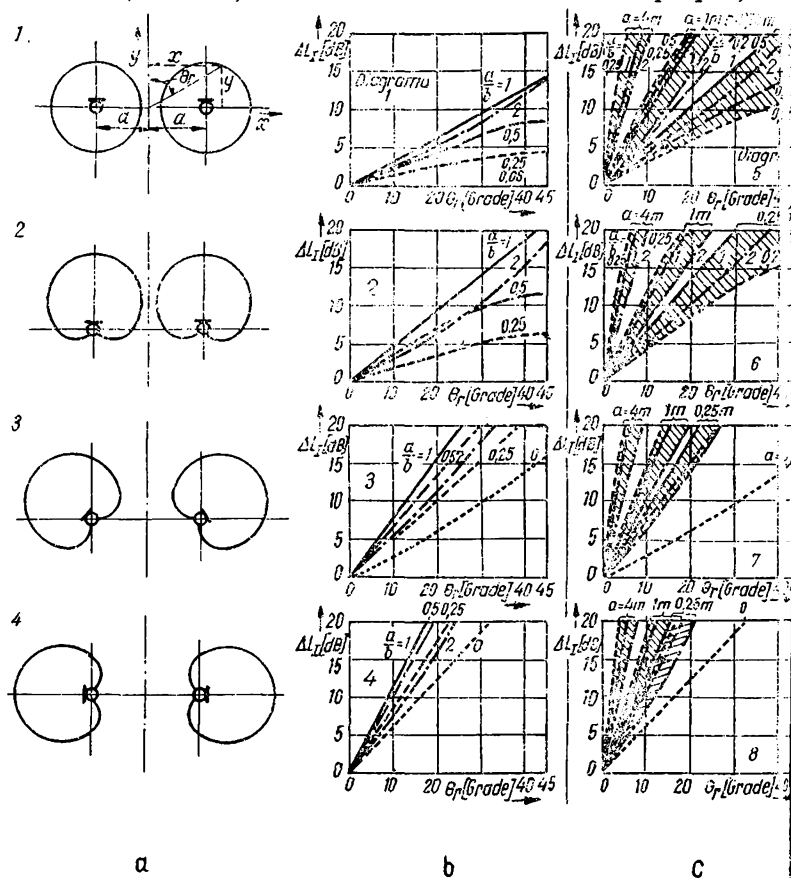


Fig. 1.20. Procedul de înregistrare AB:

a - aranjarea microfoanelor; b - diagramele $\Delta L_I = f(\theta_r)$ pentru diferite rapoarte $\frac{a}{b}$; c - diagramele $\Delta L_I = f(\theta_r)$ pentru diferite rapoarte $\frac{a}{b}$ (după însumarea diferențelor de nivel de intensitate, echivalente diferențelor de timp)

cu unghiul făcut de axele lor de simetrie. Valorile maxime se obțin pentru rapoarte $\frac{a}{b} = 1$.

Procedeul AB fiind de intensitate și de fază, va pune în evidență în afară de diferențele de nivel de intensitate și diferențele de timp. Acestea depind atât de valorile raportului $\frac{a}{b}$ cit și de distanța dintre microfoane ($2a$), așa cum se poate constata din diagrama din fig. 1.21. Valorilor înscrise aici le corespund alte diferențe de intensitate, denumite echivalente și care sînt prezentate în figura 1.22, sub forma unor caracteristici $\Delta L_{iec} = f(\Delta t)$.

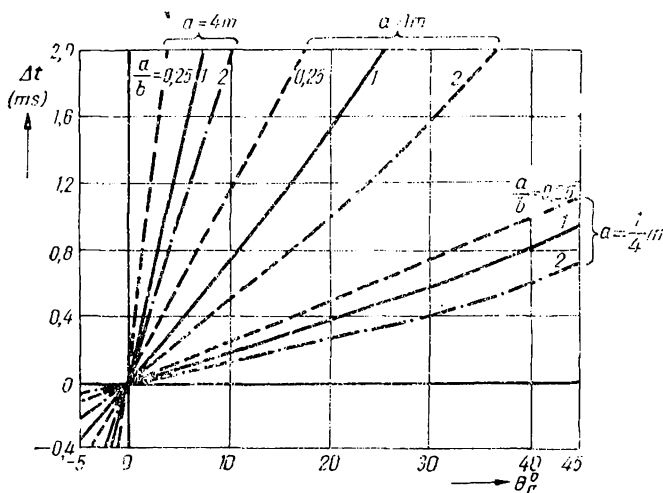


Fig. 1.21. Variația diferenței de timp Δt în funcție de unghiul de incidență θ_r , pentru diferite distanțe între microfoane ($2a$) și între microfoane și surse (b).

Efectul stereofonic rezultă, așadar, ca o consecință a producerii simultane a diferențelor de timp și a celor de intensitate. Aprecierile cantitative pot fi făcute prin însumarea valorilor lui ΔL_i cu cele ale lui Δt , după o prealabilă convertire ale ultimelor, în valori ΔL_{iec} . Transformarea este posibilă dacă se utilizează diagrama din figura 1.22. În mod practic, la valorile din diagramele 1-4 (prezentate în

fig. 1.20, b), se adaugă cele rezultate din citirea caracteristicilor din figura 1.22, b. La însumare trebuie să se țină

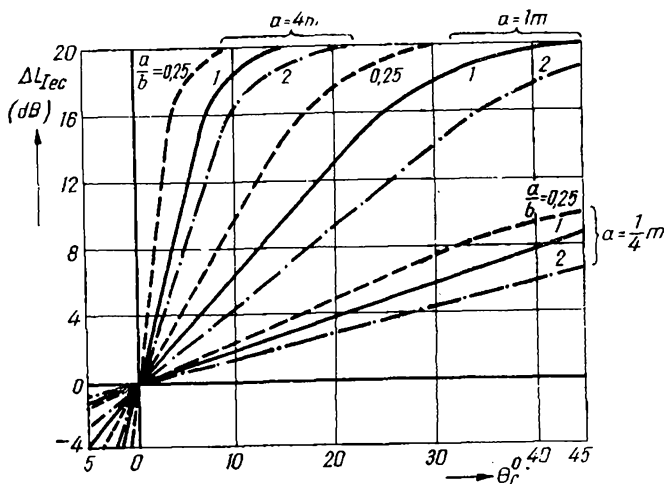


Fig. 1.22. Variația diferenței de nivel de intensitate echivalente ΔL_{Iec} , în funcție de unghiul de incidență θ_p .

seama de valorile lui a și ale raportului $\frac{a}{b}$. Rezultatele pot fi urmărite în diagramele 5—8, din figura 1.20, c, ele urmînd a fi folosite, la alegerea corectă a caracteristicilor de directivitate și de determinarea distanței dintre microfoane, în cazul captării stereofonice cu ajutorul procedurii AB.

Pentru a exemplifica modul de utilizare a diagramelor, se consideră situația în care se captează sunetul emis de o mică formație corală, cu ajutorul a două microfoane avînd caracteristici de directivitate sferice. Distanța sursă sonoră-microfon este de 4 m, iar unghiul sub care se poate încadra formația corală, — de la această distanță, — este de $2 \times 12^\circ$ (fig. 1.23). La reproducere, este necesar ca sursa sonoră aparentă să ocupe întreaga distanță dintre difuzoare. Cerce-tînd diagrama corespunzătoare, numărul 5, din figura 1.20, c, rezultă că cea mai apropiată situație este cea pentru care $a = 1$ și $\frac{a}{b} = 0,25$. Deci, pentru exemplul ales, distanța

ntre microfoane $2a$ este egală cu 2 m. În mod asemănător se pot face și alte determinări, pentru a rezolva diferitele cazuri care apar în practică.

Procedul de captare AB , prezintă totuși unele neajunuri, care se pot pune în evidență numai la reproducere. Ascultătorul are impresia uneori, fie că sursa de sunet aparentă se deplasează pe un arc de cerc în loc de o dreaptă (arcul fiind orientat cu concavitatea spre suprafața de audiție), fie că aceasta face un salt de la mijlocul bazei spre una din extremitățile ei. Remediul situației constă în introducerea unor microfoane ajutoare sau în alegerea unor caracteristici de directivitate de forme cât mai adecvate distanțelor dintre sursă și microfon și dintre microfoane și spațiul ocupat de sursa sonoră.

Procedul de captare stereofonică, bicanal, cu microfon de coincidență. Un astfel de procedeu se bazează exclusiv pe efectele apariției unor diferențe de intensitate, datorită formelor caracteristicilor de directivitate. Diferențe de timp nu mai pot apărea, microfoanele ocupând același loc în spațiu.

Formele caracteristicilor de directivitate și modurile de orientare a capsulelor microfonului au permis delimitarea a două variante. Prima variantă, de dată relativ recentă, a fost imaginată de Lauridsen și a fost denumită MS (prescurtarea de la *Mitte-Seite* = centru-lateral). Ea comportă un transductor microfonic, orientat spre direcția principală a sursei sonore, care furnizează așa-numitul semnal M . Caracteristica sa de directivitate poate lua forme diferite: cerc, opt, cardioidă. Celălalt transductor, orientat într-o direcție perpendiculară pe a primului, furnizează semnalul S . Acestui transductor îi corespunde întotdeauna o caracteristică în formă de opt (fig. 1.24, a).

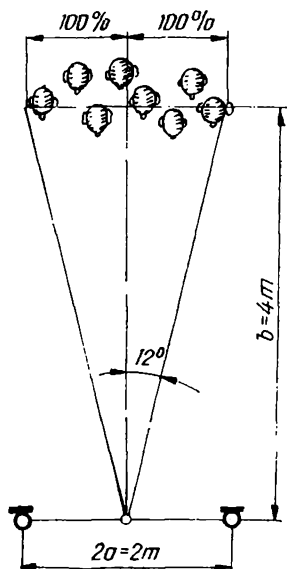


Fig. 1.23. Determinarea distanței dintre microfoane.

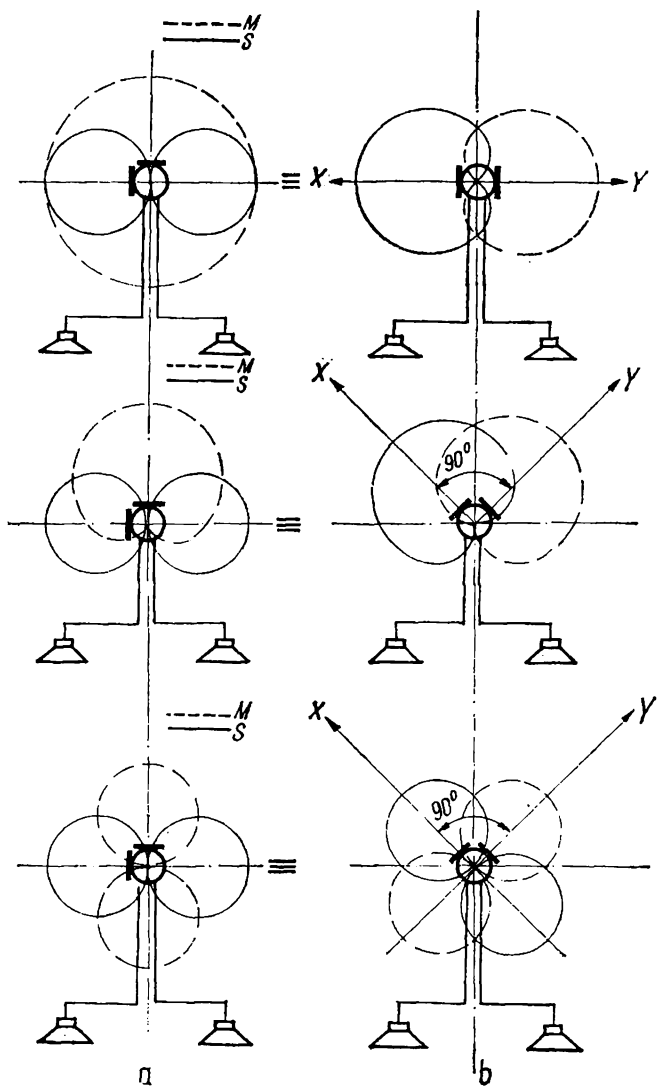


Fig. 1.24. Caracteristicile de directivitate ale microfoanelor:
 a — procedeul MS ; b — procedeul XY

Alegînd una din combinațiile caracteristicilor de directivitate specifice acestui procedeu, de exemplu, cardioidă *pt* și considerînd ca pozitive tensiunile corespunzătoare semnalului *M* (cardioidă), și ca pozitive, respectiv negative, cele corespunzătoare semnalului *S* se obține o nouă combinație de caracteristici și anume două cardioide decalate între ele cu un unghi de 90°. Așa cum se poate observa în figura 1.24, *b*, rezultate asemănătoare se obțin și pentru celelalte două situații.

Transductoarele, cărora le sînt specifice aceste caracteristici de directivitate echivalente, determină în canalele stereofonice corespunzătoare, nivele de tensiune care diferă după felul în care se modifică direcția din care se percepe sursa sonoră, iar procedeul de captare care permite utilizarea lor se numește *XY*.

S-a constatat în acest fel, că este posibilă trecerea de la procedeul *MS*, la cealaltă variantă a stereofoniei de intensitate, denumită *XY*. Echivalența între diferitele combinații de caracteristicilor de directivitate este prezentată în figura 1.24, iar matematic prin relațiile:

$$M + S = qX; \quad X + Y = pM;$$

$$M - S = qY; \quad X - Y = pS.$$

în care *p* și *q* sînt factori de proporționalitate.

Procedeul *MS* este cunoscut uneori și sub denumirea de *asimetric* (caracteristici de directivitate în general diferite ca formă), iar *XY* este numit procedeul *simetric* (caracteristici identice dar orientate diferit).

Echivalența caracteristicilor de directivitate, demonstrează posibilitatea de a obține semnale electrice *XY* chiar cînd captarea se face cu un microfon *MS* și viceversa. Dispozitivele care permit acest lucru sînt relativ simple, schemele lor de principiu fiind arătate în figura 1.25.

Procedeul *MS* mai prezintă o importantă particularitate: oferă posibilitatea de a modifica, în timpul procesului de înregistrare a sunetului, mărimea bazei și direcția din care se percepe sursa sonoră aparentă. Schimbările valorice ale semnalului *S* determină, la reproducere, mărirea sau micșorarea bazei. Reducîndu-l de exemplu, pînă la zero, ima-

ginea sonoră se restringe, devenind punctiformă. Situația este asemănătoare cu cea realizată în cazul utilizării unei instalații monocanal. Dispozitivul care permite acest lucru, este numit de *reglaj al bazei* și este notat în figura 1.28, a, cu simbolul R_B

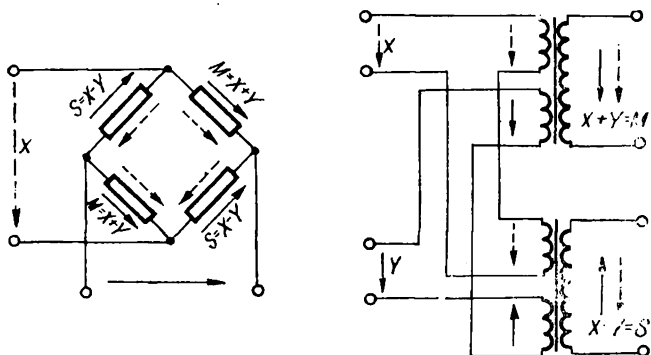


Fig. 1.25. Dispozitive pentru transformări sumă-diferență.

Cel de-al doilea reglaj se referă la modificarea direcției din care se percepe sursa sonoră aparentă. Considerind un microfon de coincidență MS cu caracteristici de directivitate cerc-opt (fig. 1.26), se poate ușor constata că, la unghiur de incidență sonoră de -90° , semnalele M și S au aceleaș

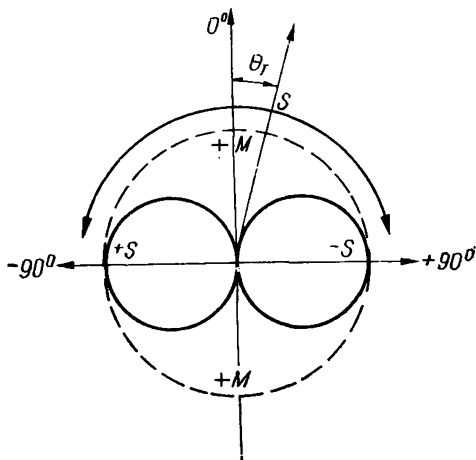


Fig. 1.26. Modificarea direcției de percepere a sursei sonore pentru microfonul MS .

amplitudini și faze, pe cînd la unghiuri de $+90^\circ$, amplitudinile rămîn egale, dar fazele sînt în opoziție. Deplasînd deci o sursă sonoră în jurul unui astfel de microfon, semnalele electrice corespunzătoare vor avea amplitudini și faze diferite și variabile, potrivit poziției sursei sonore față de microfon. Dacă se presupune că se anulează printr-un mijloc oarecare componenta S a semnalului stereofonic, ea poate fi totuși refăcută artificial, semnalul respectiv rezultînd din componenta M , după introducerea prealabilă a dispozitivului R_D (fig. 1.27). Așa cum se observă amplitudinea com-

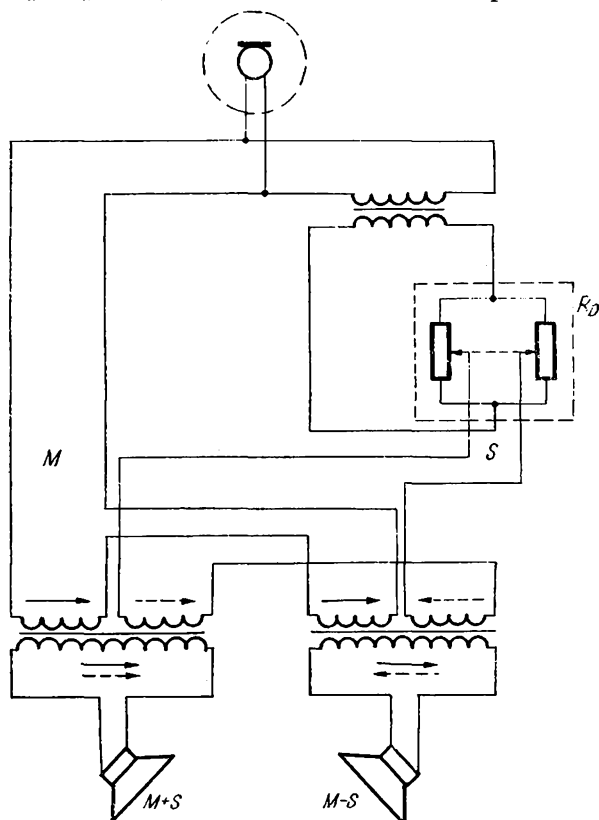


Fig. 1.27. Obținerea semnalului S din semnalul M , prin intermediul unui dispozitiv de reglaj al direcției.

ponentei S , *artificiale*, poate fi variată începînd cu o valoare maximă (cursoarele potențiometrelor în poziție extreme și opuse), trecînd apoi prin zero (cursoarele în poziție mediană) și ajungînd iar la valoare maximă (cursoarele potențiometrelor în celelalte poziții extreme). Modificările de amplitudini sînt însoțite de schimbări ale fazei de la 0° la 180° . Cu un astfel de dispozitiv se poate deci interveni într-o instalație stereofonică, pentru a acționa asupra poziției sursei sonore aparente, aducîndu-i-se corectivele dorite de cel care se ocupă de captarea sunetului. Schema de principiu a dispozitivului de reglaj al direcției R_D și modul de conectare într-o instalație stereofonică sînt prezentate în figura 1.28, *a*.

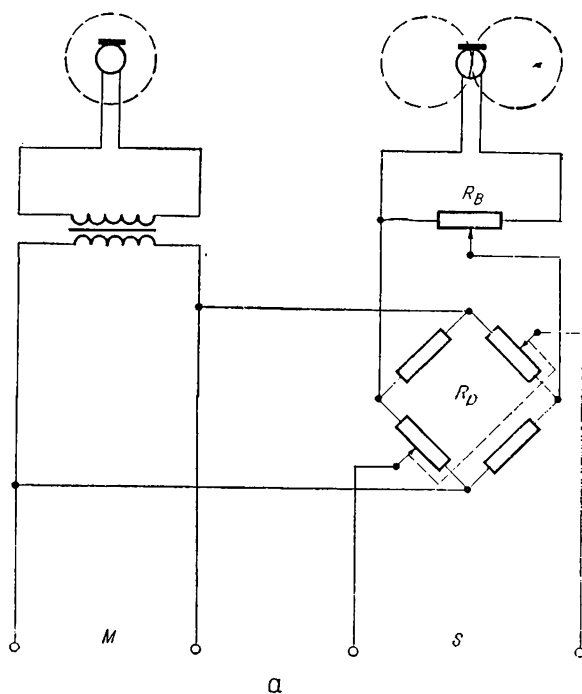
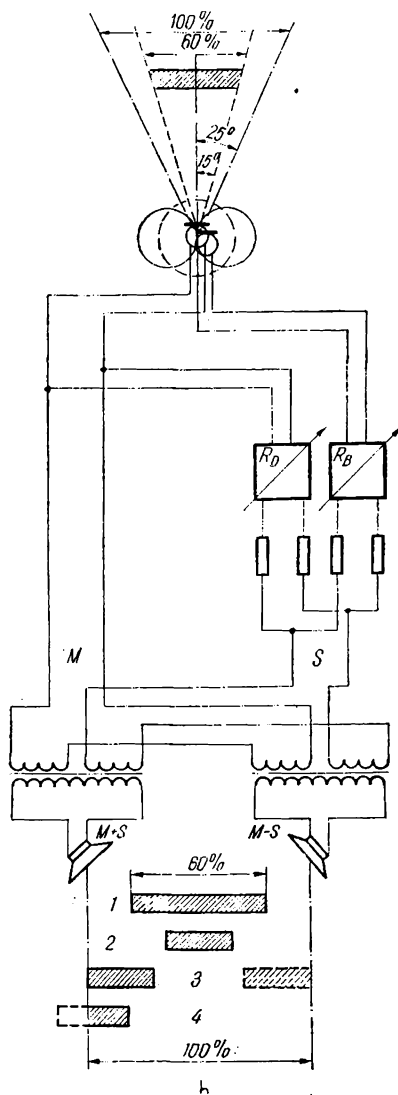


Fig. 1.28. Realizarea reglajului mărimii bazei și direcției:
a — schema; *b* — utilizarea practică.



Pentru a demonstra felul în care se pot utiliza dispozitivele R_B și R_D s-a ales situația din figura 1.28, *b*, în care microfonul de coincidență are caracteristici de directivitate cerc-opt, echivalente, după însumarea și diferența semnalelor corespunzătoare, cu două cardioide decalate la 180° . Din diagrama 8 (fig. 1.20, *c*) rezultă că pentru distanță nulă între microfoane ($2 a = 0$), deci raport $\frac{a}{b} = 0$, sistemul este eficace cînd unghiul de incidență 0 , al undelor acustice este egal sau mai mic de $2 \times 25^\circ$. Presupunînd că sursa sonoră ar ocupa numai o întindere de 60% din baza delimitată de unghiul de incidență maxim (deci $2 \times 15^\circ$), situația ar fi cea prezentată în cazul 1, din figura 1.28, *b*. În această situație, ambele dispozitive R_B și R_D , rămînd neacționate. Reducînd, cu ajutorul lui R_B , semnalul S la jumătate, imaginea sonoră se restrînge și ea la jumătate (cazul 2). Introducînd și dispozitivul pentru reglajul direcției, R_D , sursele sonore aparente, care sînt deja restrînse, pot fi deplasate fie spre dreapta, fie spre stînga (cazul 3). La extremitățile bazei de redare, imaginea sonoră suferă deformări (cazul 4), cunoscut fiind faptul că sursele sonore aparente nu pot depăși, ca poziție, locurile de amplasament ale difuzoarelor.

1.5. TRANSMISII STEREOFONICE CU INSTALAȚII CU MAI MULTE CANALE

Principalul scop urmărit, prin mărirea numărului de canale, într-o transmisie stereofonică, îl constituie asigurarea posibilității de percepere a direcției sursei sonore aparente, de către un număr cît mai mare de ascultători. Este vorba, așadar, tot de remedierea acestui mare neajuns al stereofoniei cu două canale, îngustimea zonei de audiere stereofonică. Majoritatea numărului de canale implică creșterea gradului de complexitate a operațiilor de captare, înregis-

trare și reproducere, diferențele de nivele și cele de timp, rezultate pentru două canale, urmînd a fi corelate cu diferențele corespunzătoare celorlalte canale.

La reproducere, rămîn valabile concluziile trase pentru instalațiile bicanal și anume că prin distanțarea și orientarea corespunzătoare a casetelor cu difuzoare se poate

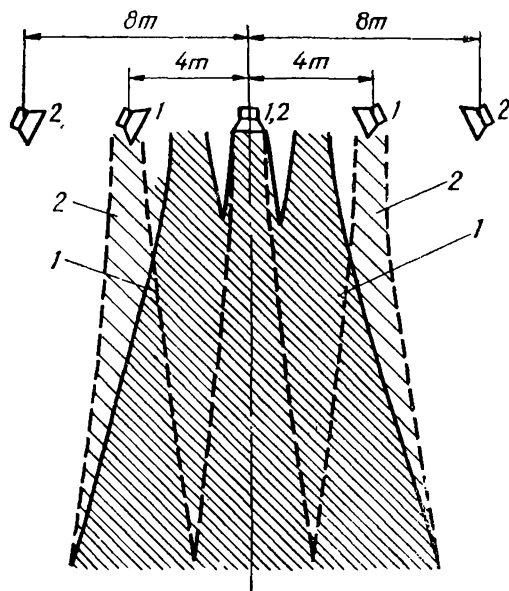


Fig. 1.29. Mărirea zonei de audiție (fig. 1.13) prin folosirea unui al treilea canal.

realiza o suprafață lărgită de audiție stereofonică. Ca exemplu, s-a ales una din cele mai simple instalații multicanal, în care numărul difuzoarelor, și deci al canalelor de transmisie, a fost fixat la trei. S-au trasat după aceea conturul zonelor de audiție stereofonică, pentru două amplasamente ale difuzoarelor. Primul, cînd casetele cu difuzoare sînt distanțate la 4 m, al doilea, cînd distanța este mărită la 8 m (fig. 1.29). Comparînd cele două situații prezentate în această figură, cu cea arătată în figura 1.13, avantajul transmi-

siilor stereofonice cu instalații multicanal devine evident. Folosind un echipament cu trei canale electroacustice și cu difuzoare depărtate la 4 m unul față de celălalt, suprafața de audiere se lărgeste de aproape patru ori. În celălalt caz (distanța între difuzoare de 8 m), situația este mai puțin avantajoasă, deoarece în apropierea bazei de redare nu se asigură o lățime suficientă a zonei de audiere, astfel încât să se poată plasa un număr sporit de ascultători.

1.6. STEREOFONIA CU PATRU CANALE (CVADROFONIA)

Stereofonia cu două canale a început să fie considerată în prezent ca o variantă clasică, a tehnicii de transmisie a sunetului. Foarte mult discutată și cercetată în perioada actuală este stereofonia cu patru canale, cunoscută și sub denumirea de *cvadrofonia*. Acest nou procedeu de înregistrare și reproducere a sunetului este capabil, după părerea multor specialiști, să reconstituie integral cîmpul acustic din sala de concert, adică să pună în evidență atât amplitudinile sunetului direct cît și cele ale undelor acustice reflectate de pereții sălii, dînd și informațiile necesare privind durata și direcția lor de propagare.

Procedeu cvadrfonic comportă în afară de cele două canale electroacustice „clasice“, încă două căi suplimentare. Difuzoarele corespunzătoare lor sînt amplasate cîte două (stînga și dreapta) în fața și în spatele ascultătorului.

În figura 1.30 s-a făcut o prezentare schematică a întinderii spațiale a imaginilor sonore în cazul unor reproduceri monofonice (fig. 1.30, *a*) al unora stereofonice cu două canale (fig. 1.30, *b*) și al celor cvadrfonice (fig. 1.30, *c*). De asemenea s-au indicat, pentru a fi comparate, limitele suprafețelor de audiere stereofonică (fig. 1.31, *a*), și de audiere cvadrfonică (fig. 1.31, *b*).

Este de la sine înțeles că utilizarea tehnicii cvadrfonice presupune existența unui aparataj corespunzător pentru înregistrarea și reproducerea sunetului. Dacă, în ceea ce pri-

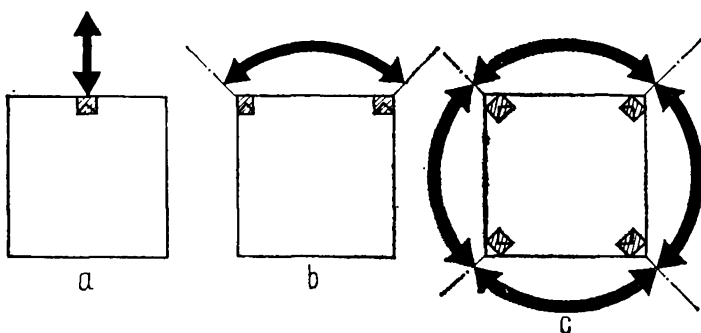


Fig. 1.30. Formarea imaginilor sonore:
a — monofonie; b — stereofonie; c — cvadrofonie.

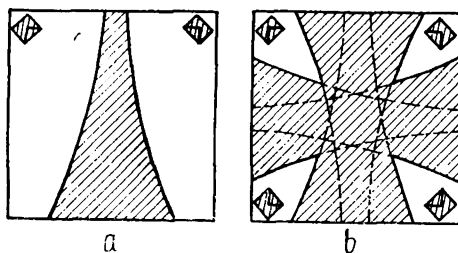


Fig. 1.31. Suprafețe de audiție:
a — stereofonie; b — cvadrofonie.

vește magnetofonul, se pare că adaptarea lui este relativ ușor de realizat (prin prevederea unui număr corespunzător de piste de înregistrare și redare), pentru alte aparate de reproducere a sunetului ca și pentru unele dispozitive de control, cum ar fi picupurile și căștile telefonice se fac numeroase încercări cu scopul de a le adapta la noul sistem. Pentru exemplificarea celor afirmate, în figura 1.32, *a* și *b*, sunt prezentate două metode de căști utilizate în cvadrofonie.

Dificile de realizat sînt și înregistrările și reproducerea cvadrofonică ale sunetului de pe disc. Încercările de pînă acum dau, în general rezultate, satisfăcătoare, însă proce-

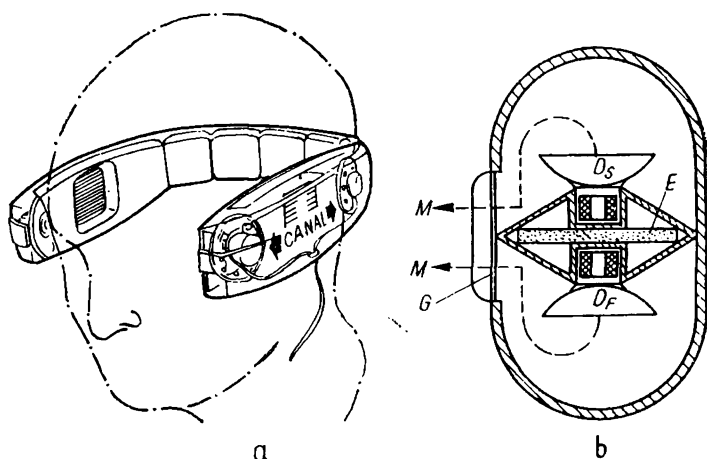


Fig. 1.32. Realizarea efectului cvadrofonic cu ajutorul căștilor:
 D_S , D_F — transductoare pentru reproducerea semnalelor spate-față;
 E — ecran; G — placă perforată; M — traseul undelor acustice

deele tehnice rămân complicate. Astfel, unul dintre ele prevede transformarea celor două canale clasice, stînga și dreapta în canale duble, cuprinzînd fiecare semnalele corespunzătoare pentru situațiile față și spate. Suma acestor două semnale se înregistrează normal într-un domeniu de frecvențe cuprins între 30 Hz și 15 kHz (se asigură în acest fel compatibilitate — între reproducerea monofonică și cea cvadrofonică). Diferența semnalelor este transpusă într-o gamă cuprinsă între 20 kHz și 45 kHz, după un procedeu complex de separare în domenii mai mici de frecvență și pe modulare în frecvență a unei purtătoare de 30 kHz. Aparatajul de reproducere (fig. 1.33) comportă în afară de mecanismul picupului cu transductorul respectiv, un demodulator D , o matrice M pentru reconstituirea celor patru semnale: „stînga-față“, „stînga-spate“, „dreapta-față“, „dreapta-spate“, un amplificator de putere A cu 4 canale (inclusiv preamplificatoarele corespunzătoare) și bineînțeles, casetele cu difuzoare.

1.7. NOȚIUNEA DE COMPATIBILITATE ÎN STEREOFONIE

În stabilirea și aplicarea practică a procedeelor stereo-fonice de înregistrare și reproducere a sunetului se ține seama întotdeauna și de posibilitatea de a obține pentru fiecare program stereofonic și versiunea sa monofonică. Faptul este lesne de înțeles, dacă se are în vedere că de la apariția acestei noi tehnici există, în posesia unui număr mare de persoane, aparatul electroacustic monofonic, că o bună parte din totalitatea programelor radiodifuzate o constituie și astăzi, înregistrările efectuate cu instalații monocanal, că multe case de discuri continuă încă producția cu înregistrări monofonice. Obținerea versiunii monofonice reprezintă o necesitate care nu se poate realiza decît prin satisfacerea condițiilor de *compatibilitate*. Noțiunea de compatibilitate are însă un înțeles mult mai bogat, ea cuprinzînd și posibilitățile de transmite a unui program monofonic prin intermediul unui echipament stereofonic. Rezumînd deci, compatibilitatea constă în traducerea în fapt a condiției ca orice înregistrare stereofonică să poată fi reprodușă printr-o instalație monofoni-

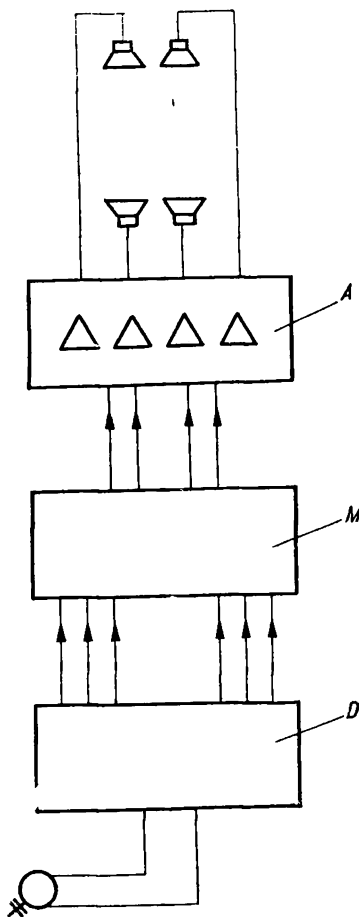


Fig. 1.33. Reproduceri de pe disc în cazul cvadrofoni-
ei.

că și reciproc, orice înregistrare monofonică să se poată transmite cu ajutorul unui sistem stereofonic, fără alterări ale calităților tehnice și artistice.

În practică, se constată că, reproducând un program sonor înregistrat monofonic cu o instalație stereofonică, condiția de compatibilitate poate fi mai ușor realizată. Aplicând, de exemplu, semnale acustice, respectiv electrice, la intrările a două canale (cele stereofonice), în locul unui singur canal (cel monofonic) se obține, prin utilizarea a două difuzoare, o ameliorare a calității reproducerii sunetului. Dimpotrivă, în situația în care s-ar introduce într-un echipament monofonic, semnale stereofonice, luate la întâmplare dintr-unul din cele două canale, ascultătorul s-ar găsi într-o situație care s-ar numi, cel puțin, ciudată. Explicația este următoarea: așa cum s-a arătat, efectul stereofonic se produce ca urmare a percepției de către organul auditiv a unor diferențe de timp și de nivel de intensitate ale semnalelor acustice respectiv, electrice. Audiind programul sonor corespunzător unuia din cele două canale stereofonice, ascultătorul va percepe diferențe de nivel pronunțate, a căror succesiune este întâmplătoare, prezența lor rămânând complet nejustificabilă.

Deși, aparent, imposibil de înfăptuit, există totuși posibilitatea de a realiza, în cadrul unui sistem stereofonic, condiția de compatibilitate. Adoptând, de pildă, procedeul *MS* de înregistrare a sunetului, se constată că semnalul *M* (corespunzător microfonului cu caracteristică de directivitate cardioidă sau cerc și orientat spre centrul sursei sonore), satisface într-o mare măsură condițiile de calitate tehnică și artistică a unei înregistrări monofonice.

Chiar și în cadrul procedurii *XY*, condiția de compatibilitate poate fi realizată, dacă se introduce în canalele de transmisie stereofonică dispozitive sumă și diferență, de tipul fie al celor prezentate în figura 1.25, fie de cele arătate în capitolul 2, fig. 2.32. Ele permit însumarea semnalelor *X* și *Y*, din care rezultă așa cum se cunoaște, un alt semnal a cărui amplitudine este proporțională cu *M*.

Compatibilitatea reprezintă una din condițiile pe care trebuie să le îndeplinească înregistrările și reproducerile mecanice de pe disc. Metoda pentru înregistrare universal adoptată în prezent poartă denumirea „45—45“. Virful de redare

efectuează deplasări în direcții care formează cu suprafața discului unghiuri de 45° (fig. 1.34). Aceste deplasări, corespunzătoare semnalelor celor două canale (A — stnga și B — dreapta), pot fi descompuse la rindul lor în componente verticale și orizontale. Suma componentelor verticale

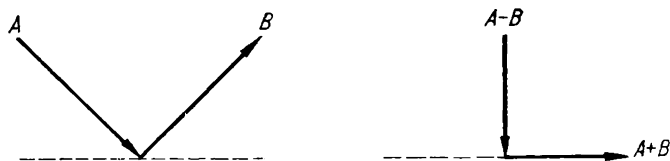


Fig. 1.31. Deplasările acului lector, în cazul procedurii „45—45”.

furnizează un semnal proporțional cu diferența $A - B$, iar din suma componentelor orizontale rezultă un alt semnal, proporțional cu suma $A + B$. Ultimul îndeplinește condiția de compatibilitate deoarece este înregistrat lateral, ca la oricare înregistrare monofonică, în care transductorul pentru reproducere este sensibil numai la deplasările, din planul orizontal, ale virfului de redare.

Aparent rezolvabilă fără mari dificultăți, compatibilitatea discurilor stereofonice nu a putut fi totuși valorificată decât în timp deoarece, inițial, au existat inconveniente legate de posibilitățile de deplasare pe verticală ale virfului de redare și de prezența componentei verticale. Soluțiile preconizate pentru înlăturarea acestor neajunsuri constau aproape în exclusivitate în reducerea amplitudinii componentei verticale. Cu titlu informativ și pentru a pune în evidență dificultățile ce apăreau în realizarea discurilor stereofonice compatibile, sînt prezentate în cele ce urmează, două procedee de înregistrare stereofonică pe disc.

Primul constă în atenuarea sub o anumită frecvență a componentei verticale și în amplificarea în același domeniu de frecvențe a componentei orizontale. După aceste corecții, semnalele erau reconstituite prin însumarea și scăderea informațiilor celor două canale (fig. 1.35, *a*).

La celălalt procedeu se acționa numai asupra componentei verticale, cea laterală rămînînd nemodificată (fig. 1.35, *b*). În acest caz, experiențele au arătat că este necesar

să se atenueze foarte mult componenta verticală dar, numai într-un domeniu de frecvențe situat sub 250 Hz (cunoscut fiind faptul că sunetele joase contribuie mai puțin la determinarea, de către organul auditiv a direcției sursei sonore)

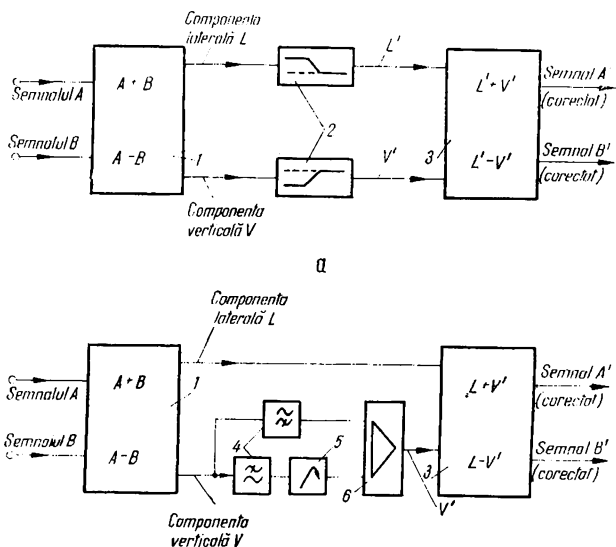


Fig. 1.35. Metode de înregistrare stereofonică „compatibilă” pe disc:

a — prin acționare asupra componentelor orizontale și verticale;
b — prin acționare asupra componentei verticale. 1, 3 — dispozitive pentru însumarea și diferența semnalelor; 2 — corectoare de frecvență;
4 — filtre trece sus și trece — jos; 5 — compresor de dinamică; 6 — amplificator.

Analizând ambele procedee, se poate afirma că ele au constituit soluții de compromis, prin care se deformau semnalele stereofonice rezultate din captarea corectă a sunetului. În acest fel, posibilitățile de obținere a unui veritabil efect stereofonic erau mult diminuate. Așa se explică de altfel și faptul că, pentru o perioadă lungă de timp, numărul discurilor stereofonice care purtau pe ele eticheta „compatibil” a fost mult micșorat.

Perfecționarea în timp a soluțiilor constructive ale picupurilor astfel încât să se asigure un grad de libertate de miș-

care pe verticală suficient de mare, corectarea parțială a distorsiunilor de contact, realizarea unor virfuri de redare din diamant, *biradiale* sau *eliptice*, au constituit principalele argumente pentru reluarea producției de discuri stereofonice compatibile.

1.8. PSEUDOSTEREOFONIA

Uneori se pot crea ambianțe sonore interesante, fără a li se oferi însă ascultătorilor posibilitatea de a localiza sursele sonore aparente. Pentru realizarea unor astfel de senzații de *spațiu sonor* se utilizează instalații electroacustice derivate din cele monofonice. Procedeele de reproducere a sunetului, prin care se creează pentru auditori senzația de spațiu sau de relief sonor, pornind însă de la semnale monofonice, poartă denumirea de procedee pseudostereofonice.

Cel care a imaginat pentru prima dată un astfel de procedeu a fost H. Lauridsen. În figura 1.36 este prezentată schema electrică a unei instalații cu care se pot demonstra

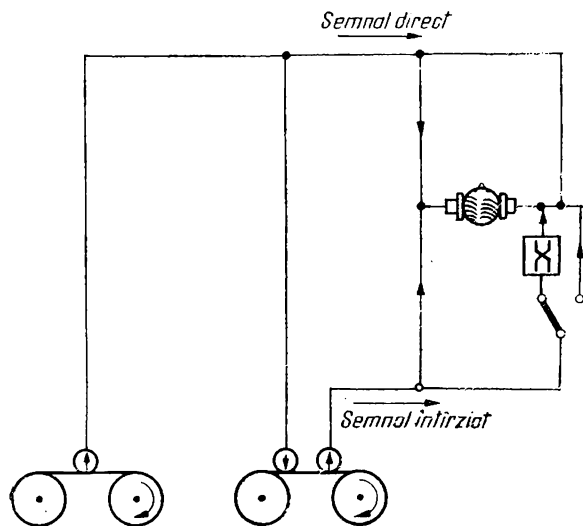


Fig. 1.36. Schema pentru demonstrarea efectelor pseudostereofonice.

efectele pseudostereofonice. Sunetul este produs, așa cum dealtfel s-a precizat, de o sursă monocanal, în cazul de față un magnetofon. Semnalele electrice aplicate celor două căști telefonice aflate pe urechile ascultătorului, sînt simultan înregistrate pe un al doilea magnetofon care, apoi, le reproduce și transmite, cu un anumit decalaj de timp, spre urechile ascultătorului. Pentru a evita apariția ecoului, întîrzierea artificială a sunetului este menținută sub valoarea de 50 ms. Semnalele electrice astfel întîrziate sînt suprapuse peste cele inițiale. Există de asemenea posibilitatea de a inversa fazele semnalelor întîrziate, ascultătorul putînd recepționa programul sonor în două variante:

- cu suprapunere de semnale întîrziate;
- cu suprapunere de semnale întîrziate și în opoziție de fază.

Rezultatele experiențelor au fost interesante deoarece, s-a constatat, că numai în cazul inversărilor de fază ale semnalelor întîrziate ascultătorul are impresia de „spațiu sonor“. Acestuia i se pare, de exemplu, că se găsește în mijlocul unei orchestre, recepționînd sunetul din toate direcțiile. Explicația acestui efect sonor este următoarea: cel de-al doilea semnal, cel întîrziat, este perceput de organul auditiv cu o diferență de fază constantă și egală cu 180° . În funcție de frecvență, aceste inversiuni de fază se traduc prin diferențe de timp variabile, situația fiind într-o oarecare asemănătoare cu aceea a unei ascultări directe, într-o sală de spectacole, în care fronturile undelor acustice ajung la nivelul urechilor ascultătorilor la intervale de timp diferite, din toate direcțiile. Senzația pentru ascultător, corespunde unei stereofonii, dar unei stereofonii neobișnuite.

INSTALAȚII STEREOFONICE

2.1. GENERALITĂȚI

Instalațiile stereofonice pentru înregistrarea și reproducerea sunetului au o structură asemănătoare cu cea a echipamentelor monofonice. Un lanț electroacustic stereofonic are în componența sa elemente similare cu corespondentul său monofonic: surse de program (microfoane, magnetofone, picupuri și radioreceptoare, toate în varianta constructivă stereofonică), amplificatoare prevăzute cu elemente de corecție și reglaj, dispozitive pentru supravegherea și controlul principalilor parametri tehnici și, în fine, difuzoare montate, după caz, în panouri acustice sau în casete.

Între cele două categorii de instalații electroacustice, — stereofonice, și monofonice, — există deosebiri rezultate din condițiile suplimentare impuse primelor, condiții ce se pot formula astfel:

- asigurarea posibilității de transmitere pe două, trei sau mai multe canale a unor semnale electrice diferite, corespunzătoare informațiilor stereofonice;
- asigurarea posibilității de a efectua reglajele specifice stereofoniei și de a transforma anumite categorii de semnale

caracteristice unui procedeu în cele ale unui procedeu echivalent;

— asigurarea supravegherii și controlului principalilor parametri care caracterizează un lanț de transmisie stereofonică.

În capitolul următor vor fi tratate elementele lanțului electroacustic stereofonic destinate amplificării, amestecului de programe și corecției caracteristicii de frecvență, în varietate, care oferă posibilitatea realizării lor de către radiotehnicieni amatori cu mijloace proprii.

Celorlalte elemente ale lanțului, cum ar fi sursele de program și casetele cu difuzoare, făcând obiectul altor lucrări de specialitate, li s-a rezervat un spațiu foarte restrins, în cadrul acestei lucrări.

2.2. SURSE DE PROGRAM

La o instalație de sonorizare stereofonică pot fi conectate următoarele surse de program: microfoane, magnetofoane, picupuri și radioreceptoare.

Microfoanele. După cum s-a arătat în primul capitol, în tehnica stereofonică pot fi folosite fie microfoane identice cu cele monofonice, amplasate la anumite distanțe unele față de celelalte, fie microfoane de construcție specială, care conțin o pereche de transductoare, situate adiacent, în aceeași unitate constructivă. Aceste ultime microfoane poartă denumirea de microfoane de coincidență.

Caracteristicile lor de directivitate și combinațiile specifice fiecărui procedeu de captare a sunetului au fost de asemenea indicate în capitolul precedent.

Magnetofonul. Această sursă de program, prin avantajele certe pe care le prezintă, a găsit și în tehnica stereofonică același domeniu larg de aplicabilitate ca în tehnica monofonică. Dintre aceste avantaje pot fi enumerate:

- posibilitatea înregistrării și redării informației cu maximum de calitate;
- păstrarea calității în cazul unor redări succesive;
- posibilitatea controlului permanent și imediat al înregistrării;

— posibilitatea păstrării înregistrării un timp îndelungat, bineînțeles dacă se iau măsurile de conservare corespunzătoare.

Deoarece majoritatea înregistrărilor magnetice stereofonice efectuate în prezent sînt destinate reproducerilor cu instalații cu două canale, rezultă că principala deosebire dintre un magnetofon stereofonic față de unul monofonic constă în dublarea echipamentului necesar funcționării unui singur canal.

Celelalte componente, cum ar fi mecanismul de deplasare a benzii și capul de ștergere (demagnetizorul) sînt, chiar la magnetofonele profesionale, într-un singur exemplar.

Capul de înregistrare (magnetscriptorul) și capul de redare (magnetlectorul) sînt însă duble; lor le corespund cîte două lanțuri electronice, independente unul față de celălalt, cîte unul pentru fiecare pistă.

Separarea între piste se obține pe cale magnetică, lățimea de înregistrare fiind totuși mai mare decît înălțimea fantei capului de redare, contribuindu-se în acest fel la reproducerea în condiții de calitate a sunetelor de frecvență joasă. Pentru evitarea diafoniei între canale s-a stabilit o zonă de separație între piste suficient de mare, care împiedică, în timpul deplasării benzii, apropierea unei piste de fanta corespunzătoare canalului adiacent.

În general, magnetofonele stereofonice destinate amatorilor sînt prevăzute cu posibilități de înregistrare și redare pe patru piste. Înregistrările se efectuează, pentru un sens al deplasării, pe pistele 1 și 3 și, pentru sensul opus, pe pistele 4 și 2.

Obținerea unor înregistrări de calitate este condiționată, în afară de factorii specifici tehnicii monofonice, și de alte elemente ca, de exemplu, coliniaritatea fantelor capului de redare. Dacă fantele nu sînt așezate pe o aceeași verticală, pot apare decalaje în timp între semnalele reproduse, cu repercusiuni asupra fidelității imaginii stereofonice.

Picupul (dislectorul) este sursa de program cu cea mai largă răspîndire. Ca și în cazul magnetofonului, un picup stereofonic se deosebește de unul monofonic prin prezența a două canale de reproducere independente. Deosebiri supli-

mentare mai apar și în legătură cu soluțiile constructive ale dozei de redare (mecanolectorului). Acesta trebuie să asigure reproducerea semnalelor înregistrate pe un același șanț. Procedeele elaborate în acest scop poartă denumirea de „0—90” și „45—45”.

Dintre aceste două procedee, singurul folosit este „45—45”. Acesta, prin calitățile pe care le prezintă: distorsiuni mici, sensibilitate redusă la vibrațiile verticale ale dozei de redare, compatibilitate cu reproducerile monofonice, a determinat abandonarea celui alt procedeu.

În cazul procedeeului „45—45” deplasările virfului de redare se efectuează în direcții care formează cu suprafața discului unghiuri de 45°.

Radioreceptorul. Această ultimă sursă de program, dar nu cea mai puțin importantă, are în varianta stereofonică o structură asemănătoare cu cea din varianta monofonică.

Într-un radioreceptor stereofonic, etajele de frecvență intermediară sînt similare cu cele utilizate în receptorul monofonic, condiții suplimentare fiind impuse doar asupra benzii de trecere. Un semnal stereofonic radiodifuzat are un spectru de frecvențe mult mai larg decît unul monofonic, frecvența maximă transmisă avînd valoarea de 53 kHz. Din această cauză se impune o dimensionare adecvată a etajelor respective. Realizarea unor astfel de benzi de trecere este posibilă prin utilizarea unor circuite decalat acordate, care conduc la caracteristici apropiate de forma unui dreptunghi.

O condiție specială trebuie impusă și diferențelor de timp rezultate din trecerea semnalelor electrice prin amplificatoare corespunzătoare. Evitîndu-se producerea unor astfel de decalaje se asigură realizarea unor imagini stereofonice nedeformate.

Etajul detector se dimensionează la rîndul său de o așa manieră încît să corespundă cerințelor reclamate de lățimea deosebită a spectrului semnalului stereofonic radiodifuzat (53 kHz față de 15 kHz).

Un radioreceptor stereofonic mai cuprinde și *etajele de decodare* care au rolul de a extrage din semnalul „multiplex” recepționat, semnalele *A* (stînga) și *B* (dreapta), necesare punerii în valoare a fenomenului stereofonic. Condiția este

La aceste etaje să nu conducă la mărirea coeficientului de distorsiuni neliniare și să nu reducă valoarea atenuării de diafonie dintre canalele stereofonice.

În fine, un radioreceptor stereofonic este prevăzut și cu posibilitatea de indicare vizuală a recepționării semnalelor stereofonice, de menținere a unor puteri acustice sensibil egale indiferent de natura semnalelor recepționate și de comutare automată de pe recepția stereofonică pe cea monofonică.

2.3. AMPLIFICATOARE STEREOFONICE

Amplificatoarele stereofonice sînt constituite, în principiu din două amplificatoare monofonice care transferă separat cele două semnale stereofonice la două grupuri distincte de difuzoare. Amplificatoarele monofonice, denumite în acest caz, canale (canal dreapta și canal stînga) se compun la rîndul lor, din cite un preamplificator și un amplificator de putere de timpul celor utilizate, în mod obișnuit, pentru reproducerea sonoră monofonică. Cele două amplificatoare trebuie să fie de același tip și să aibă parametri identici, în anumite limite, pentru a nu se altera efectul stereofonic al audicienii. Limitele maxime admise în ceea ce privește diferența între parametrii principali ai celor două amplificatoare monofonice sînt, în gama audio, 3 dB pentru cîștig, 15° pentru diferența de fază și 20 dB pentru atenuarea de diafonie între canale.

Preamplificatoarele stereofonice au o structură asemănătoare cu aceea a preamplificatoarelor monofonice. Ele conțin ea și acestea din urmă un etaj de intrare prevăzut cu rețele de corecție pentru egalizarea caracteristicii de frecvență a înregistrărilor pe disc și cu mai multe intrări la care se aplică semnale furnizate de diverse surse de program, un circuit pentru reglajul tonalității, filtre de frecvență, reglajul de nivel de ieșire care compensează atenuarea introdusă asupra semnalului de către circuitele de reglaj menționate. În ceea ce privește numărul și natura intrărilor, acestea diferă de la un preamplificator la altul, dar în majoritatea cazurilor

se utilizează cîte o intrare pentru microfon, pickup, radioreceptor și magnetofon și o intrare auxiliară. Corecțiile utilizate în mod obișnuit, se reduc la curba RIAA pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri microșanț (uneori se utilizează și corecția pentru bazele de redare piezoelectrice sau ceramice). În plus, preamplificatoarele stereofonice conțin dispozitive de comutare și reglaj care permit reproducerea semnalelor monofonice (însușire cunoscută sub numele de compatibilitate preamplificatorului stereofonic cu o reproducere sonoră monofonică) și dispozitive pentru obținerea echilibrului sonor al celor două canale (reglaj de balans). În afara acestora preamplificatoarele stereofonice pot fi prevăzute și cu alte dispozitive cum sînt și cele pentru reglarea bazei și direcției sau cele pentru efectuarea transformărilor sumă-diferență, necesare în cazul înregistrării semnalului stereofonic.

Compatibilitatea preamplificatoarelor stereofonice se realizează cu ajutorul unui *comutator mono-stereo*. Prin acționarea acestuia se efectuează comutarea mono-stereo sub forma punerii în paralel a celor două canale asigurându-se în acest fel reproducerea unui semnal monofonic de către ambele grupuri de difuzoare. Reproducerea monofonică a informației de către un singur grup de difuzoare nu este recomandabilă deoarece, din cauza amplasamentului acestuia, s-ar strica echilibrul acustic al încăperii. Comutarea mono-stereo se poate face la intrarea preamplificatorului sau la ieșirea primului etaj al acestuia (uneori chiar la ieșirea preamplificatorului); în cele mai multe cazuri, dispozitivul de comutare mono-stereo este conectat la ieșirea primului etaj al preamplificatorului.

Dispozitivul de balans se utilizează pentru realizarea echilibrului sonor al semnalelor reproduse de canalele stereofonice. Acest reglaj este util, chiar unor preamplificatoare identice în cele două canale, în scopul înlăturării inegalităților existente între difuzoare sau între sursele de program. Plaja de reglaj a balansului este, în mod obișnuit, de 12—20 dB; o plajă mai mare se obține cu prețul creșterii distorsiunilor. Reglajul de balans se realizează cu ajutorul unor potențiometre diferite de cele utilizate pentru reglajul de nivel; la stabilirea modului de conectare a acestora, vizibil

În schemele preamplificatoarelor prezentate în cadrul capitolului următor, se ține seamă de necesitatea de a se limita distorsiunea de neliniaritate și diafonia între canale.

Amplificatoarele de putere utilizate în cele două canale ale unui amplificator stereofonic sînt identice ca structură cu amplificatoarele de putere utilizate pentru reproducerea sonoră monofonică; parametrii acestora, în principal puterea de ieșire și distorsiunea de neliniaritate, pot să difere însă. În amplificatoarele monofonice o putere de 20 W este considerată ca fiind satisfăcătoare pentru ascultarea în apartament; în cazul unui amplificator stereofonic, două amplificatoare de putere de cîte 10 W fiecare realizează același lucru. În ceea ce privește distorsiunea de neliniaritate, aceasta poate avea o valoare mai mare în cazul reproducerii stereofonice în comparație cu reproducerea monofonică, pentru același efect perturbator. Puterea mai mică și distorsiunea de neliniaritate mai mare, admise în cazul utilizării amplificatorului de putere într-un sistem stereofonic, față de cazul folosirii acestuia într-un sistem monofonic, este avantajoasă în sensul simplificării și ieftinirii montajului.

În funcție de destinația amplificatoarelor stereofonice, amplificatoarele de putere din componența acestora pot să aibă puteri de ieșire cuprinse între cîteva wați și cîteva sute de wați (uncori chiar sute de wați). La puteri de cîteva wați este indicată, din motive economice, utilizarea, în etajul final, a unui montaj asimetric (un singur tub electronic sau tranzistor) pentru creșterea calității reproducerii sonore este recomandabil ca etajul final să fie realizat în montaj ultraliniar, în cazul echipării sale cu tub electronic. La puteri de peste 10 W etajele finale sînt, de regulă, realizate în montaj simetric de tipul fără transformator de ieșire sau de tipul cu sarcină distribuită (în anod și ecran sau în anod și catod în cazul folosirii tuburilor electronice; în emitor și colector în cazul folosirii tranzistoarelor). În ultimii ani, ca urmare a progresului realizat în domeniul fabricației semiconductoarelor, amplificatoarele stereofonice se realizează în special cu tranzistoare, indiferent de puterea de ieșire și mai puțin cu tuburi electronice. Schemele cu tranzistoare folosite diferă între ele prin tipul tranzistoarelor (*pnp*, *npn*, cu germaniu sau siliciu), prin modul de realizare a etajului final (cu sau

fără transformator de ieșire, cu sau fără transformator pre-final, montaj cu simetrie complementară) prin valoarea parametrilor etc. În cuprinsul capitolului următor, amplificatoarele stereofonice descrise sint grupate după criteriul puterii, în trei categorii: amplificatoare de 10—15 W, 20—30 W și 40—60 W; alegerea acestor valori ale puterii de ieșire este făcută în funcție de necesitățile pe care le poate avea un radioamator (ascultarea în apartament, ori sonorizarea unui spațiu mare închis sau deschis), precum și de posibilitățile acestuia relativ la realizarea practică a schemelor propuse.

Ceilalți parametri ai amplificatoarelor stereofonice au valori identice cu acelea ale amplificatoarelor monofonice: distorsiunea de frecvență $\pm 0,5$ dB în gama 20 Hz — 20 kHz; raportul semnal/zgomot > 55 dB etc.

2.1. DIFUZOARE

Ca și în cazul reproducerilor monofonice, în cele stereofonice, se poate alege pentru difuzoare una din următoarele posibilități de montare acustice: în panou infinit, în panou finit, în casetă (incintă) închisă, în casetă deschisă, în casetă antirezonanță (bassreflex). În absența oricărui panou sau casete, difuzorul formează așa-numitul dipol acustic, radiația sunetului făcându-se prin ambele fețe ale diagramei. Un astfel de dipol acustic a fost prezentat în capitolul 1, când s-au prezentat diferite soluții de mărire a suprafeței de audiere stereofonică. Spre deosebire de dipol, introducerea panoului permite majorarea traiectului undei acustice radiate de spatele diafragmei, întârzierea astfel produsă, în raport cu unda radiată de fața diafragmei asigurând reșterea lor în fază. Pe un astfel de panou, difuzorul se montează excentric pentru a evita neregularitățile pronunțate ale caracteristicii de frecvență, pe care le provoacă interferențele undelor radiate de cele două fețe ale diagramei difuzorului. În figura 2.1. este arătată influența dimensiunilor ecranului asupra frecvențelor, limite inferioare, reproduse de ansamblul difuzor-panou.

Dacă soluția montării într-un panou a unui difuzor nu este recomandabilă pentru reproducerea frecvențelor joase (datorită dimensiunilor mari ce ar rezulta pentru ecran), la frecvențe audio medii și înalte, lucrul acesta este deplin posibil.

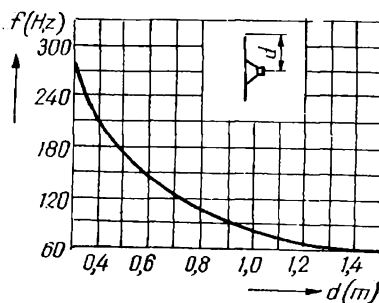
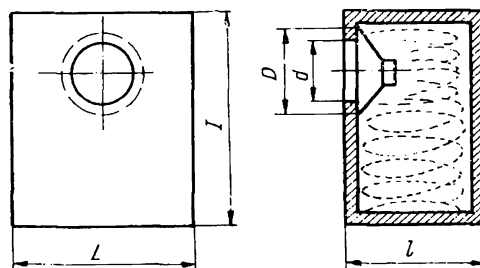


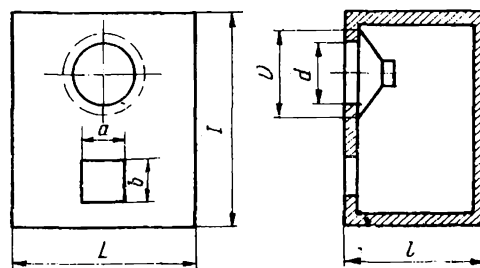
Fig. 2.1. Influența dimensiunilor unui panou acustic, asupra frecvențelor limitate inferioare reproduse de ansamblul difuzor-panou.

Des utilizate pentru montarea difuzoarelor sînt casetele bassreflex dar, mai ales, casetele închise (fig. 2.2, a, b). Dimensiunile lor necesită cunoașterea multor parametri ai difuzorului (diafragmă, suspensie, bobină, magnet etc.) unii dintre ei putînd fi determinați numai prin încercări de laborator. Totuși, este posibilă și o evaluare rapidă bazată pe rezultatele unor astfel de calcule și a unor experimentări. În tabelul 2.1 sînt prezentate dimensiunile unor casete închise, în funcție de diametrul șasiului difuzorului.

Cealaltă variantă de casetă cu difuzor, denumită bass-reflex sau antirezonanță (fig. 2.2, c), permite ca o parte din energia radiată de spatele diafragmei difuzorului, să fie readusă spre ascultător, după introducerea unui defazaj, în vederea creșterii energiei totale radiate într-un anumit domeniu de frecvențe. O astfel de casetă este prevăzută cu o deschidere dreptunghiulară, pătrată sau circulară, amplasată pe același panou pe care este fixat și difuzorul. Aerul din casetă este acționat de diafragma difuzorului și acționează, la rîndul său, „diafragma pasivă” constituită de masa de aer din deschidere.



a



b

Fig. 2.2. Casete pentru difuzoare:
a — închise; b — antirezonante (bassreflex).

Tabelul 2.1

Dimensiunile casetelor închise în funcție de diametrul șasiului difuzorului

Diametrul difuzorului D (cm)	Diametrul decupării circulare d (cm)	Dimensiunile casetei (cm)		
		Înălțime I	Lățime L	Adâncime l
21	16,5	75	54	30
25	21,5	85	63	33
30	26,5	95	70	45
38	34,0	117	80	45

Ca și în cazul precedent, al casetelor închise, în tabelul 2.2, sunt prezentate dimensiunile deschiderii și cele ale casetei în funcție de diametrul șasiului difuzorului.

Tabelul 2.2

Dimensiunile caselor antirezonante în funcție de diametrul șasiului difuzorului

Diametrul difuzorului D (cm)	Diametrul decupării d (cm)	Deschidere			Dimensiunile casetei (cm)		
		Suprafața cm^2	Dimensiuni recomandate (cm)		Înălțime f	Lățime L	Adâncime t
			Înălțime b	Lățime a			
21	16,5	250	20	12,5	70	40	25
25	21,5	200	20	10	75	45	30
30	26,5	200	20	10	85	50	35
38	34	312,5	25	12,5	100	60	40

AMPLIFICATOARE STEREOFONICE

3.1. AMPLIFICATOR STEREOFONIC DE $2 \times 10 - 15$ W

3.1.1. PREAMPLIFICATORUL CORECTOR

Schema electrică a preamplificatorului corector este reprezentată în figura 3.4.

Această schemă este realizată cu patru tranzistoare *pn* de germaniu, EFT 353, de fabricație românească. Primele două tranzistoare (T_1 și T_2) amplifică semnalele de valoare redusă furnizate de microfon și doza de redare magnetică și compensează caracteristica de înregistrare a discurilor în cazul utilizării unei doze electromagnetice (curba RIAA) și a unei doze piezoelectrice sau ceramice. Compensarea necesară se obține prin folosirea unor rețele *RC* de egalizare, dispuse în bucla de reacție negativă selectivă aplicată între colectorul lui T_2 și emitorul lui T_1 ; semnalul de reacție este aplicat la bornele rezistenței nedecuplate de 1,2 k Ω , inserată în conexiunea emitorului lui T_1 (pentru mărirea sensibilității schemei, această rezistență poate fi micșorată până la 600 Ω).

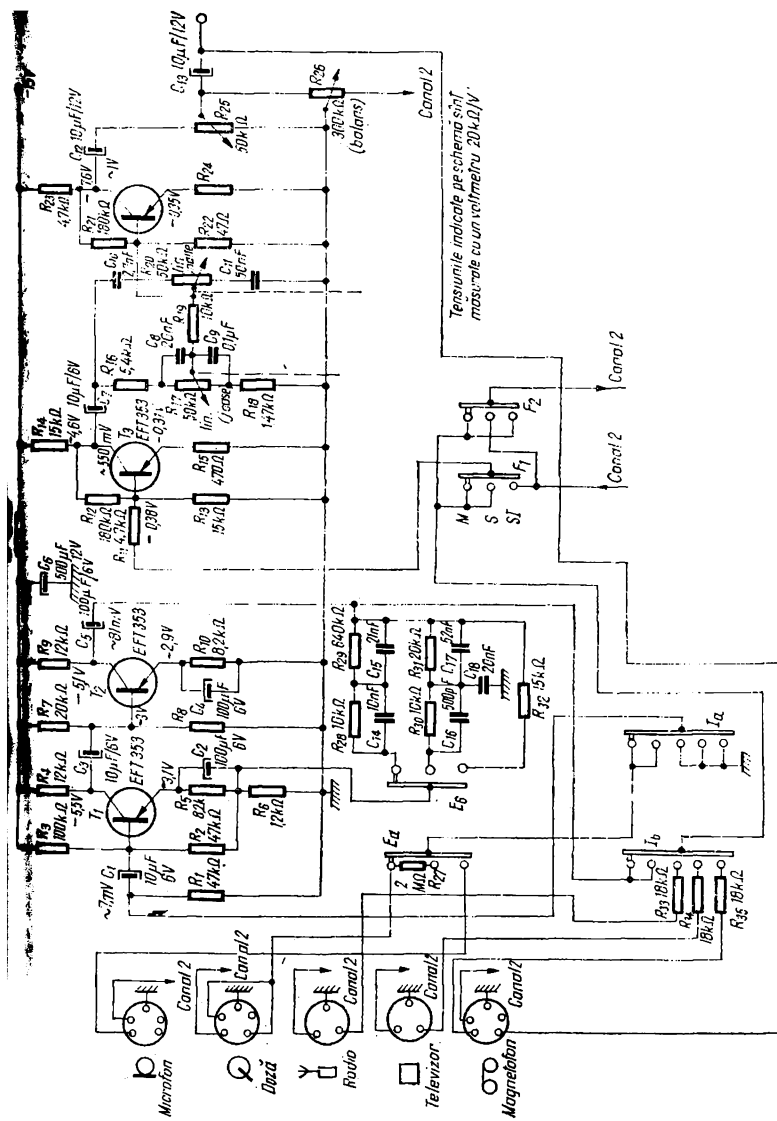


Fig. 3.1. Preamplificator-corector (un canal) pentru amplificator stereofonic

Polarizarea celor două tranzistoare se realizează cu ajutorul unor divizoare rezistive dispuse între polul negativ al sursei de alimentare și masă. Pentru stabilirea punctului de funcționare al celor două tranzistoare, în conexiunile de emitor ale acestora sînt introduse rezistențe de valoare mare ($8,2 \text{ k}\Omega$) decuplate la masă, din punct de vedere alternativ, prin condensatoare de capacitate mare ($100 \text{ }\mu\text{F}$). Pentru alimentarea celor două tranzistoare cu o tensiune perfect filtrată, în circuitul de alimentare a lui T_1 și T_2 se utilizează celula de decuplare constituită dintr-o rezistență de $4,7 \text{ k}\Omega$ și o capacitate de $500 \text{ }\mu\text{F}$.

Aplicarea la intrarea etajului a semnalelor furnizate de microfon și doză și introducerea în bucla de reacție a rețele de egalizare corespunzătoare se realizează cu ajutorul comutatoarelor E (cu secțiunile a și b) și F (cu secțiunile a și b). Se observă că în cazul folosirii microfonului ca sursă de program, reacția negativă, realizată prin intermediul rezistenței de $15 \text{ k}\Omega$, nu mai este selectivă.

Semnalele provenind de la doză și de la microfon, care apar amplificate și corectate la colectorul lui T_2 , sînt aplicate, împreună cu semnalele furnizate de alte trei surse de program (radio, magnetofon, televizor), pe baza tranzistorului T_3 . În prealabil, aceste semnale sînt trimise la comutatorul mono-stereo F ; în poziția SI a acestuia, semnalele furnizate de sursele de program se aplică încrucișat la baza lui T_3 . Tranzistorul T_3 este prevăzut cu două bucle de reacție: prima constituită din rezistențele de $180 \text{ k}\Omega$ dispusă între bază și colector, cea de a doua obținută prin intermediul rezistenței nedecuplate de $470 \text{ }\Omega$ conectată în emitorul acestuia. În serie cu baza lui T_3 este conectată rezistența de $4,7 \text{ k}\Omega$, care reduce semnalul aplicat acestuia; această rezistență micșorează în același timp încărcarea lui T_2 și prin aceasta se realizează accentuarea necesară la frecvențe joase a curbei de egalizare.

Circuitul pentru reglajul tonalității este conectat ca element de cuplaj între colectorul tranzistorului T_3 și baza tranzistorului T_4 . Potențiometrele de reglaj din cele două canale pot fi cuplate câte două (cele pentru reglajul frecvențelor joase între ele și cele pentru frecvențe înalte între ele) sau pot fi acționate independent; în acest ultim caz

reglajul de tonalitate poate fi utilizat pentru uniformizarea caracteristicilor de frecvență ale canalelor.

Etajul de ieșire, echipat cu tranzistorul T_4 , compensează atenuarea introdusă asupra semnalului de către circuitul pentru reglajul tonalității. Pentru stabilizarea funcționării sale, acest etaj este supus unei reacții negative realizată prin rezistența de $180\text{ k}\Omega$ conectată între colector și bază și prin rezistența de $47\text{ }\Omega$ introdusă între emitor și masă; în cazul în care tensiunea de ieșire (în colectorul lui T_4) nu este suficientă pentru obținerea puterii nominale, rezistența din emitorul lui T_4 poate fi scurtcircuitată. Tensiunea de ieșire se aplică la intrarea amplificatorului de putere și la intrarea unui magnetofon, pentru înregistrare.

Reglajul de nivel este realizat cu ajutorul unui potențiomtru de $50\text{ k}\Omega$. Acest reglaj este asociat reglajului de balans, care se efectuează cu ajutorul potențiometrului de $300\text{ k}\Omega$, comun celor două canale. Potențiometrele pentru reglajul de nivel, conectate în cele două canale, pot fi cuplate și acționate simultan sau independente.

În cazul în care se pune problema măririi sensibilității preamplificatorului, schema acestuia poate fi completată cu un etaj de intrare sup ementar, de forma celui reprezentat în fig. 3.2.

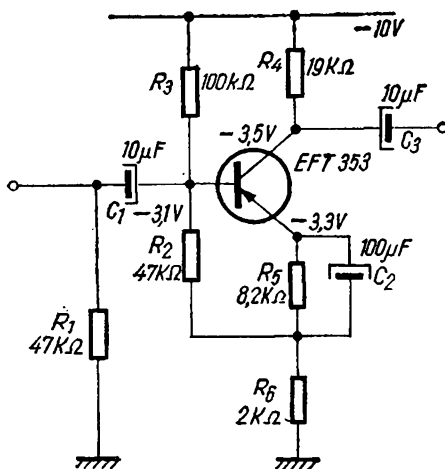


Fig. 3.2. Etaj de intrare folosit pentru mărirea sensibilității schemei din fig. 3.1.

Caracteristici electrice:

— *Sensibilități*: doză electromagnetică de joasă impedanță: 7 mV (prin micșorarea la 600 Ω a rezistenței de reacție din emitorul lui T_1 , sensibilitatea schemei se dublează: 3,5 mV); doză piezoelectrică sau ceramică: 100—300 mV; microfon dinamic: 7 mV (prin micșorarea la 600 Ω a rezistenței de reacție din emitorul lui T_1 , sensibilitatea se dublează: 3,5 mV, iar prin folosirea etajului de intrare suplimentar sensibilitatea crește la aproximativ 1 mV); radio, televizor, magnetofon: 300 mV.

— *Impedanțe de intrare*: doză electromagnetică de joasă impedanță: 47 k Ω ; doză piezoelectrică sau ceramică: 2 M Ω ; microfon dinamic: 47 k Ω ; radio, televizor, magnetofon: 28 k Ω .

— *Tensiunea de ieșire nominală*: 1 V; tensiunea de ieșire maximă: 3 V.

— *Factorul de distorsiune armonică*: 0,4% în gama de frecvențe 30 Hz — 15 kHz, măsurat în următoarele condiții: tensiunea de ieșire 1 V, reglajul de tonalitate în pozițiile de răspuns liniar, etajele T_1 și T_2 în poziția de răspuns liniar (conectarea corespunzătoare microfonului).

— *Raportul semnal/zgomot*: > 60 dB (raportat la 1 V), pentru doza de redare și microfon; > 80 dB (raportat la 1 V), pentru celelalte surse de program. Raportul semnal/zgomot indicat corespunde poziției mediane a potențiometrelor pentru reglajul de tonalitate și pozițiilor de răspuns liniar al etajelor T_1 și T_2 .

Raportul semnal/zgomot al etajului de intrare suplimentar: 60 dB (raportat la tensiunea de ieșire egală cu 10 mV).

— *Curba de răspuns*: 30 Hz — 15 kHz: $\pm$ 0,6 dB.

— *Reglajul de tonalitate*: permite efectuarea unei corecții independente a frecvențelor joase și a frecvențelor înalte pentru fiecare canal.

Răspunsul în frecvență, corespunzător pozițiilor extreme și mediană ale comutatorului pentru reglajul tonalității este indicat în fig. 3.3.

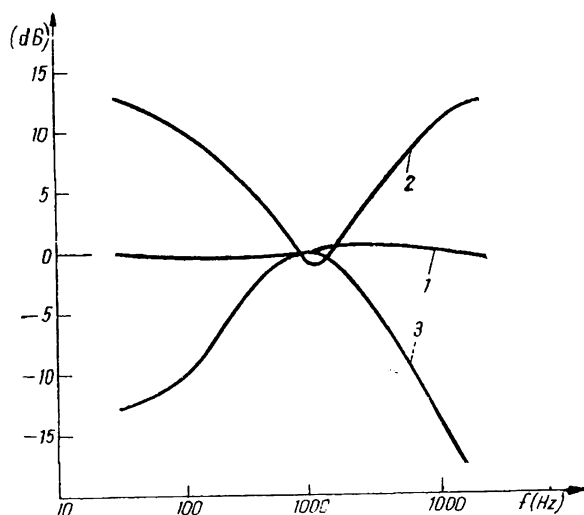


Fig. 3.3. Curbele de răspuns ale preamplificatorului:
1 — în poziția de răspuns liniar; 2, 3 — în pozițiile extreme
ale reglajului de tonalitate.

— *Curbele de egalizare*, corespunzătoare dozelor electro-
magnetice și piezoelectrice sau ceramice sînt reprezentate
în fig. 3.4.

— *Atenuarea de diafonie între canale*: > 50 dB (în gama
100 Hz — 15 kHz).

— *Eficacitatea reglajului de balans*: 100%.

Curentul absorbit de la sursa de alimentare: 2 mA

Caracteristici constructive: Preamplificatoarele corespun-
zătoare celor două canale, împreună cu cele două amplifi-
catoare de putere și cu alimentatorul întregului amplificator
stereofonic se montează pe un șasiu comun (dimensiunile
șasiului și amplasamentul părților componente ale ampli-
ficatorului stereofonic, menționate mai sus, vor fi indicate
în încheierea paragrafului).

Pentru a ușura confecționarea și reglarea montajului,
este indicat ca părțile componente ale acestuia să fie reali-
zate sub forma unor subansamble de sine stătătoare, care
urmează să fie montate pe șasiu în poziții convenabile.

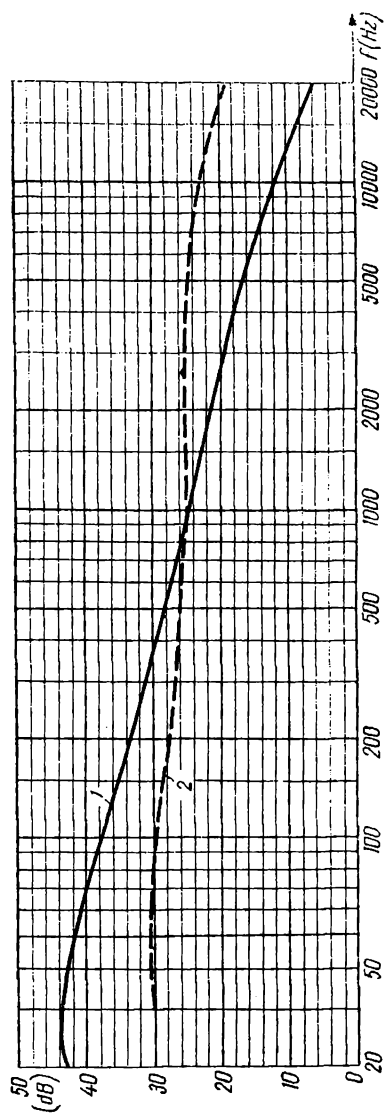


Fig. 3.4. Curbe de egalizare:

1 — RIAA; 2 — doză piezoelectrică.

Subansamblul preamplificator poate fi realizat sub forma unei reglete ca în fig. 3.5 sau sub forma unei plachete cu circuite imprimate, cum se vede în fig. 3.6.

În primul caz, elementele componente ale preamplificatorului se montează pe o regletă confecționată din perlinax. Această regletă, realizată sub forma unei plăci având lățimea mai mare decât lungimea pieselor care se montează pe ea sau sub forma a doi suportți cu lățimea de 1 cm (distanța corespunzător lungimii pieselor), este prevăzută cu capace de contact dispuse pe laturile plăcii (sau pe cei doi suportți) în orificiile practicate în prealabil; distanța dintre capace se stabilește în funcție de dimensiunile pieselor (în mod obișnuit, această distanță este de 0,5—1 cm). În schema de cablare și montare din fig. 3.5 conectoarele sunt comune ambelor canale; potențiometrele sunt duble — câte o secțiune pentru fiecare canal; comutatoarele pentru canalul 2 nu apar în schemă.

În cel de-al doilea caz, elementele componente ale preamplificatorului (tranzistoare, rezistențe, condensatoare) se montează pe un suport placat cu cupru, pe care în prealabil au fost realizate conexiunile între elemente sub forma cablajului imprimat. Pentru confecționarea cablajului imprimat se procedează în felul următor: se stabilește amplasamentul pieselor componente ale montajului pe suportul placat, ținând seama de dimensiunile reale ale acestora; se perforază suportul corespunzător terminalelor pieselor; se lipește pe suport (pe folia de cupru), folosind cerneala litografică, traseele conexiunilor între elementele componente (între orificiile practicate în suport, corespunzătoare terminalelor); după uscarea cernelii, suportul se introduce în clorură ferică dizolvată în apă distilată, care dizolvă cuprul de pe porțiunile neacoperite cu cerneală ale suportului; se îndalură cerneala de pe traseele desenate, prin ștergere cu o cârpă uscată sau muiată într-un solvent (benzină, terebentină).

Conexiunile între elementele montate pe suportul cu cablaj imprimat și celelalte elemente componente ale preamplificatorului (potențiometre, mufe, comutatoare etc.) se realizează folosind conductoare de cupru (sîrmă de conexiuni). Se recomandă utilizarea unor conductoare cât mai

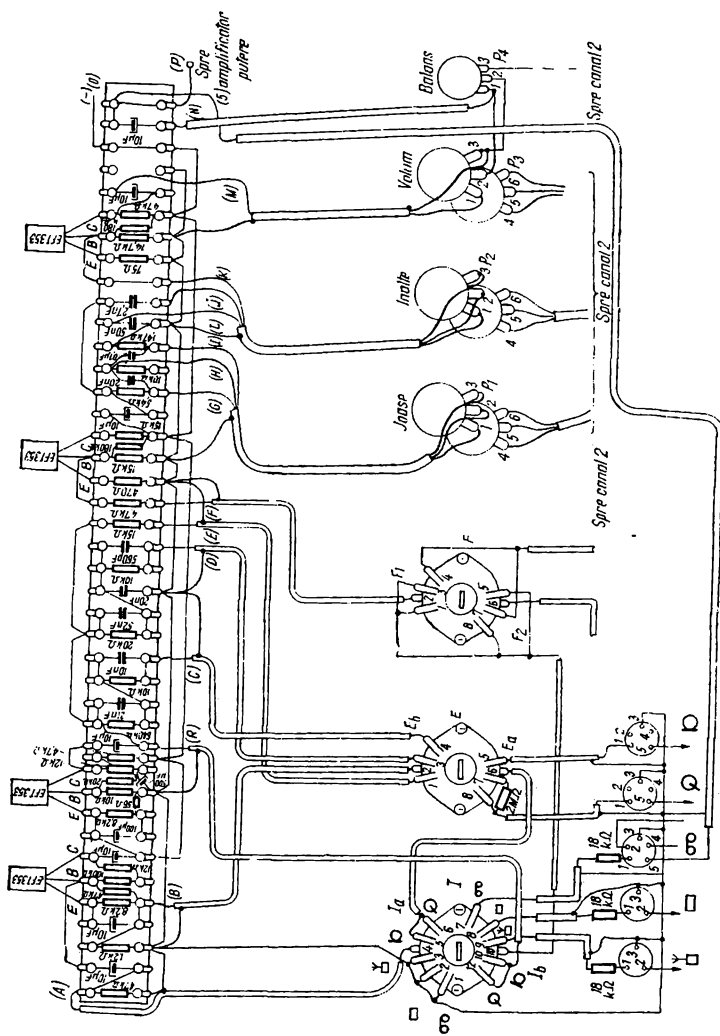


Fig. 1. Schematic diagram of a preamplifier for a canal of a preamplifier for a canal.

scurte și avind o grosime convenabilă, astfel încît rezistența acestora să fie cît mai mică posibil; este, de asemenea, indicat să se respecte traiectele conductoarelor de masă. În acest fel se evită apariția unor tensiuni perturbatoare și oscilațiilor parazite.

Piesele folosite pentru realizarea preamplificatoarelor din cele două canale trebuie să aibă, pe cît posibil, aceeași parametrie în scopul evitării unor diferențe între caracteristicile electrice ale canalelor. Aceste piese trebuie să fie de bună calitate pentru a se asigura o funcționare corespunzătoare a montajului. În tabelul 3.1 sînt indicate tipul și fașa cantul, toleranțele admise pentru valoarea nominală și posibilitățile de înlocuire pentru principalele piese componente ale schemei.

Elementele de comutare folosite în montaj sînt comutatoare rotative cu două secțiuni (E și F cu trei poziții, iar I cu cinci poziții) așa cum se indică în figura 3.1, dar pot fi de asemenea, elemente de comutare cu trei și cinci contacte, de tipul regletelor (taste) folosite în radioreceptoare.

Elementele de conectare sînt conectoare (mufe) mari cu trei și cinci contacte, de tipul celor utilizate la magistralele tofoanelor pentru amatori.

Reglarea montajului. Pentru reglarea montajului sînt necesare cîteva aparate de măsură cum sînt: un generator de joasă frecvență, un milivoltmetru, un voltmetru, un osciloscop catodic. Reglarea montajului se începe cu etajul de ieșire al preamplificatorului. Se deconectează circuitul pentru reglajul tonalității de la baza tranzistorului T_4 și se aplică în acest punct un semnal sinusoidal, de la generatorul de joasă frecvență, printr-un condensator de separație (în caz contrar rezistența internă a generatorului poate modifica polarizarea tranzistorului). La ieșirea etajului trebuie să se obțină o sinusoidă corectă (semnalul măsurat are valoarea 1 V); dacă sinusoida are o alternanță limitată se reglează tensiunea de polarizare la baza lui T_4 pînă cînd forma unde se corectează. La o valoare mare a semnalului aplicat la baza lui T_4 , cele două alternanțe ale sinusoidelor din circuitul de ieșire al etajului trebuie să fie simetrice în amplitudine.

Principalele piese componente ale preamplificatorului

Denumirea piesei	Tip, fabricat	Valoarea indicată pentru anumii parametri	Toleranțe admise	Possibilități de înlocuire
Tranzistoare	EFT 353, fabricat IPRS Băneasa	$\beta \approx 100$	$\pm 10 \%$	1T, 308A, П401, de fabricație sovietică
Rezistențe	MLT, de fabricație sovietică sau alte rezistențe cu strat metalizat (în special în primele două etaje)	$Pd = 0,125 \text{ W}$	$\pm 10 \%$, față de valoarea indicată pe schemă; $\pm 1 \%$ între canale	
Condensatoare electrolitice	Condensatoare electrolitice cu terminale coaxiale, fabricat IPRS Băneasa			Condensatoare fabricat Tesla, seria L; condensatoare de fabricație japoneză, seria J, folosite în construcția radio-receptoarelor.
Condensatoare pentru circuitele de egalizare și reglaj de tonalitate	Condensatoare ceramice plachetă, cu mică sau cu polistiren (styroflex), fabricat IPRS Băneasa		$\pm 10 \%$, față de valoarea indicată; $\pm 1 \%$ între canale	
Potențiometre	Potențiometre chimice, Electronica		$\pm 10 \%$ față de valoarea indicată; $\pm 1 \%$ între canale	Potențiometre de fabricație sovietică, folosite în televizoare, potențiometre fabricat Tesla utilizate în magnetofone etc.

După această etapă, se deconectează generatorul și se conectează în locul lui circuitul pentru reglajul tonalității. Generatorul se conectează de astă dată la baza lui T_3 , în locul etajului de intrare. Pentru reglarea corectă a regimului de funcționare a etajului T_3 se procedează ca mai sus, stabilind în prealabil în poziția neutră, potențiometrele pentru reglajul de tonalitate.

Reglarea se continuă aplicind la baza tranzistorului T_1 un semnal de 7 mV și corectind, dacă este cazul, polarizările lui T_1 și T_2 astfel încît la ieșirea preamplificatorului să se obțină un semnal de 1 V nedistorsionat; pentru un semnal de intrare de valoare mai mare, alternanțele semnalului de ieșire trebuie să fie simetric distorsionate. Reglajul este corect, indiferent de poziția comutatorului E, dacă frecvența semnalului de încercare este egală cu 1 kHz.

Reglarea se poate continua cu stabilirea balansului între canale. Conectarea generatorului la baza tranzistorului T_1 trebuie să dea același rezultat la ieșirea lui T_4 , reglind potențiometrele de nivel și de balans în mod corespunzător.

3.1.2. AMPLIFICATORUL DE PUTERE

Amplificatoarele stereofonice de $2 \times 10 - 15$ W sînt cele mai indicate pentru uzul amatorilor, datorită faptului că puterea furnizată de acestea este suficientă pentru a se realiza, în bune condițiuni, ascultarea într-o încăpere de dimensiuni obișnuite; totodată, aceste amplificatoare sînt mai ușor de realizat decît cele de putere mai mare, deoarece piesele componente avind parametri nominali de valoare redusă (tranzistoare și difuzoare de putere redusă, condensatoare electrolitice de tensiune redusă etc.) sînt mai numeroase și mai ieftine.

Ținind seama de acest lucru, pentru a oferi amatorilor posibilități cit mai mari de realizare a montajului, amplificatorul de putere care intră în compunerea amplificatorului stereofonic, va fi prezentat în cîteva variante de scheme. Variantele prezentate sînt astfel concepute încît oricare dintre ele poate funcționa împreună cu preamplificatorul descri-

Interior. Pentru simplificare, schemele prezentate se vor referi la un singur canal al amplificatorului stereofonic, cel de al doilea fiind identic.

a. Amplificator cu transformator de ieșire și etaj final în contratimp

Schema electrică. Schema amplificatorului de putere este reprezentată în figura 3.7 (un singur canal). Aceasta se compune dintr-un etaj de intrare, un etaj inversor de fază, un etaj prefinal în contratimp și un etaj final, de asemenea, în montaj contratimp. Tranzistoarele folosite sînt de germaniu (pnp), fabricate la IPRS Băneasa.

Etajul de intrare este echipat cu un tranzistor EFT 353. În emitorul tranzistorului T_1 sînt inserate o rezistență de $680\ \Omega$ în scopul stabilizării punctului de funcționare și o rezistență de $47\ \Omega$ la bornele căreia se aplică tensiunea de reacție negativă, care apare în înfășurarea specială a autotransformatorului din etajul de ieșire al amplificatorului.

Etajul următor, cuplat direct cu precedentul, este echipat cu un tranzistor EFT 125 (sau EFT 131, AC 180) și înde-

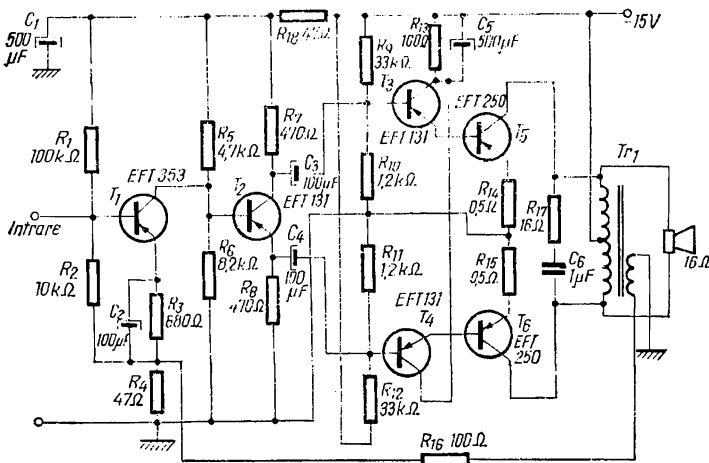


Fig. 3.7. Amplificator de putere cu transformator de ieșire și etaj final în contratimp (un canal).

plinește funcția de inversor de fază. Rezistențele de sarcină sînt egale între ele ($470\ \Omega$) și sînt dispuse în serie în emitor și colector. Semnalele egale și în opoziție de fază care apar la bornele rezistențelor din emitor și colector, se aplică la baza tranzistoarelor EFT 125 (sau EFT 131, AC 180), din etajul prefinal, realizat în montaj contratimp.

Tranzistoarele T_3 și T_4 din etajul prefinal lucrează în clasă B. Ele sînt polarizate separat cu ajutorul rezistențelor de $33\ \text{k}\Omega$ și $1,2\ \text{k}\Omega$ montate în divizor. Colectoarele celor două tranzistoare sînt conectate împreună și legate la polul negativ al sursei de alimentare printr-o rezistență comună de $100\ \Omega$, decuplată în curent alternativ printr-un condensator de $500\ \mu\text{F}$; această rezistență permite să se ajusteze curentul de colector al celor două tranzistoare la valoarea optimă. Tranzistoarele T_3 și T_4 sînt conectate în montaj repetor pe emitor și sînt cuplate direct cu tranzistoarele finale (T_5 și T_6) de tip EFT 250 care lucrează în clasă B; cuplajul direct avantajează transmiterea frecvențelor joase ale spectrului audio.

Pentru evitarea ambalării termice a tranzistoarelor finale în emitoarele acestora sînt inserate rezistențe de $0,5\ \Omega$ care, creînd o reacție negativă locală, se opun la creșterea exagerată a curentului de colector al lui T_5 și T_6 . Colectoarele tranzistoarelor finale sînt încărcate cu un autotransformator prevăzut cu punct median pentru conectarea polului minus al bateriei de alimentare. În paralel cu această înfășurare este dispusă o rețea RC destinată să amelioreze stabilitatea montajului.

Caracteristici electrice:

- *Sensibilitatea*: 1 V pentru puterea utilă de 10 W la ieșire.
- *Impedanța de intrare*: $10\ \text{k}\Omega$.
- *Puterea nominală la ieșire*, la 1 kHz: 10 W (un canal)
- *Factorul de distorsiune armonică*: 0,5% pentru puterea de 2 W, măsurat la frecvența de 1 kHz.
- *Raportul semnal/zgomot*: 65 dB pentru puterea de ieșire de 2 W.
- *Curba de răspuns*: 30 Hz — 15 kHz ± 2 dB, la puterea de 2 W.

— Impedanța de sarcină: 16Ω .

Caracteristici constructive. Caracteristicile și tipurile rezistențelor și condensatoarelor sint menționate în paragraful precedent. Rezistențele de $0,5 \Omega$ conectate în circuitul de emitor al tranzistoarelor finale sint realizate din conductor de mare rezistivitate (nichelină, manganină etc.).

Pentru asigurarea funcționării corespunzătoare a tranzistoarelor finale în condițiile unei puteri disipate de valoare mare, acestea sint montate pe radiatoare termice. Radiatoarele se confecționează din tablă de cupru sau de aluminiu groasă de $1,5 \text{ mm}$ și au suprafața de 150 cm^2 . Ele pot avea forma unui paralelipiped cu dimensiunile $1,5 \times 100 \times 150 \text{ mm}$ sau o formă ca aceea reprezentată în figura 3.8, care are avantajul ocupării unui spațiu mai restrîns pe șasiul amplificatorului. Prinderea tranzistorului pe radiator se face pe o suprafață de contact cit mai netedă, curată și acoperită cu ulei silicone pentru umplerea spațiilor de aer; pentru un contact cit mai strîns între tranzistor și radiator, șuruburile de fixare a tranzistorului se strîng în mod corespunzător.

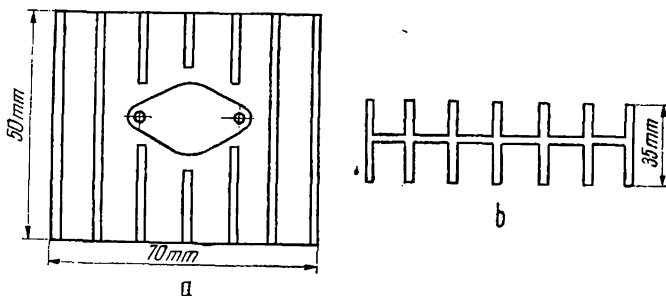


Fig. 3.8. Radiator termic:
a — vedere de sus; b — secțiune.

Radiatoarele se montează pe șasiu prin prindere cu șuruburi dar izolate de acesta din punct de vedere electric. În calitate de radiator poate fi utilizat chiar șasiul amplificatorului, dar în acest caz tranzistoarele vor fi izolate de șasiu prin rondele de mică sau teflon; rondelele trebuie să fie cit mai subțiri pentru a permite trecerea ușoară a căldurii, dar suficient de groase pentru a realiza izolarea electrică

cerută (în mod obișnuit, rondellele au grosimi cuprinse între 5—50 μ) pentru a fi mai eficace, radiatoarele se colorează în negru mat (prin-un procedeu chimic sau prin vopsire și se montează în poziție verticală (aripete, respectiv plăcile, în poziție verticală).

Autotransformatorul de ieșire este realizat cu tole de tipul E-16 confecționate din oțel silicios, grosimea pachetului fiind 1,5 cm. Înfășurarea principală a acestuia conține 200 spire din sirmă emailată cu diametrul de 0,65 mm și este prevăzută cu priză după 100 spire. Înfășurarea de reacție conține 20 spire din sirmă emailată cu diametrul de 0,22 mm. Înfășurările sint bobinate pe o carcasă executată din placă de pertinax sau textolit groasă de 1 mm; înfășurarea de reacție este amplasată între cele două jumătăți ale înfășurării principale. Pentru izolare, între straturile înfășurării principale este prevăzută hirtie izolatoare de 60 μ grosime, iar între cele două înfășurări un strat de hirtie gros de 120 μ . Capetele înfășurărilor sint sudate la capse dispuse pe o regletă de textolit, montată între șuruburile de stringere a tolelor. Autotransformatorul este fixat pe șasiu cu șuruburi, prin intermediul unor dispozitive în formă de L atașate pachetului de tole cu ajutorul șuruburilor de stringere a tolelor.

În figura 3.9 este prezentat modul de amplasare a pieselor în varianta de montaj plachetă cu cablaj imprimat.

Reglarea amplificatorului. Se efectuează într-o manieră asemănătoare celei descrise în paragraful precedent, utilizând aceleași aparate de măsură. Funcționarea montajului se urmărește la început cu rezistența de reacție (100 Ω) deconectată. Înainte de a urmări funcționarea montajului în curent alternativ, se verifică regimul în curent continuu al tranzistoarelor. În cazul apariției unor oscilații parazite se verifică dispunerea conductoarelor de masă.

Punerea la punct a montajului se poate începe cu primul etaj (etajul următor se deconectează). Se aplică de la generator un semnal de joasă frecvență, cu frecvența 1 kHz la baza primului tranzistor; mărimea acestui semnal este stabilită în funcție de sensibilitatea amplificatorului. În cazul în care etajul este bine dimensionat și realizat, semnalul care apare în colectorul lui T_1 apare nedistorsionat pe

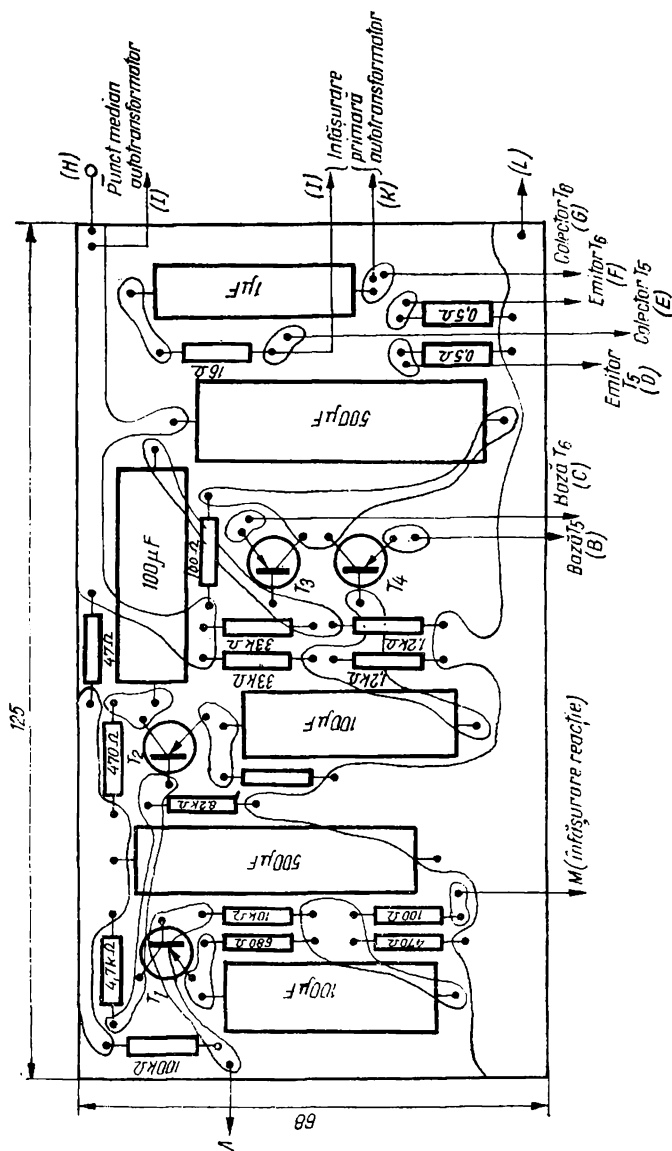


Fig. 3.9. Schema de cablaj și amplasarea pieselor pentru amplificatorul de putere din fig. 3.7 (un canal)

ecranul osciloscopului. La mărirea semnalului de intrare, semnalul de ieșire se limitează simetric; dacă limitarea este asimetrică se reglează corect polarizarea tranzistorului, modificând în mod corespunzător una din rezistențele divizorului de la bază.

Mentținind schema de măsură de mai sus, se conectează cel de al doilea etaj și se urmărește mărirea și forma semnalului din colectorul și emitorul tranzistorului T_2 . Se reglează polarizarea tranzistorului în așa fel încît tensiunile în opoziție de fază să fie egale și să se limiteze simetric în cazul mării semnalului de intrare peste valoarea nominală.

În continuare, se procedează analog cuplind etajele prefinal și final și urmărind tensiunea de la ieșirea amplificatorului, care trebuie să aibă valoarea indicată și o formă corectă.

După acest reglaj se conectează bucla de reacție globală. La conectarea reacției se va avea grijă ca faza tensiunii de reacție să fie corectă (dacă extremitatea înfășurării de reacție la care se conectează rezistența de $100\ \Omega$ este bine aleasă, la închiderea circuitului de reacție tensiunea de la ieșirea amplificatorului scade ca mărime; în caz contrar, se amorsează o oscilație parazită de frecvență joasă). În cazul în care apare la ieșirea amplificatorului o oscilație parazită de frecvență înaltă, cu toate că reacția este corect conectată, se ajustează valorile rețelei RC ($16\ \Omega$, $1\ \mu F$).

Mentținind generatorul la baza lui T_1 , se efectuează o ultimă măsurare în condițiile conectării buclei de reacție globală, verificând încă o dată limitarea celor două alternanțe ale semnalului sinusoidal de probă.

Pentru punerea la punct, amplificatorul se încarcă cu o rezistență de $16\ \Omega/12\ W$.

În final se verifică identitatea de comportare a amplificatoarelor de putere din cele două canale.

b. Amplificator cu transformator de ieșire și cu transformator prefinal

Schema electrică. Schema amplificatorului este reprezentată în fig. 3.10. Aceasta se compune dintr-un etaj final în contratimp, un etaj prefinal și un etaj de intrare. Schema este realizată cu tranzistoare *pnp* cu germaniu, fabricate de I.P.R.S. Băneasa.

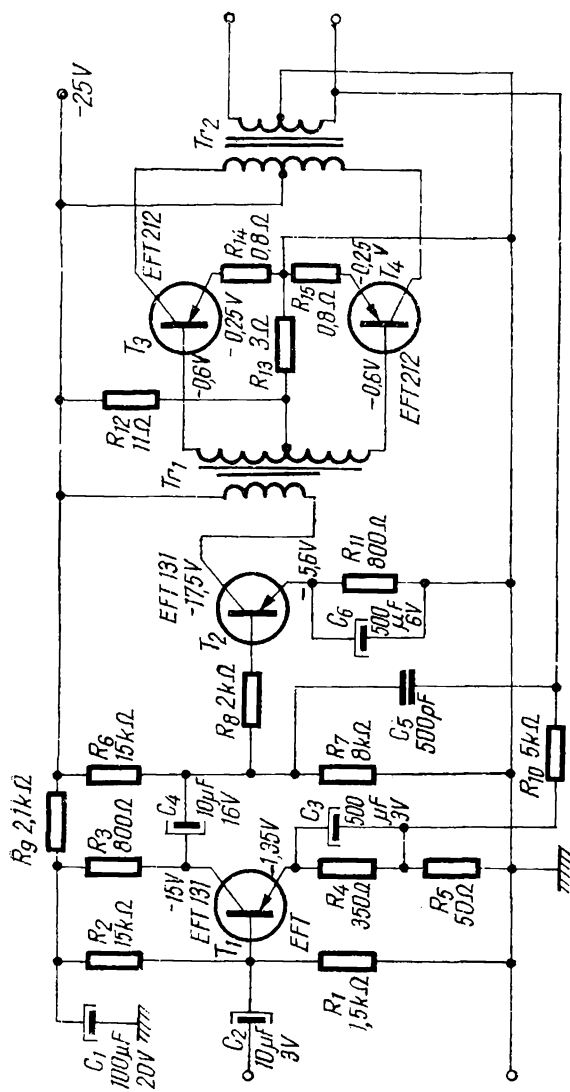


Fig. 3.10. Amplificator de putere cu transformator de ieșire și cu transformator prefinal.

Etajul de intrare, echipat cu tranzistorul EFT 131, se aseamănă ca structură cu cel din schema precedentă. Etajul prefinal, echipat cu tranzistorul EFT 131 are rolul de a furniza puterea necesară pentru excitarea etajului final. Având în circuitul de colector un transformator cu două înfășurări secundare, acest etaj asigură totodată cele două tensiuni egale ca amplitudine și opuse ca fază care se aplică la baza tranzistoarelor finale.

Etajul final este echipat cu tranzistoarele EFT 212, care funcționează în clasă B în montaj contratimp. Pentru evitarea distorsiunii de neliniaritate la semnale mici punctul de funcționare al tranzistoarelor finale a fost stabilit la un curent de colector corespunzând unei mici tensiuni de polarizare a bazei. În acest scop a fost introdus în schemă divizorul format din rezistențele de 11Ω și 3Ω .

Amplificatorul este prevăzut cu o reacție negativă globală de 10 dB, realizată cu ajutorul rezistențelor de $5\text{ k}\Omega$ și 50Ω . Reacția selectivă aplicată în etajul prefinal prin intermediul capacității de 500 pF , contribuie la micșorarea distorsiunii de neliniaritate în domeniul frecvențelor înalte.

Caracteristici electrice:

— *Sensibilitatea*: 100 mV pentru puterea de ieșire de 10 W. Ținând seama de faptul că tensiunea furnizată de preamplificator este egală cu 1 V, se impune introducerea în circuitul de bază al primului tranzistor a unei rezistențe de $12,5\text{ k}\Omega$.

— *Puterea nominală la ieșire*, la 1 kHz: 10 W. Puterea de ieșire maximă 14 W (un canal).

— *Factorul de distorsiune armonică*: $< 1,5\%$ la puterea de 10 W, în gama de frecvență 30 Hz — 10 kHz.

— *Raportul semnal/zgomot*: 75 dB față de puterea de 10 W.

— *Curba de răspuns*: 30 Hz — 10 kHz $\pm 1,1\text{ dB}$, la puterea de 10 W.

— *Impedanța de sarcină*: $16\ \Omega$.

— *Curentul absorbit de la sursa de alimentare, în repaus*: 332 mA.

Caracteristici constructive. Recomandările făcute la schema anterioară cu privire la caracteristicile pieselor, amplasamentul acestora și dimensiunile radiatoarelor sînt aplicabile și în cazul acestei scheme.

Transformatorul de ieșire este realizat cu tole E-14 din oțel silicios; grosimea pachetului de tole este de 3,5 cm. Înfășurarea primară conține 356 spire de sîrmă emailată cu diametrul de 1,1 mm; înfășurarea secundară conține 92 spire din sîrmă de același tip. Schema de dispunere a înfășurărilor este reprezentată în fig.3.11.

Transformatorul prefinal este realizat cu tole E-14 din oțel silicios, grosimea pachetului de tole fiind de 3,5 cm. Înfășurarea primară conține 1 400 spire din sîrmă emailată de 0,3 mm diametrul, iar înfășurarea secundară 2×145 spire din sîrmă emailată cu diametrul de 0,57 mm. Bobinajul se realizează prin intercalarea între cele două jumătăți

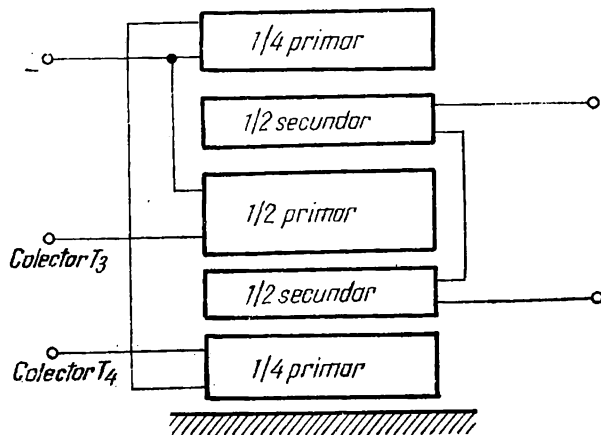


Fig. 3.11. Amplasarea înfășurărilor transformatorului de ieșire.

le înfășurării primare a celor două înfășurări secundare bobinate împreună (secundarul apare sub forma unei singure înfășurări realizată cu conductor dublu). Transformatorul are un întrefier de 0,5 mm.

Reglarea montajului. Pentru reglarea montajului se procedează într-un mod asemănător celui indicat pentru schemele precedente.

c. Amplificator cu transformator defazor și fără transformator de ieșire

Schema electrică. Schema amplificatorului, reprezentată în fig. 3.12, se compune dintr-un etaj de intrare, un etaj intermediar, un etaj prefinal și un etaj final și este echipată cu tranzistoare *pnp* de germaniu de fabricație românească.

Etajul de intrare este realizat cu tranzistorul EFT 131. Rezistența nedecuplată inserată în emitorul acestuia stabilizează punctul de funcționare al tranzistorului și produce o reacție negativă locală care ameliorează performanțele etajului.

Cel de al doilea etaj, echipat tot cu un tranzistor EFT 131, are o schemă asemănătoare etajului precedent. La bornele rezistenței de $470\ \Omega$ din emitorul lui T_2 se aplică tensiunea de reacție globală, adusă de la ieșirea amplificatorului.

Etajul prefinal, echipat cu un tranzistor EFT 131 sau AC 180, este conectat ca repetor pe emitor și funcționează în clasa A. Datorită acestui etaj, care se comportă ca o sursă de tensiune constantă, etajul final este excitat la impedanță joasă, asigurându-se astfel distorsiuni liniare și neliniare de valoare redusă.

Etajul final este realizat cu două tranzistoare EFT 244 sau EFT 250, conectate în montaj contratimp-serie. Tranzistoarele finale sunt montate în colector comun T_4 și în emitor comun (T_5) și lucrează în clasa AB; polarizarea acestora se realizează cu ajutorul divizoarelor constituite din rezistențele fixe de $200\ \Omega$ și rezistențele reglabile de $10\ \Omega$. Pentru stabilizarea funcționării și protecția la suprasarcini scurte a tranzistoarelor T_4 și T_5 , acestea au în circuitul de emitor rezistențe de $1\ \Omega$.

Excitarea în antifază a tranzistoarelor finale se realizează cu ajutorul unui transformator defazor cu raport de

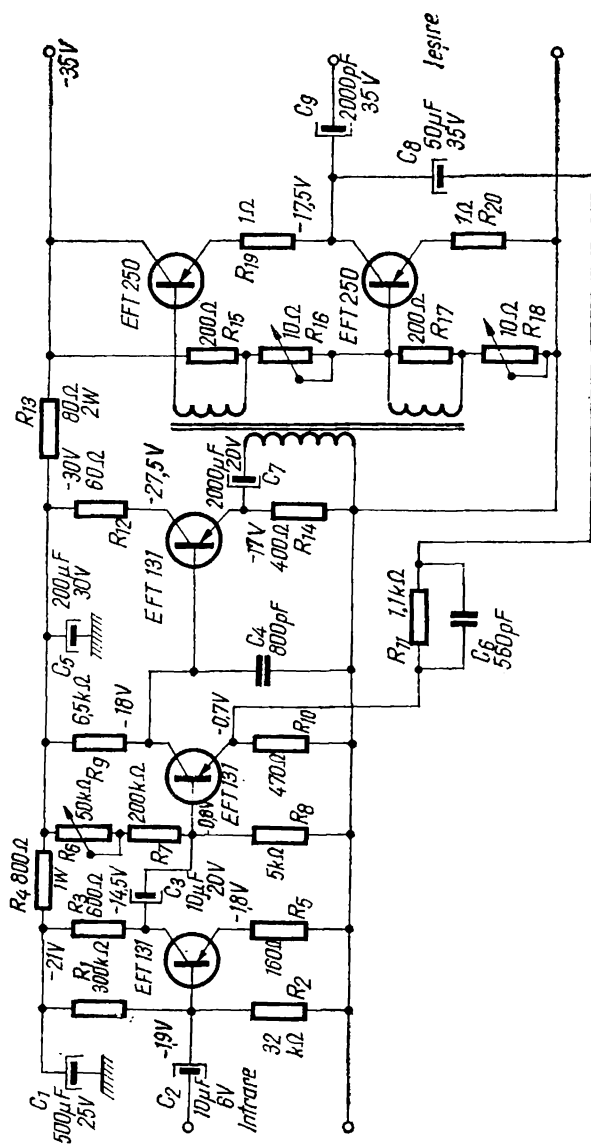


Fig. 3.12. Amplificator de putere fără transformator de ieșire și cu transformator defazor.

transformare coboritor; utilizarea acestuia îmbunătățește stabilitatea termică a montajului și mărește limita superioară a tensiunii admise între emitor și colector.

Caracteristici electrice

— *Sensibilitatea*: 0,85 V, pentru puterea de ieșire egală cu 10 W la frecvența de 1 kHz.

— *Impedanța de intrare*: 10 k Ω .

— *Puterea nominală* de ieșire: 10 W, la 1 kHz (în fiecare canal). Puterea maximă: 13 W. Prin mărirea tensiunii de alimentare la 60 V, puterea nominală crește la 25 W, iar puterea maximă la 40 W.

Factorul de *distorsiune armonică*: $\leq 0,6\%$ în gama 30 Hz — 15 kHz, la puterea nominală.

— *Raportul semnal/zgomot* > 80 dB față de puterea nominală.

— *Curba de răspuns*: 20 Hz — 20 kHz — 0,5 dB, la puterea de 10 W.

— *Impedanța de sarcină*: 10 Ω .

— *Curentul absorbit de la sursa de alimentare*: 135 mA în repaus, 175 mA la semnal maxim.

Caracteristici constructive. Transformatorul defazor este realizat cu tolă E 16 din oțel silicios și are secțiunea miezului egală cu 18 cm². Cele două înfășurări conțin 172 spire primarul și 2×43 spire secundarul; conductorul de bobina are un diametru de 0,6 mm în cazul înfășurării primare și 0,8 mm pentru secundar. Izolația dintre înfășurări are grosimea de 60 μ și este realizată cu hirtie specială așezată în straturi. Raportul de transformare este $4 : 1 + 1$, valoare care asigură cea mai bună situație în ceea ce privește distorsiunea de neliniaritate. Înfășurările transformatorului sunt secționate și alternate și sunt dispuse așa cum se vede în figura 3.13.

Condensatorul de cuplaj al etajului final cu difuzor trebuie să fie de foarte bună calitate; acesta trebuie să aibă un curent de fugă redus, dimensiuni mari pentru a disipa

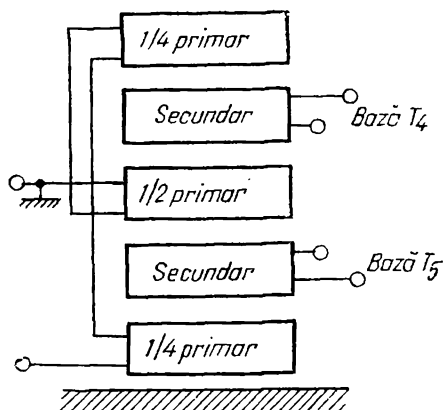


Fig. 3.13. Schema de înfășurare a transformatorului pefinal.

ușor căldura produsă de puterea disipată în volumul condensatorului, limite de temperatură ale domeniului de lucru mai mari decât cele ale mediului etc.

d. Amplificator fără transformare

Schema electrică. Schema amplificatorului este reprezentată în figura 3.14.

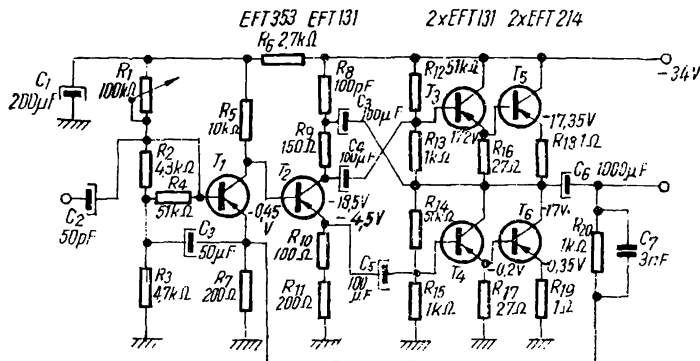


Fig. 3.14. Amplificator de putere fără transformatoare.

Amplificatorul se compune dintr-un etaj de intrare, un etaj inversor de fază, un etaj prefinal și un etaj final, echipate cu tranzistoare pnp de germaniu de fabricație românească.

Etajul de intrare este echipat cu tranzistorul EFT 353. Polarizarea tranzistorului se realizează cu ajutorul divizorului constituit din rezistențele de 4,7 k Ω și 4,3 k Ω , din care ultima este înseriată cu o rezistență reglabilă de 100 k Ω . Rezistența nedecuplată din emitor stabilizează punctul de funcționare al etajului și introduce o reacție negativă locală și globală. Pentru a mări rezistența de intrare a etajului, în circuitul de bază al acestuia este înserată rezistența de 51 k Ω , iar între emitor și contactul rezistențelor divizorului este utilizată capacitatea de 50 μ F.

Utilizind o rezistență de valoare mare în circuitul de colector al primului tranzistor, acesta poate fi cuplat direct cu tranzistorul din etajul următor. Cel de al doilea etaj este echipat cu un tranzistor EFT 131 (acesta poate fi înlocuit cu tranzistorul AC 180 fabricat la I.P.R.S. Băneasa sau cu tranzistorul Π 601 de fabricație sovietică) și funcționează ca etaj inversor de fază. În afara reacției negative care se obține datorită rezistenței nedecuplate din emitor (100 Ω în serie cu 200 Ω reglabilă), acest etaj este prevăzut și cu o reacție pozitivă realizată prin intermediul condensatorului de 100 μ F conectat între colectorul lui T_5 și contactul rezistențelor de 150 Ω și 100 Ω din colectorul lui T_2 ; această reacție determină mărirea tensiunii de la ieșirea amplificatorului.

Etajul prefinal este realizat cu două tranzistoare EFT 131 (sau AC 180) conectate în montaj serie-contratimp. În același mod este realizat și etajul final, folosind două tranzistoare EFT 214. Pentru stabilizarea termică, în emitoarele tranzistoarelor prefinale sînt conectate rezistențele de 27 Ω , iar în emitoarele tranzistoarelor finale rezistențe de 1 Ω . Pentru transferul corespunzător al frecvențelor joase, condensatorul de ieșire are capacitate de valoare mare.

Amplificatorul este prevăzut cu o buclă de reacție negativă globală realizată prin divizorul 1 k Ω în paralel cu 3 nF și 200 Ω .

Caracteristici electrice

— *Sensibilitatea*: 100 mV pentru puterea de ieșire de 10 W.

— *Puterea nominală de ieșire*: 10 W la 1 kHz în fiecare canal. Puterea de ieșire maximă 10 W.

— Factorul de *distorsiune armonică*: 0,3%, la 1 kHz, la puterea de 10 W.

— *Raportul semnal/zgomot*: > 75 dB față de puterea nominală.

— *Curba de răspuns*: 20 Hz — 20 kHz ± 1 dB, la puterea nominală.

— *Impedanța de sarcină*: 4 Ω .

— *Curentul absorbit de la sursa de alimentare în repaus*: 430 mA.

Caracteristici constructive. Datele constructive menționate la montajele precedente pot fi luate în considerare și la această schemă.

e. Amplificator fără transformatoare, cu tranzistoare complementare.

Schema electrică. Amplificatorul, a cărui schemă este reprezentată în figura 3.15, este compus dintr-un etaj de intrare, un etaj inversor și un etaj final și este realizat cu tranzistoare de germaniu (pnp și npn).

Etajul de intrare este echipat cu un tranzistor EFT 125. Rezistența reglabilă conectată în emitorul acestuia permite să se ajusteze punctul de funcționare al tranzistoarelor finale.

Tranzistorul dispus în serie în circuitul de colector al lui T_1 stabilizează termic funcționarea montajului (curentul de colector al tranzistoarelor finale este ajustat în mod automat în funcție de temperatură).

Etajul inversor de fază cu simetrie complementară care urmează, este echipat cu un tranzistor pnp de tipul EFT 367 și cu un tranzistor npn de tipul EFT 377. Bazele celor două tranzistoare sînt cuplate direct la colectorul lui T_1 ; datorită valorii reduse a rezistenței termistorului, diferența de

potențial existentă la baza lui T_3 este aproape identică cu cea existentă la baza lui T_2 . Tensiunile în opoziție de fază, destinate să atace tranzistoarele finale, apar la bornele rezistențelor de $47\ \Omega$ conectate în emitorul lui T_2 și colectorul lui T_3 .

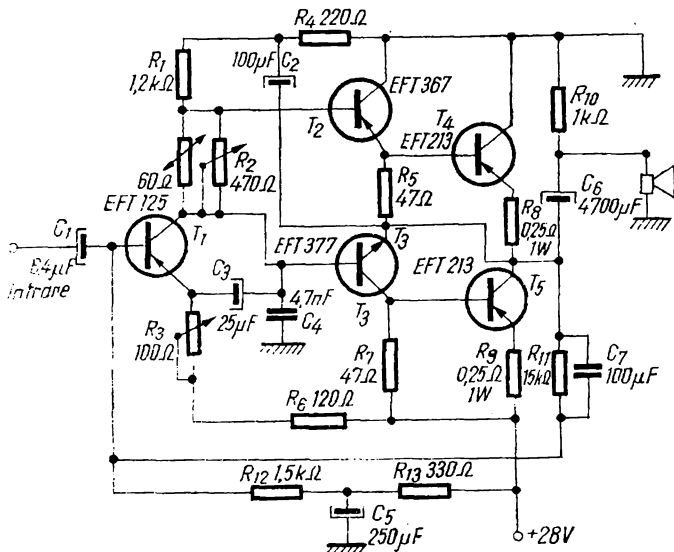


Fig. 3.15. Amplificator de putere fără transformatoare, utilizând tranzistoare complementare.

† Etajul final, realizat în montaj contratimp-serie, este echipat cu două tranzistoare EFT 213. Bazele acestora sînt cuplate direct cu etajele precedente. Pentru stabilizarea punctului de funcționare și protecția tranzistoarelor finale, în emitoarele acestora sînt conectate în serie rezistențe de $0,25 \Omega$. Semnalul de ieșire este aplicat prin intermediul condensatorului de $4\,700 \mu\text{F}$ la un difuzor a cărui impedanță este egală cu 4Ω .

Amplificatorul este prevăzut cu o reacție negativă globală, realizată prin intermediul grupului RC compus din rezistența de $15\text{ k}\Omega$ și capacitatea de $100\text{ }\mu\text{F}$.

Caracteristici electrice

— *Puterea nominală de ieșire*: 10 W, la 1 kHz (în fiecare canal). Puterea maximă 14 W.

— *Factorul de distorsiune armonică*: $< 1\%$ în gama 20 Hz — 10 kHz, la puterea de 10 W.

— *Raportul semnal/zgomot* > 75 dB.

— *Curba de răspuns*: 20 Hz — 15 kHz: — 1 dB, la puterea de 10 W.

— *Rezistența de sarcină*: 4 Ω .

Caracteristicile constructive și punerea la punct sînt asemănătoare cu cele indicate în cazul amplificatoarelor prezentate anterior.

În locul tranzistoarelor indicate în schemă pot fi utilizate tranzistoare echivalente; pentru EFT 125: EFT 131, SFT 241, AC 180, SFT 232; pentru EFT 367: AD 161, AD 165, AC 180; pentru EFT 377: AC 181, AC 127, AC 141, AC 185; pentru EFT 213: EFT 212, AD 149, EFT 190.

3.1.3. SURSE DE ALIMENTARE

a. Redresor stabilizat de 15 V

Schema electrică. În figura 3.16 este reprezentată schema unui redresor stabilizat care furnizează tensiunea de 15 V. Acest redresor poate fi utilizat pentru alimentarea preamplificatorului din figura 3.1 și a amplificatorului de putere reprezentat în figura 3.7.

În primarul transformatorului de rețea (Tr_1) se aplică tensiunea uzuală a rețelei, 220 V; în cazul în care rețeaua are și alte tensiuni decît cele menționate (de ex. 120 V, 130 V, 200 V, 240 V) înfășurarea primară a transformatorului este prevăzută cu prizele corespunzătoare.

Pentru aplicarea sau întreruperea tensiunii de rețea, în primarul transformatorului Tr_1 este conectat un întrerupător dublu $K_{1,2}$.

Pentru protejarea transformatorului la suprasarcini, într-unul din conductoarele înfășurării primare este inserată siguranța fuzibilă S_1 (aceasta se topește la un curent de 0,5 A).

Redresarea este bialternantă și este realizată cu ajutorul diodelor BYY 21; acestea sînt montate în așa fel încît tensiunea care apare pe anodele legate împreună ale acestora

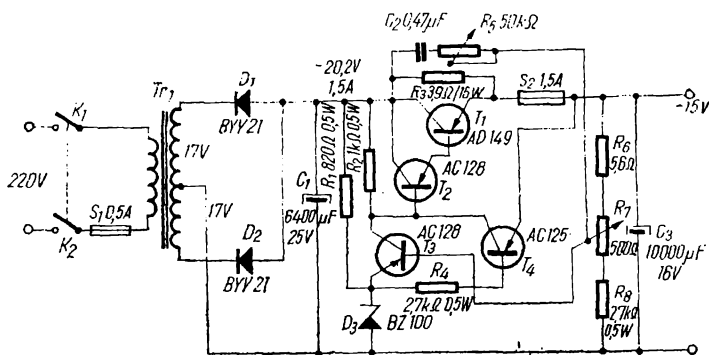


Fig. 3.16. Redresor stabilizat 15 V/1,5 A.

Tensiunea redresată este filtrată de un condensator electrolitic de 6 400 μF /25 V.

Stabilizarea tensiunii redresate se realizează cu ajutorul montajului conectat la dreapta condensatorului de filtraj. Divizorul rezistiv R_6, R_7, R_8 permite aplicarea unei tensiuni de comandă, proporțională cu tensiunea de ieșire, la baza tranzistorului T_3 , a cărui tensiune de emitor este stabilizată printr-o diodă zener D_3 . Tensiunea de comandă este amplificată de T_2 și modifică polarizarea tranzistorului de putere T_1 . Rezistența lui T_1 este, în acest fel modificată automat și se obține stabilizarea tensiunii de ieșire la variațiile sarcinii. Într-adevăr, presupunând că tensiunea de comandă aplicată la baza lui T_3 crește ansamblul T_3, T_2, T_1 , care constituie un amplificator de curent continuu, acționează în așa fel încât rezistența emitor-colector a lui T_1 crește, ceea ce are ca efect reducerea tensiunii de ieșire.

Rezistența de $3,9 \Omega$ dispusă în paralel pe T_1 permite reducerea puterii disipate la colectorul acestui tranzistor și tensiunea de ieșire întrece cu 10% tensiunea nominală.

Protecția redresorului, în cazul în care ieșirea sa este pusă în scurtcircuit, este asigurată de tranzistorul T_4 . În timpul scurtcircuitului la ieșire, curentul în rezistența R_3 și în siguranța fuzibilă S_2 crește temporar până la 2,5 A; cum siguranța este dimensionată pentru un curent de 1,5 A, în scurtcircuit prelungit o întrerupe și în acest fel se asigură o protecție satisfăcătoare și economică a redresorului stabilizat.

Tensiunea de pulsație la ieșirea redresorului este redusă suplimentar cu ajutorul rețelei C_2, R_5 .

Redresorul prezentat poate fi utilizat și fără circuitul de stabilizare și de protecție. În acest caz, pentru obținerea tensiunii de 15 V, se conectează în serie cu ieșirea o rezistență de reducere; valoarea acesteia se determină în funcție de mărimea curentului consumat de amplificator (ținând seama că tensiunea continuă în punctul A este egală cu ca 20 V, căderea de tensiune la bornele rezistenței de reducere are valoarea 5 V; pentru un curent de 1 A de exemplu, rezistența are 5Ω și 5 W). Condensatorul de filtraj C_3 se menține și în această variantă.

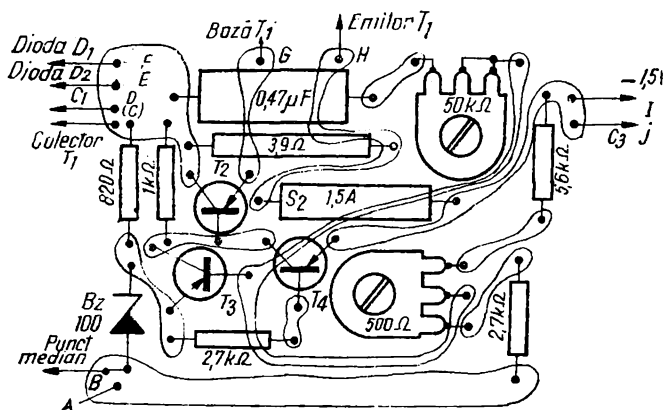
Caracteristici electrice

- Tensiunea la ieșire: — 15 V.
- Curentul maxim în sarcină: 1,5 A.
- Puterea furnizată în sarcină: 22,5 VA.
- Tensiunea de pulsație: 35 mV.

Caracteristici constructive. Piese componente ale redresorului stabilizat, cu excepția transformatorului de rețea, a tranzistorului de putere, a diodelor redresoare și a condensatoarelor electrolitice, se montează pe o regletă sau pe o placă cu cablaj imprimat, cu dimensiunile 70×50 mm; diodele redresoare și tranzistorul de putere se montează pe radiatoare (fig. 3.17).

Diodele redresoare se montează pe radiatoare termice cu suprafața de 8 cm^2 fiecare. Tranzistorul T_1 se montează pe un radiator termic cu suprafața de 40 cm^2 , iar tranzistoarele T_2 și T_3 sint prevăzute cu radiatoare de formă cilin-

În locul tranzistoarelor indicate în schemă pot fi utilizate tranzistoare echivalente; pentru AD 149: EFT 212, EFT 213, AD 140, OC 74 etc.; pentru AC 128: EFT 121.



EFT 125, AC 180 etc.; pentru AC 125: EFT 351, EFT 352,
T 321, EFT 237 etc.

Condensatorul C_1 trebuie să aibă pierderi cât mai mici. Transformatorul de rețea este realizat cu tole din otel silicios de tip E-14; grosimea pachetului de tole este egală cu 4,4 cm. Bobina transformatorului este montată pe o carcasă din pertinax (confectionată din foaie de pertinax groasă de 1 mm). Înfășurarea primară conține 715 spire, iar înfășurarea secundară 2×58 spire; diametrul conductorului folosit în bobina primară este de 0,35 mm, iar al celui utilizat în bobina secundară 1,1 mm. Bobina secundară se dispune la exterior. Izolarea între straturile înfășurărilor

realizează cu hirtie de transformator groasă de 0,03 mm, cea între înfășurările primară și secundară cu hirtie groasă de 0,1 mm.

Conectarea terminalelor înfășurărilor și prinderea transformatorului de rețea pe șasiu se face în modul indicat în aragraful precedent pentru transformatoarele de ieșire.

b. Redresor stabilizat de 34 V

Schema electrică. În figura 3.18 este reprezentată schema unui redresor stabilizat care furnizează tensiunea de 34 V. Acest redresor, poate fi utilizat pentru alimentarea preamplificatorului din figura 3.1 și a amplificatoarelor de putere prezentate în figurile 3.10, 3.12 și 3.14. Pentru obținerea tensiunii necesare preamplificatorului se utilizează o rezistență de reducere de 9,5 k Ω și un condensator electrolitic de decuplare de 100 μ F.

Redresorul se conectează la rețeaua de 220 V, prin intermediul comutatorului dublu K . În circuitul înfășurării primare a transformatorului de rețea este înserată siguranța fizibilă S_1 de 0,5 A.

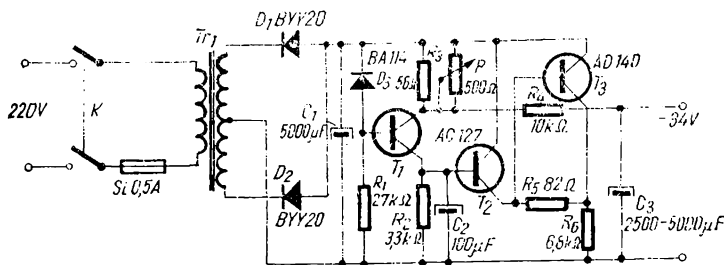


Fig. 3.18. Redresor stabilizat 34 V/1 A.

Redresarea este bialternantă și se realizează cu ajutorul diodelor $BYY\ 20$.

Schema de stabilizare este realizată cu ajutorul tranzistoarelor T_1 , T_2 și T_3 și cu dioda $BA\ 114$. Tranzistorul T_3 constituie elementul de reglaj, a cărui rezistență în curent continuu variază în funcție de tensiunea de comandă furnizată de amplificatorul de curent continuu, realizat cu tran-

zistoarele T_1 și T_2 . Dioda BA 114 furnizează tensiunea de referință pentru stabilizator.

Tensiunea de ieșire se reglează cu ajutorul potențiometrului P .

Caracteristici electrice

- *Tensiunea de ieșire*: — 34 V.
- *Curentul maxim de sarcină*: 1 A.
- *Tensiunea de pulsație*: 10 mV.
- *Rezistența de ieșire a stabilizatorului*: $\sim 1 \Omega$.

Caracteristici constructive. Pieseile componente ale redresorului stabilizat de 34 V se montează în același mod ca și cele ale redresorului de 15 V, descris anterior. Tranzistorii și diodele echivalente ale semiconductoarelor folosite în montaj, precum și dimensiunile radiatoarelor sînt, de asemenea, cele indicate în cazul redresorului precedent.

Transformatorul de rețea este realizat cu tole cu siliu de tipul E-14; grosimea pachetului de tole este egală cu 4,5 cm. Înfășurarea primară conține 1 080 spire din conductor emailat de cupru cu diametrul de 0,25 mm, iar înfășurarea secundară 2×180 spire din conductor emailat de cupru cu diametrul de 0,65 mm. Izolarea între straturile bobinei primare este de 0,04 mm, iar între straturile bobinei secundare 0,03 mm. Izolarea între înfășurarea primară și cea secundară este de 0,1 mm.

3.1.4. ASAMBLAREA AMPLIFICATORULUI

Elementele componente ale amplificatorului stereofonic se montează pe un șasiu metalic, realizat din tablă de aluminiu sau fier, groasă de 1—1,5 mm. Dimensiunile șasiului se stabilesc în funcție de dimensiunile elementelor componente; în cazul adoptării pentru preamplificatorul de putere a schemei din fig. 3.7, dimensiunile șasiului sînt $300 \times 210 \times 50$ mm.

Realizarea constructivă a amplificatorului se începe cu montarea elementelor componente. La început se montează mufele corespunzătoare celor cinci intrări ale amplificatorului și cele două mufe de ieșire, corespunzătoare grupurilor de difuzoare. Acestea, împreună cu schimbătorul ten-

unilor de alimentare, corpul siguranței de rețea și bornele pentru aplicarea tensiunii de rețea se montează pe partea posterioară a șasiului. În continuare, se montează, pe fața anterioară a șasiului, comutatoarele *I*, *E* și *F*, potențioarele pentru reglajul de tonalitate, de volum și balans și întrerupătorul tensiunii de rețea. Ordinea și poziția acestora sint indicate în fig. 3.19, *a*, *b*; desenele sint executate la scara 300 : 19.

Se montează apoi transformatoarele, condensatoarele electrolitice, radiatoarele termice și plăcile cu circuite reprezentând alimentatorul, cele două preamplificatoare și cele

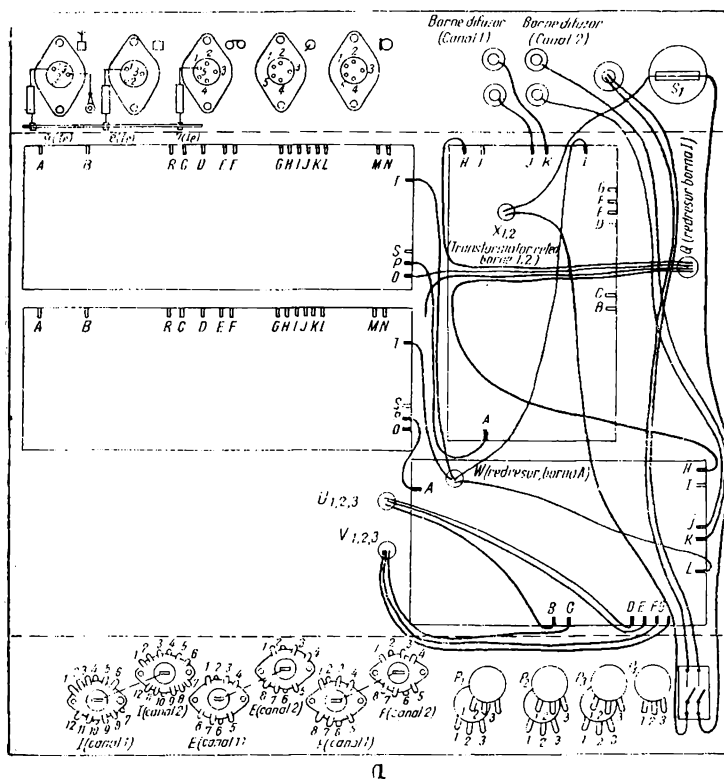


Fig. 3.19 Montarea elementelor componente:
a — pe fața interioară a șasiului.

două amplificatoare. Primele patru elemente se montează pe fața exterioară a părții orizontale a șasiului (fig. 3.19, *b*), iar celelalte pe fața interioară a acesteia (fig. 3.19, *a*). În montarea elementelor componente se ține seama de indicațiile date în paragrafele precedente. Plăcile cu circuite se montează distanțat față de șasiu (3,5 cm în cazul plăcilor montate pe fața interioară a părții orizontale a șasiului și 1,5 cm pentru placa montată pe fața exterioară a acesteia).

Realizarea constructivă a amplificatorului se încheie cu executarea cablajului. Schema de cablaj între preamplificator și elementele de comutare, conectare și reglaj ale amplificatorului este indicată în figura 3.5. Unele legături se efectuează, așa cum se vede pe schemă, prin conductoare blindate. Cablajul între preamplificator și amplificatorul de putere și cel între acesta din urmă și alimentator sau mufa de difuzor se realizează folosind conductoare obișnuite de conexiuni. Legăturile dintre aceste elemente componente trebuie să aibă o rezistență de valoare redusă; în cons-

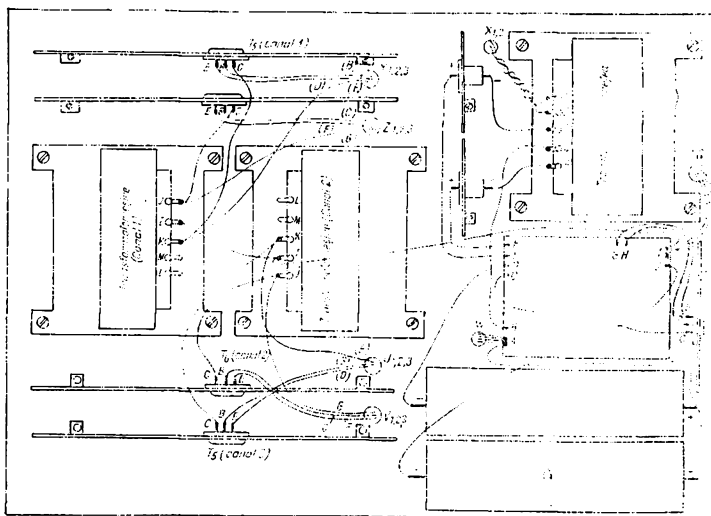


Fig. 3.19. Montarea elementelor componente:
b — pe fața exterioară a șasiului.

cință, acestea trebuie să fie cît mai scurte și să nu fie de grosime prea mică.

Masa generală a șasiului se face într-un singur punct, în apropierea comutatorului de intrare.

3.2. AMPLIFICATOR STEREOFONIC DE 2×20 W

3.2.1. PREAMPLIFICATORUL CORECTOR

Preamplificatorul corector este realizat cu patru tranzistoare cu siliciu, conform schemei reprezentate în figura 3.20.

Primele două tranzistoare, T_1 și T_2 (de tipul BC 154 și BC 113), asigură preamplificarea semnalului și corectarea acestuia în funcție de frecvență, în scopul compensării curbei de înregistrare pe disc și bandă magnetică. Compensarea curbelor de înregistrare se realizează cu ajutorul rețelilor de egalizare conectate în bucla de reacție negativă, dispusă între colectorul lui T_2 și emitorul lui T_1 . În cazul utilizării microfonului sau radioreceptorului ca surse de semnal, rețeaua de egalizare din bucla de reacție cuprinde doar o rezistență. Comutarea surselor și a rețelilor din bucla de reacție se efectuează cu ajutorul unui comutator cu două secțiuni și cinci poziții. Intrările radio și doză ceramică cuprind un atenuator serie care adaptează semnalul celor două surse la sensibilitatea ridicată a preamplificatorului. Se remarcă utilizarea aceleiași rețele de egalizare în cazul folosirii celor două tipuri de doze, magnetică și ceramică.

La ieșirea tranzistorului T_2 este conectată rețeaua pentru reglajul de volum compensat (reglaj fiziologic de volum), care face să coincidă curba de răspuns a preamplificatorului cu curba urechii, la nivele slabe de ascultare. Rețeaua de volum compensat are aspectul unui circuit pentru reglajul de tonalitate, dar conține un singur potențiomtru; în poziția de maxim, frecvențele medii sînt puternic atenuate în raport cu frecvențele de la extremitățile spectrului audio.

Cursorul potențiometrului din rețeaua de reglaj de volum compensat este conectat la contactorul filtrelor trece-jos și trece-sus. Primul dintre acestea este un filtru dublu T și introduce o atenuare foarte mare la frecvențe superioare lui 10 kHz. Cel de al doilea filtru elimină frecvențele inferioare lui 30 Hz, adică zgomotele care provin de la picup și magnetofon.

Cele două filtre sint urmate de un etaj repetor pe emitor echipat cu tranzistorul T_3 (de tip BC 113). Acest etaj are o impedanță de ieșire redusă, ceea ce permite o bună eficacitate a reglajului de tonalitate, realizat sub forma unui circuit Baxandall; el are totodată o impedanță mare de intrare și nu afectează funcționarea corectă a filtrelor.

Ultimul etaj, echipat cu tranzistorul T_4 (de tip BC 113), are o amplificare de tensiune importantă și compensează atenuarea introdusă de rețelele menționate. Ieșirea preamplificatorului se face pe un atenuator, cele două ieșiri de nivel diferit permițind adaptarea acestuia la amplificatoare de putere cu sensibilități diferite.

Reglajul de balans se efectuează cu ajutorul a două potențiometre, unul logaritm (în canalul 1) și celălalt anti-logaritm (în canalul 2). Cu acest reglaj, semnalul pe fiecare canal poate fi anulat.

La ieșirea preamplificatorului se află conectate un comutator care permite aplicarea semnalului la intrarea unui magnetofon, în scopul înregistrării pe bandă și potențiometrul pentru reglajul de nivel.

3.2.2. AMPLIFICATORUL DE PUTERE

Amplificatorul de putere este realizat conform schemei din figura 3.21. Etajul de intrare, echipat cu tranzistorul BC 116, are o rezistență mare de intrare și este inclus în bucla de reacție în curent continuu, asigurându-se astfel o stabilitate ridicată a punctelor de funcționare ale tranzistoarelor. Celelalte etaje ale amplificatorului de putere se

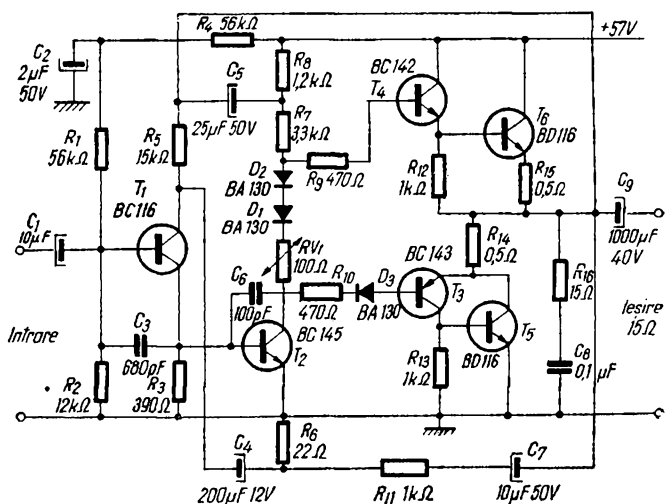


Fig. 3.21. Amplificator de putere de 20 W.

aseamăna cu cele indicate în schema reprezentată în figura 3.15. Diodele BA 130 conectate în colectorul tranzistorului T_2 stabilizează curentul de repaus al amplificatorului.

3.2.3. ALIMENTATORUL

Alimentatorul reprezentat în figura 3.22, cuprinde în afara redresorului, un stabilizator și un circuit de protecție. În punctele în care se aplică tensiunea de alimentare la fiecare amplificator de putere sint prevăzute decuplaje suplimentare pentru a compensa efectul rezistenței conductoarelor de alimentare.

3.2.4. CARACTERISTICIILE ELECTRICE

- *Sensibilități*: microfon, doză, cap de magnetofon: $\sim 4,5$ mV; radioreceptor: 100–500 mV.
- *Impedanța de sarcină*: 15 Ω .
- *Puterea nominală de ieșire*: 20 W pentru fiecare canal.

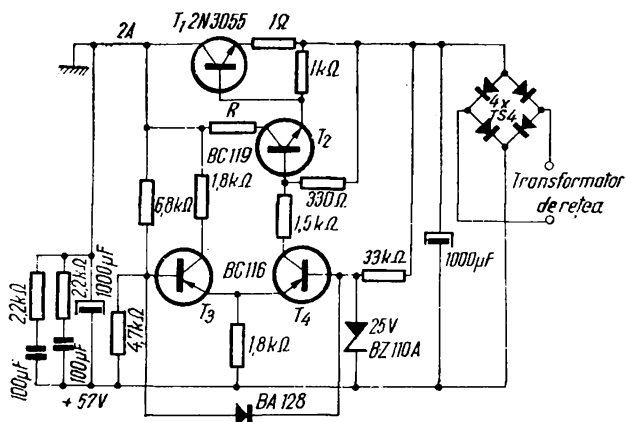
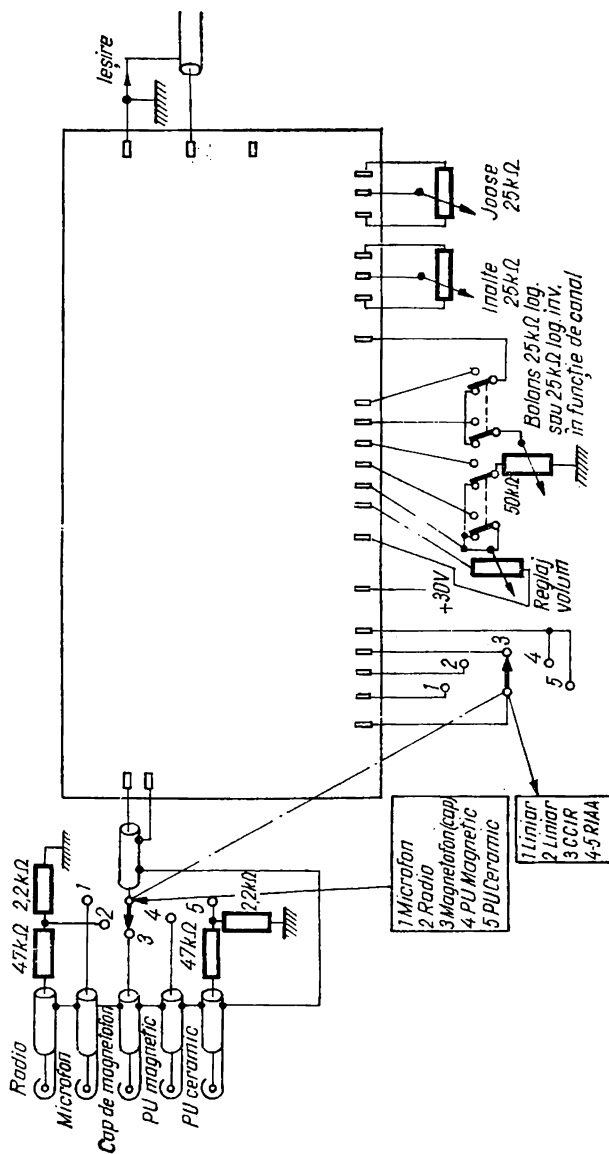


Fig. 3.22. Redresor stabilizat pentru alimentarea amplificatorului stereofonic de 2×20 W.

- *Factorul de distorsiune armonică*: $< 0,5\%$, la puterea nominală, în banda 20 Hz — 50 kHz.
- *Curba de răspuns*: 20 Hz — 50 kHz, $-0,3$ dB.
- *Eficacitatea reglajului de tonalitate*: ± 20 dB la 20 kHz; ± 20 dB la 20 Hz.
- *Compensarea caracteristicii de înregistrare*: RIAA pentru intrarea doză de picup și CCIR pentru intrarea cap de magnetofon.
- *Raportul semnal/zgomot*: 70 dB pentru amplificatorul în ansamblu; 80 dB pentru amplificatorul de putere.
- *Atenuarea introdusă de filtru*: 12 dB/octavă.
- *Curentul absorbit, în repaus*, de fiecare amplificator de putere: 20 mA.

3.2.5. CARACTERISTICI CONSTRUCTIVE

Schema de montare a elementelor componente și de realizare a cablajului este indicată în figura 3.23 a, b, c. Se recomandă respectarea traectelor indicate pentru conductoarele de masă în scopul evitării apariției unor tensiuni perturbatoare și a oscilațiilor parazite. Masa generală a șasiului se face într-un singur punct, în apropierea comutatorului de intrare.



Q

Fig. 3.23. Schema de cablaj și amplasarea pieselor pentru amplificatorul stereofonic de 2×20 W.

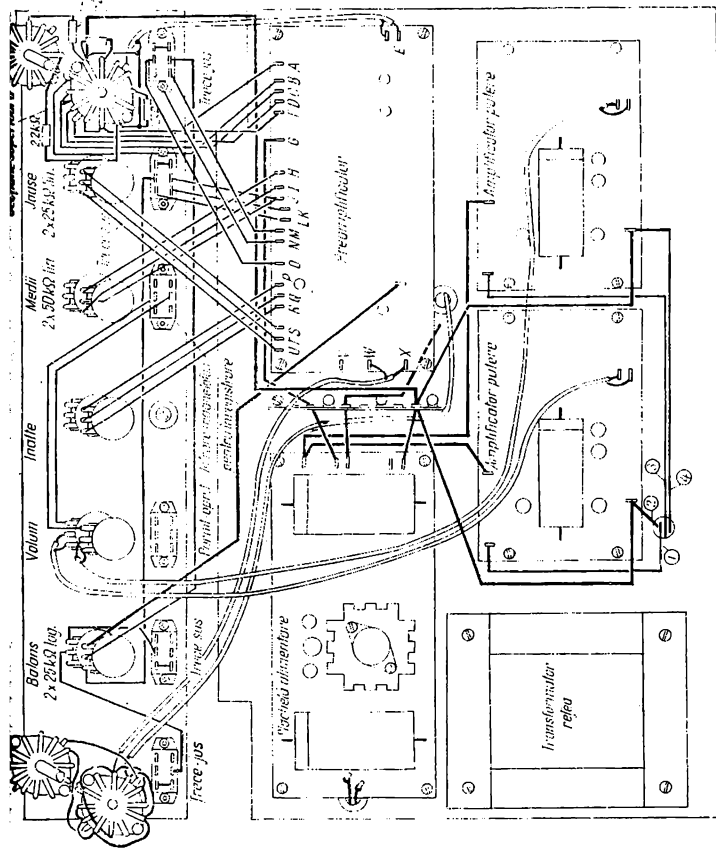


Fig. 3.23. Schema de cablaj și amplasarea pieselor pentru amplificatorul stereofonic de 2 x 20 W.

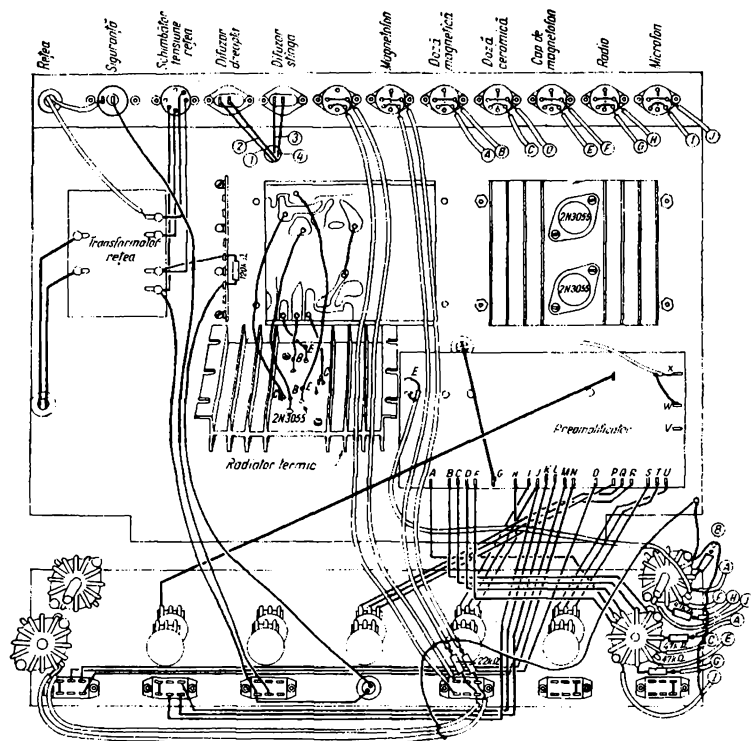


Fig. 3.23. Schema de cablaj cu amplasarea pieselor pentru amplificatorul stereofonic de 2×20 W.

Tranzistoarele utilizate în preamplificator pot fi înlocuite cu tranzistoare BC 108, BC 109 sau BC 101, fabricate de IPRS Băneasa.

3.3. AMPLIFICATOR STEREOFONIC DE 2×50 W

3.3.1. PREAMPLIFICATORUL CORECTOR

Preamplificatorul, a cărui schemă electrică (pentru un canal) este reprezentată în figura 3.24, este realizată cu patru tranzistoare cu siliciu de fabricație românească (BC 109 în primul etaj și BC 108 în celelalte trei etaje; pot fi utilizate, de asemenea, tranzistoare de tipul BC 101 sau BC 301, fabricate la IPRS Băneasa).

Primele două tranzistoare T_1 și T_2 , amplifică semnalele furnizate de doza de redare, microfon, cap de magnetofon și compensează caracteristica de înregistrare a discurilor în cazul utilizării unei doze magnetice și a unei doze ceramice. Compensarea se realizează prin folosirea unei rețele de egalizare dispusă în bucla de reacție negativă selectivă, aplicată între emitorul lui T_1 și colectorul lui T_2 .

În cazul folosirii radioreceptorului ca sursă de program, semnalul se aplică la intrarea tranzistorului T_3 (intrarea lui T_1 este scurtcircuitată).

Între T_3 și T_4 schema preamplificatorului cuprinde rețelele pentru reglajul de tonalitate și reglajul fiziologic de volum și, de asemenea, un filtru trece-jos și un filtru trece-sus.

La intrare, preamplificatorul este prevăzut cu un comutator cu trei secțiuni, fiecare cu patru poziții; prima secțiune permite selecționarea surselor de semnal (doză de redare, microfon, magnetofon, radioreceptor), cea de a doua secțiune comută, în funcție de sursa de semnal, rețeaua de reacție negativă dispusă între T_1 și T_2 , iar cea de a treia secțiune asigură legătura între T_2 și T_3 . Comutarea doză electromagnetică — doză ceramică este asigurată prin intermediul unui comutator cu două poziții, montat în apropierea bornei de intrare corespunzătoare.

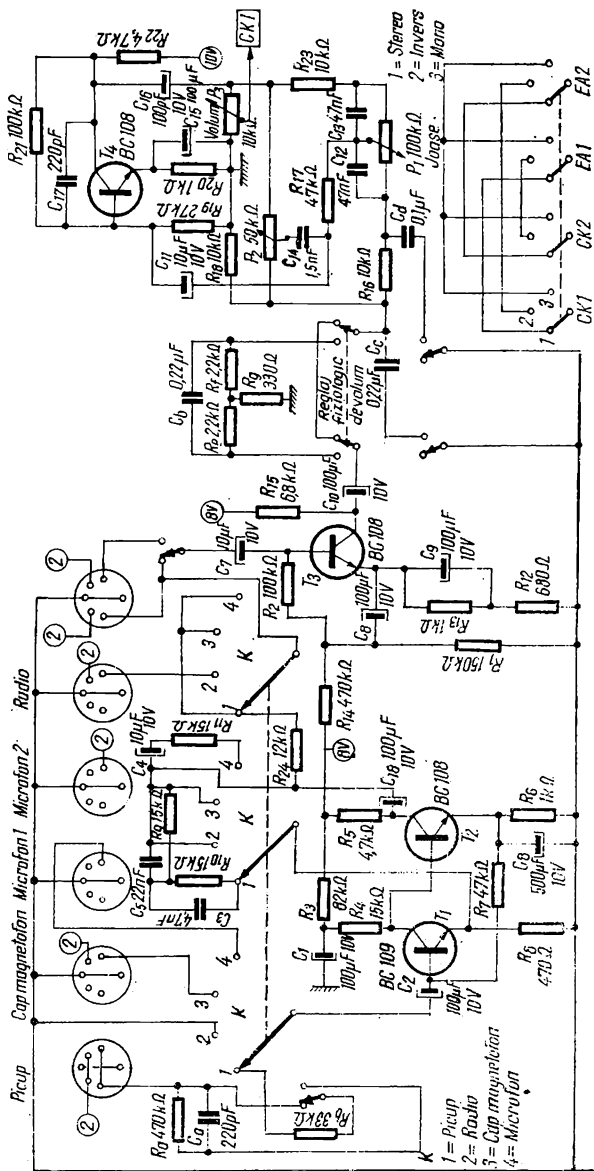


Fig. 3.24. Preamplificator-corrector (un canal) pentru amplificatorul stereofonic de 2×50 W.

Preamplificatorul este prevăzut, de asemenea, cu un comutator de funcțiuni cu trei poziții, corespunzătoare celor trei situații în care poate funcționa preamplificatorul: stereo, stereo inversat, mono; comutatorul C_1 corespunde cursorului potențiometrului de volum de $10\text{ k}\Omega$ al primului canal, C_2 cursorului potențiometrului celui de al doilea canal, E_1 intrării amplificatorului de putere din primul canal, iar E_2 intrării amplificatorului de putere din canalul al doilea.

Preamplificatorul, în ansamblu, nu conține nici un dispozitiv de balans; echilibrarea celor două canale se efectuează cu ajutorul unui voltmetru cu zero central, înainte de utilizare. Potențiometrele folosite pentru reglajul de tonalitate în domeniul frecvențelor joase sînt montate pe același ax și se comandă simultan; la fel sînt montate și potențiometrele pentru reglajul în domeniul frecvențelor înalte.

Preamplificatorul este montat pe o placă cu cablaj imprimat avînd dimensiunile $115 \times 75\text{ mm}$. Cele patru tranzistoare, rezistențele și capacitățile sînt toate montate pe placa cu cablaj imprimat; potențiometrele, conectoarele și comutatoarele sînt montate pe fața anterioară a șasiului amplificatorului.

3.3.2. AMPLIFICATORUL DE PUTERE

Schema amplificatorului de putere, corespunzător unui canal, este reprezentată în fig. 3.25. Amplificatorul de putere este cu cuplaj direct și este echipat cu opt tranzistoare de siliciu.

Amplificatorul conține un etaj de intrare echipat cu tranzistorul T_1 (BC 116), un etaj de amplificat echipat cu T_2 (2N3053), etajul inversor de fază echipat cu tranzistoarele T_5 și T_6 (2N2102, 2N4036) și etajul final, de tipul contra-timp-serie, echipat cu T_7 și T_8 (2N3055). Diodele D_1 și D_2 stabilizează termic funcționarea amplificatorului.

Circuitul constituit din diodele D_3 , D_4 și D_5 și din tranzistoarele complementare T_3 și T_4 folosește pentru protecția amplificatorului la scurtcircuit.

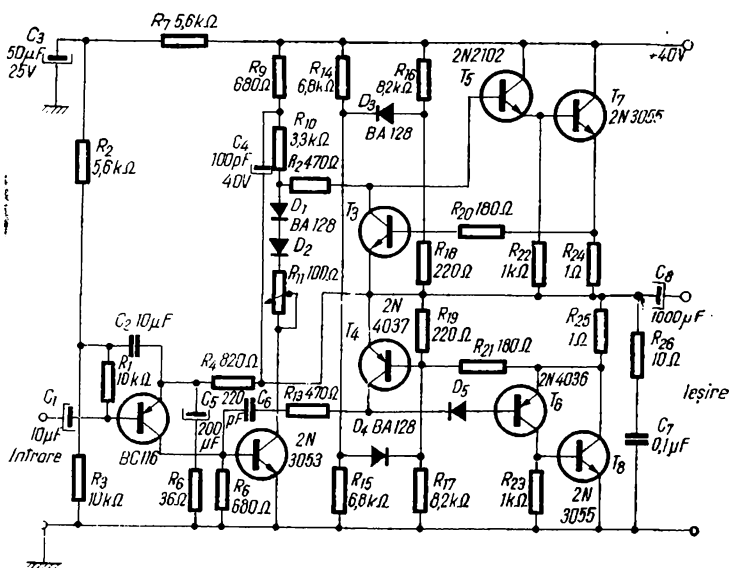


Fig. 3.25. Amplificator de putere de 50 W.

3.3.3. ALIMENTATORUL

Sursa de alimentare a preamplificatoarelor și amplificatoarelor de putere din cele două canale este redresorul stabilizat, reprezentat în fig. 3.26.

Stabilizarea este asigurată de tranzistorul serie de tipul 180 T₂, comandat de tranzistorul 2N 696. Acesta din urmă este comandat, la rîndul lui, de către amplificator diferențial compus din tranzistoarele 2N 2904. Potențiometrele R₁₀ și R₁₁, reglate în prealabil, dioda 34 P4 și dioda zener BZX 46 permit amplificatorului diferențial să acționeze, pentru protecția alimentatorului, în cazul unei suprasarcini de curent sau tensiune.

Filtrajul tensiunii redresate se efectuează, după stabilizare, cu ajutorul unui condensator electrolitic de 6 000 μF și a două condensatoare electrolitice de 1 000 μF fiecare.

Elementele de redresare, filtraj, stabilizare și protecție sînt montate pe o placă cu cablaj imprimat avînd dimensiunile 115 × 75 mm.

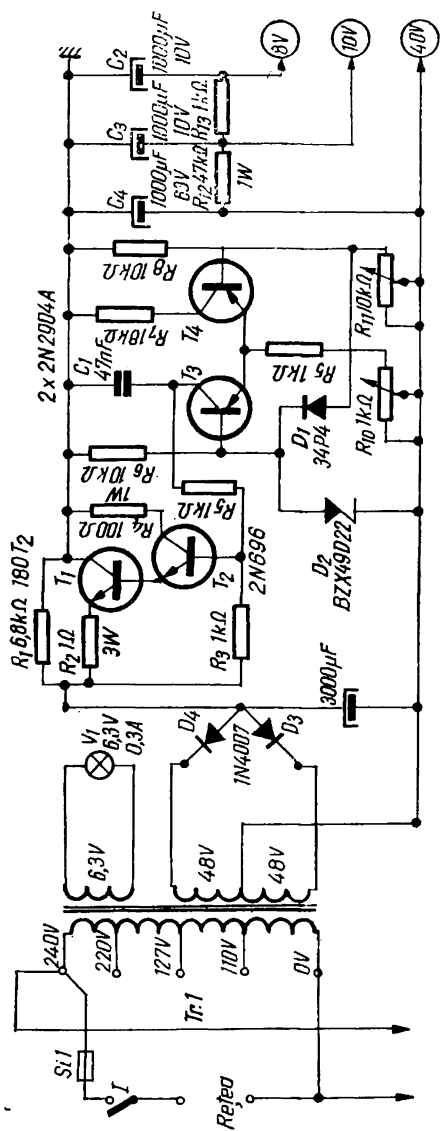


Fig. 3.26. Redresor stabilizat pentru alimentarea amplificatorului stereofonic de 2×50 W.

3.3.4. CARACTERISTICI ELECTRICE

— *Sensibilități*: doză de redare magnetică: 5 mV; doză de redare ceramică: 150 mV; microfon: 3 mV; radio: 150 mV; cap de magnetofon: 3 mV.

— *Impedanța de intrare* (pentru intrările corespunzătoare surselor): doză de redare magnetică: 50 k Ω ; doză de redare ceramică: 470 k Ω ; microfon: 220 Ω ; radio: 10 k Ω ; cap de magnetofon: 3 k Ω .

Raportul semnal/zgomot: 60 dB.

Curba de răspuns: 20 Hz — 50 kHz: 1 dB.

Eficacitatea reglajului de tonalitate: $\pm$ 15 dB — 12 dB la 100 Hz; $\pm$ 15 dB, — 14 dB la 10 kHz.

— *Puterea de ieșire nominală*: 50 în fiecare canal

— *Rezistența la sarcină*: 3 Ω .

3.3.5. CARACTERISTICI CONSTRUCTIVE

Plăcile cu cablaj imprimat și piese componente, reprezentând cele două preamplificatoare, cele două amplificatoare de putere și alimentatorul sunt asamblate așa cum se vede în figura 3.27. În aceeași figură apar radiatoarele termice asociate tranzistoarelor de putere, transformatorul de rețea, condensatoarele de filtraj, elementele de comutare și conectare ale amplificatorului.

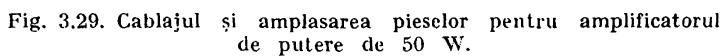
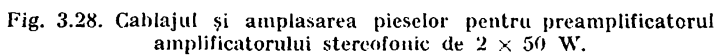
Tranzistorul 180 T_2 din stabilizator este montat pe carcasa de fixare a transformatorului de rețea, care-i servește drept radiator termic.

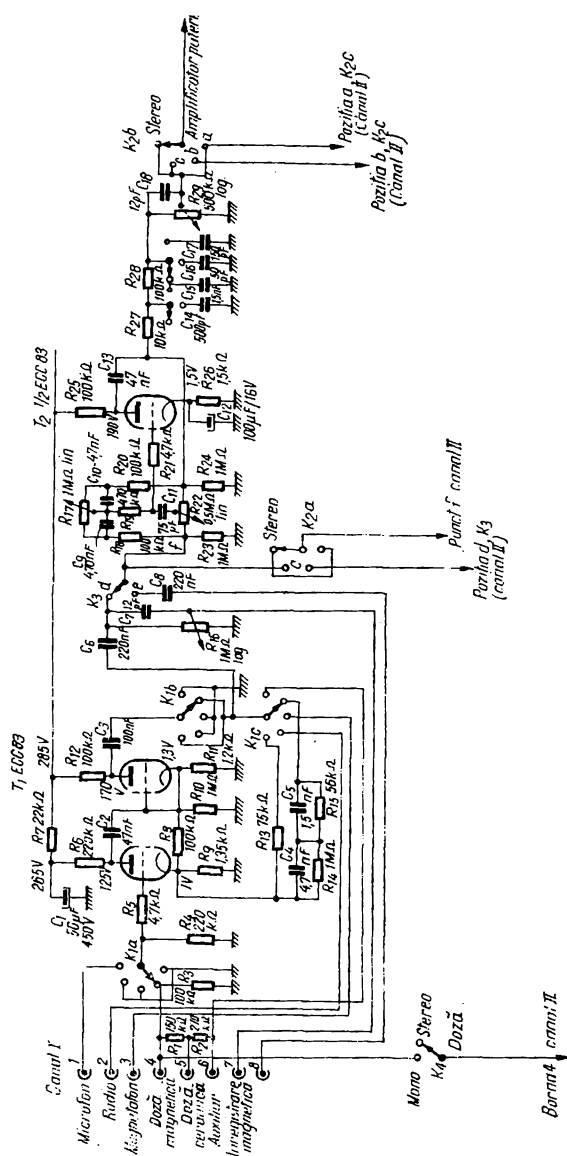
În figurile 3.28, 3.29, 3.30 sunt reprezentate schemele de montare a pieselor componente pentru preamplificator, amplificatorul de putere și alimentator.

Ordinea de montare a componentelor și efectuarea cablajului între acestea sunt asemănătoare celor indicate în paragraful precedent.

3.4. AMPLIFICATORUL STEREOFONIC DE 2×30 W, ECHIPAT CU TUBURI ELECTRONICE

Ținând seamă de faptul că tranzistoarele de putere mare folosite în schemele reprezentate în figurile 3.21, 3.22, 3.25 și 3.26 sunt mai puțin accesibile decât celelalte tranzistoare





Preamplificatorul are următoarele posibilități de funcționare: reproducerea monofonică de către ambele difuzoare ale semnalelor aplicate la intrarea oricăruia dintre canalele preamplificatorului (poziția *a* sau *b* a comutatorului K_2), reproducerea aceluiași semnal monofonic de către ambele canale (poziția *c* a comutatorului K_2), reglajele de nivel și corecție ale celor două canale fiind acționate independent; reproducerea semnalelor stereofonice; înregistrarea pe bandă, cu reglarea independentă a nivelului (R_6), a semnalelor furnizate de sursele de program.

Selectarea surselor și conectarea rețelelor de corecție se efectuează cu ajutorul comutatoarelor cu trei secțiuni K_1 (pentru unul din canale) și K'_1 (pentru celălalt canal). Alegerea modului de funcționare se realizează cu ajutorul comutatorului cu trei secțiuni K_2 și cu ajutorul comutatorului K_3 .

Caracteristici electrice

— *Sensibilități*: microfon: 5 mV; radio: 260 mV; magnetofon: 260 mV; sursă auxiliară: 260 mV; doză de redare magnetică: 5,3 mV; doză de redare ceramică: 15,9 mV.

— *Factorul de distorsiune armonică*: $< 0,3\%$ în gama de frecvențe 20 Hz — 15 kHz (reglajul de tonalitate în poziție normală).

— *Raportul semnal/zgomot*: > 60 dB, la intrarea de microfon.

— *Curba de răspuns*: $- 0,3$ dB la 20 Hz, $- 0,1$ dB la 20 kHz, la puterea de 1 W (reglajul de tonalitate în poziție normală).

— *Reglajul de tonalitate*: ± 18 dB la 20 Hz; ± 20 dB la 20 kHz.

— *Atenuarea introdusă de filtrul trece-jos*: curbe de egalizare: RIAA.

— *Atenuarea de diafonie între canale*: > 60 dB, la 1 kHz.

Caracteristici constructive. Tipul și parametrii pieselor componente, precum și schema de montare a acestora și realizarea cablajului sînt asemănătoare cu cele menționate în cazul preamplificatorului cu tranzistoare. Spre deosebire de schemele cu tranzistoare, în cazul schemei din figura 3.31, realizată cu tuburi electronice, este necesar să se ia unele precauții pentru a reduce la minim posibil influența

tensiunii de frecvență rețelei asupra raportului semnal/zgomot al preamplificatorului. Soluția cea mai economică constă în crearea unui punct de potențial nul în circuitul de încălzire a filamentelor tuburilor folosite în preamplificator, cu ajutorul a două rezistențe egale, așa cum se vede în figura 3.35. Protecția împotriva tensiunii de zgomot provenind din conductoarele de alimentare a filamentelor se realizează prin torsadarea acestora.

Pentru a se evita micșorarea raportului semnal/zgomot ca urmare a executării incorecte a conexiunilor de masă, este necesar ca masele unui etaj să fie reunite la cheia soclului tubului respectiv, iar acesta să fie legat printr-un conductor izolat, de secțiune mare, într-un punct al șasiului situat cât mai aproape de intrarea preamplificatorului; în acest punct al șasiului se leagă în mod asemănător și masele celorlalte etaje ale preamplificatorului. În acest fel se evita crearea unor tensiuni parazite de frecvență rețelei acționind între grilă și catod, ca urmare a trecerii curenților de întoarcere ai alimentării prin șasiu.

Pentru reducerea nivelului de zgomot este indicată separarea preamplificatorului de amplificatorul de putere; acesta din urmă se realizează pe același șasiu cu sursa de alimentare comună și pentru preamplificator. În acest fel, primele etaje ale preamplificatorului sînt departe de transformatorul de rețea și de bobina de șoc a circuitului de filtraj și pot fi totodată amplasate în apropierea surselor de semnal, fără pericolul inducerii unor tensiuni parazite în sursa de semnal sau în dispozitivele de reglaj ale preamplificatorului. În unele preamplificatoare se utilizează ecrane metalice pentru primele tuburi și chiar pentru diversele rețele de corecție și reglaj (reglaj de tonalitate).

Cablul de legătură între preamplificator și amplificator este asemănător celui folosit pentru conectarea preamplificatorului la sursele de semnal. Pentru a nu introduce o atenuare importantă la frecvența de 20 kHz, acest cablu trebuie să aibă o valoare de aproximativ 1—2 m. În scopul de a minimaliza influența cîmpurilor magnetice perturbatoare, cablul de legătură este de tipul unor conductoare torsadate, cablu ecranat sau cablu coaxial; cel mai recom

mandabil este cablul coaxial (cablul ecranat este recomandat pentru conectarea la preamplificator a surselor de semnal simetrice).

3.4.2. AMPLIFICATORUL DE PUTERE

Schema electrică. Amplificatorul de putere (un canal), a cărui schemă este reprezentată în figura 3.32, este constituit într-un etaj de intrare, un etaj prefinal și un etaj final.

Etajul de intrare este echipat cu dubla triodă de pantă mare ECC 81 (T_1) și are, în principal, rolul de inversor de fază. Inversiunea de fază se realizează prin aplicarea în nodul secțiunii inferioare (în fig. 3.32) a tubului T_1 a unei părți din tensiunea de reacție adusă în punctul A. Această tensiune este amplificată de trioda respectivă, fără inversarea fazei, astfel încât în anodele celor două triode T_1 se găsesc tensiuni în antifază. Egalitatea acestor tensiuni se obține alegând un tub cu cele două secțiuni identice și foloând în montaj elemente, de asemenea, identice; egalitatea tensiunilor de ieșire depinde de valoarea rezistenței R_3 .

Etajul prefinal este echipat cu dubla triodă ECC 83 (T_2) este realizat în montaj contratimp.

Etajul final este realizat cu pentodele T_3 și T_4 (EL 34) în montaj contratimp ultralinier, în clasă AB. Rezistența optimă de sarcină a etajului este egală cu 6,6 k Ω , iar priza de ecran este la 43% (față de polul +) din jumătatea numărului de spire ale înfășurării primare a transformatorului de ieșire.

Amplificatorul este prevăzut cu o reacție negativă globală realizată prin intermediul a trei circuite de reacție: în secundarul transformatorului de ieșire la catodul lui T_1 , în intermediul rețelei C_1 , R_{10} ; de la anozii lui T_3 și T_4 la grilele lui T_2 ; de la anozii lui T_3 și T_4 la anozii lui T_2 .

Factorul de reacție negativă globală este egal cu 40 dB. Rezistențele R_8 și R_9 au rolul de a micșora influența pe care o au asupra reacției îmbătrânirea tubului de intrare T_1 înlocuirea acestuia.

Rețelele R_{28} , C_6 și R_{29} , C_7 se conectează în montaj cu scopul de a mări stabilitatea acestuia, în cazul în care transformatorul de ieșire nu este realizat la parametrii impuși (inductanță de scăpări mai mică de 15 mH etc.). Valoarea

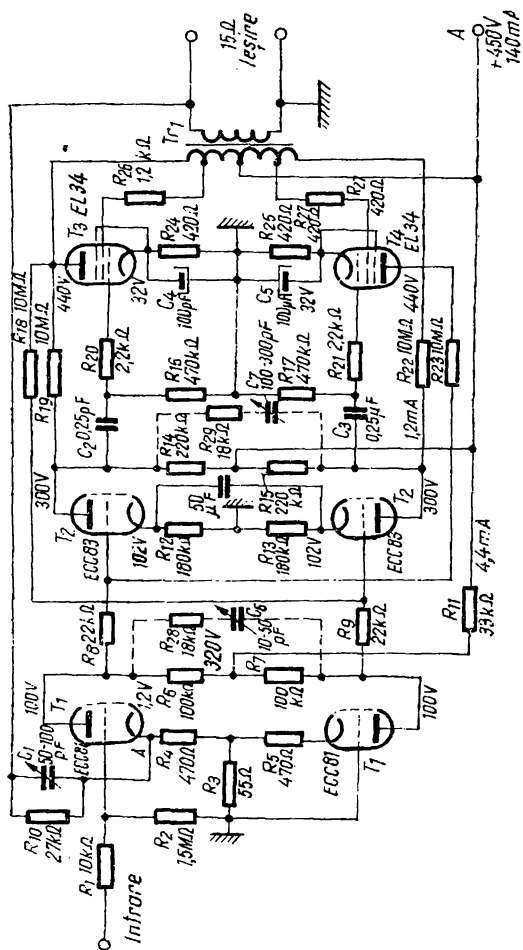


Fig. 3.32. Amplificator de putere de 30 W cu tuburi electronice.

capacităților C_6 , C_7 și C_1 se reglează experimental, la valoarea pusă de calitate transformatorului de ieșire.

Rezistența de reacție R_{10} , conectată în schemă, corespunde unei rezistențe de sarcină (R_s) egală cu 15Ω . În cazul care rezistența de sarcină are altă valoare, rezistența de sarcină se modifică ($R_{10} \approx 800 \sqrt{R_s}$)

Rezistențele R_{20} , R_{21} , R_{26} și R_{27} se conectează în montaj pentru mărirea stabilității acestuia.

Caracteristici electrice

- Puterea nominală de ieșire: 30 W la 1 kHz.
- Sensibilitatea: 0,45 V (pentru 30 W).
- Curba de răspuns: 20 Hz — 20 kHz — 0,5 dB, la 30 W.
- Factorul de distorsiune armonică: $< 0,4\%$ în gama 20 Hz — 15 kHz, la puterea de 30 W.
- Raportul semnal/zgomot: > 90 dB, față de puterea nominală.

— Puterea absorbită de la rețea (ambele canale) ≈ 300 VA.

Caracteristici constructive. Transformatorul de ieșire este realizat cu tole E-16 din oțel-siliciu. Grosimea pachetului de tole este de 5,7 cm.

Disponerea înfășurărilor transformatorului este indicată în figura 3.33.

Înfășurările P_1 și P_3 conțin câte 1 250 spire cu priză la 713 spire; înfășurările P_2 și P_4 conțin același număr de spire, dar priza este scoasă după 527 spire. Toate cele

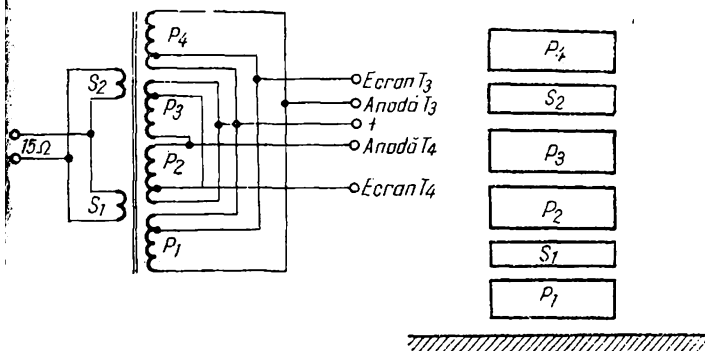


Fig. 3.33. Schema de înfășurare a transformatorului de ieșire.

patru secțiuni ale înfășurării primare sînt bobinate cu conductor de cupru emailat, avînd diametrul de 0,15 mm. Înfășurările S_1 și S_2 conțin cîte 135 spire bobinate cu conductor de cupru emailat avînd diametrul de 0,6 mm.

În cazul în care rezistența de sarcină are o valoare diferită de $15\ \Omega$, numărul de spire (n_2) al înfășurărilor S_1 și S_2 se modifică ($n_2 \approx 35 \sqrt{R_s}$).

Înfășurările P_3 , S_2 și P_4 se bobinează în sens contrar celorlalte trei.

Izolația între straturile înfășurărilor primare și secundare se realizează cu hirtie specială, groasă de $60\ \mu$. Între înfășurările primară și secundară izolația este de aproximativ $150\ \Omega$.

Carcasa transformatorului se execută din placă de pectinax groasă de 1 mm.

Piesele componente ale amplificatorului se montează pe o regletă, așa cum se vede în figura 3.34. Rezistențele din

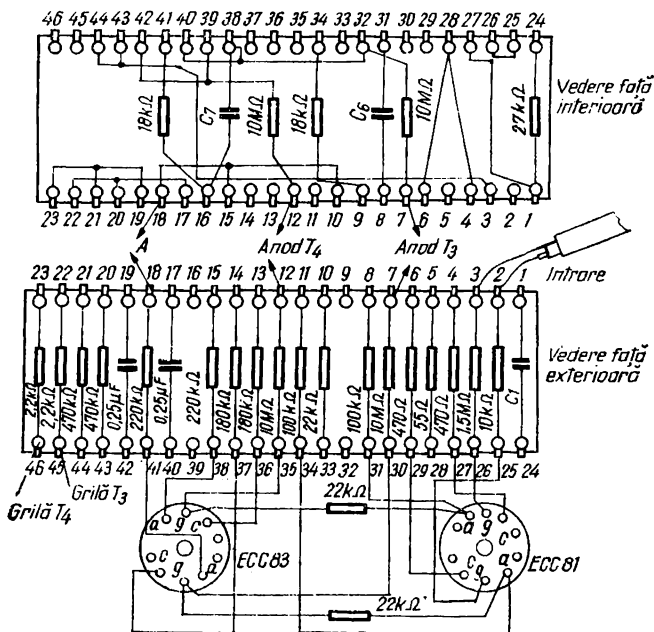


Fig. 3.34. Cablajul și amplasarea pieselor amplificatorului cu tuburi electronice.

rețele lui T_3 și T_4 precum și rezistențele și condensatoarele din catodii acestora se montează separat de gletă.

3.4.3. ALIMENTATORUL

Schema electrică de principiu a alimentatorului este prezentată în figura 3.35.

Alimentatorul cuprinde un transformator de rețea și două circuite de redresare, câte unul pentru fiecare canal.

Transformatorul de rețea este realizat cu tole E-20 din el-siliciu. Grosimea pachetului de tole este egală cu 7,2 cm. Celelalte date constructive ale alimentatorului sînt indicate în schemă.

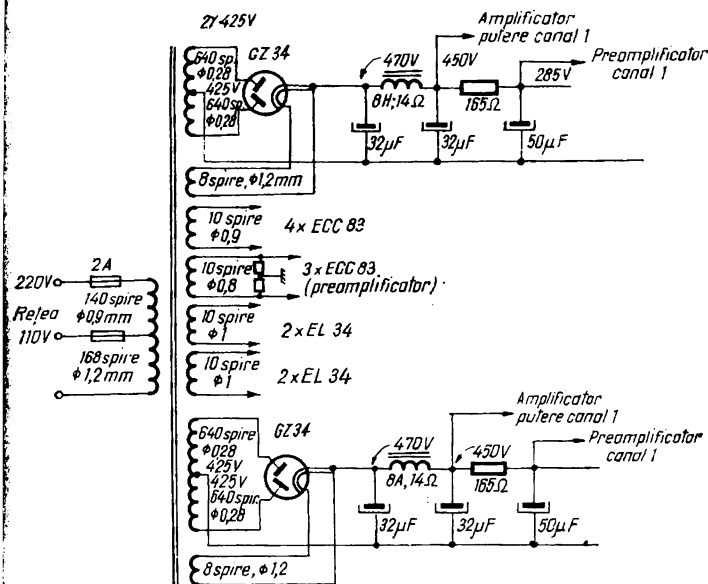


Fig. 3.35. Redresor pentru amplificatorul stereofonic cu tuburi electronice.

ÎN AMPLIFICATOARELE STEREOFONICE

SI A BAZEI

Schema electrică. Dispozitivele pentru reglarea direcției și a bazei utilizate în instalațiile de înregistrare stereofonică a sunetului sint, în general, rețele rezistive.

O asemenea rețea, folosită în cazul în care semnalele stereofonice sînt de tipul XY , este cea reprezentată în fig. 3.36.

Rețeaua de mai sus se conectează la ieșirea preamplificatorului. Între borna 1 și masă se aplică semnalul canalului X, iar între borna 2 și masă semnalul corespunzător canalului Y. Semnalele de ieșire se culeg între bornele 3, 4 și masă.

Mărimea bazei se reglează cu ajutorul potențioanelor liniare P_1 și P_2 , prin schimbarea poziției cursorilor acestora. Cele două potențioamele sunt de valoare egală și au axul comun; ele sunt conectate în așa fel încât rezistența

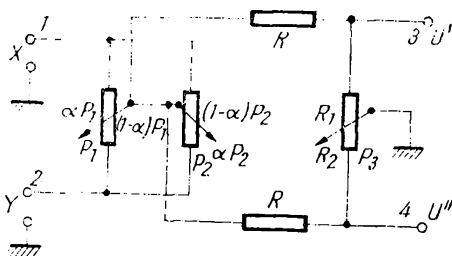


Fig. 3.36. Dispozitiv pentru reglarea direcției
și a bazei.

dintre borna 1 și cursorul lui P_1 și cea dintre borna 2 și cursorul lui P_2 variază invers ca mărime. Baza are lărgimea maximă în situația în care cursoarele potențioanelor se află în poziții extreme (1-2 sau 2-1). În cazul în care cursoarele sînt reglate la jumătatea potențioanelor, baza are lărgimea minimă; în această situație imaginile sonare

le surselor sint concentrate într-un punct în mijlocul bazei.

Direcția surselor sonore aparente se modifică cu ajutorul potențiometrului P_3 . În poziția de mijloc a cursorului, sursele sonore aparente sint distribuite pe toată lărgimea azei. Rotind cursorul spre borna 3, imaginea sonoră se deplasează spre dreapta (U' scade, U'' crește); cînd cursorul se rotește spre borna 4, imaginea sonoră se deplasează spre stînga (U' crește, U'' scade).

Ordinea în care se percep sursele sonore aparente se inversează dacă cursoarele potențiometrilor P_1 și P_2 trec în poziția extremă, 1—2, în cealaltă poziție extremă, 2—1.

Caracteristici electrice și constructive. Piese componente ale rețelei din figura 3.36 au următoarele valori: $P_1 = P_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R = 1 \text{ k}\Omega$, $P_3 = 3 \text{ k}\Omega$.

Atenuarea introdusă de rețea asupra semnalelor, în pozițiile extreme ale cursoarelor potențiometrilor P_1 și P_2 , este egală cu 4,4 dB.

Rețeaua se realizează sub forma unui dispozitiv de sine stătător. Piese componente se montează pe o regletă asemănătoare cu cele prezentate în paragrafele precedente. Răspunzător punctelor 1, 2, 3, 4, se montează borne care permit conectarea dispozitivului între preamplificator și amplificatorul de putere.

Dispozitivele pentru reglarea direcției și a bazei se realizează în scheme diverse, printre care se numără și aceea prezentată în figura 1.25, a. Realizarea acestora de către amatorii prezintă însă dificultăți de ordin constructiv, datorită faptului că cele mai multe dintre ele sint asociate unor transformatoare diferențiale a căror construcție este foarte delicată.

3.5.2. DISPOZITIV PENTRU TRANSFORMĂRI SUMĂ-DIFERENȚĂ

Schema electrică. Dispozitivele pentru transformări sumă-diferență sint, în mod obișnuit, rețele pasive de tipul punții rezistive sau al transformatoarelor diferențiale reprezentate în figura 1.23.

Rețeaua în punte funcționează corect numai în cazul semnelor de amplificare simetrice. Rețeaua constituită în transformatoare diferențiale poate funcționa atît în scheme

simetrice, cît și în scheme asimetrice, dar este dificil de realizat din punct de vedere constructiv.

În consecință, nici unul dintre tipurile de rețele menționate nu este indicat pentru construcțiile de amatori.

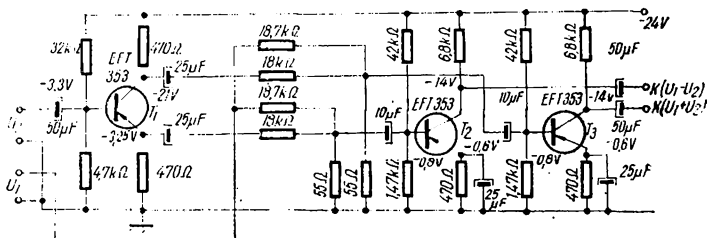


Fig. 3.37. Dispozitiv pentru transformări sumă-diferență.

Un dispozitiv simplu, care poate fi utilizat de către amatori pentru efectuarea transformărilor sumă-diferență este cel reprezentat în figura 3.37.

Acest dispozitiv este constituit dintr-un etaj inversor de fază, din două rețele de însumare și din două etaje de amplificare, care compensează atenuarea introdusă de rețelele de mixaj. La intrarea rețelor constituite, fiecare, dintr-o rezistență serie de 18 kΩ și o rezistență derivație de 55 Ω, se aplică semnalul U_1 corespunzător canalului X (sau M) și semnalul U_2 corespunzător canalului Y (sau S); semnalul U_2 se aplică rețelor prin intermediul etajului inversor (semnalul cules în emitorul tranzistorului T_1 este în fază cu semnalul de intrare U_2 și apropiat ca mărimea de acesta; semnalul cules în colectorul lui T_1 are mărimea celui din emitor și este de semn opus acestuia). Semnalele care apar la ieșirea rețelor, la bornele rezistențelor de 55 Ω, sînt proporționale cu mărimile $U_1 - U_2$ și $U_1 + U_2$.

Dispozitivul pentru transformări sumă-diferență se conectează la ieșirea preamplificatorului.

Caracteristici electrice

- *Curba de răspuns*: 20 Hz — 20 kHz $\pm$ 0,1 dB.
- *Factorul de distorsiune armonică* < 0,3%.
- *Raportul semnal/zgomot* > 70 dB față de 1 V.
- *Amplificarea etajelor de compensare*: 340.

3.6. REGULI PENTRU UTILIZAREA AMPLIFICATOARELOR

Amplificatorul, ca element al unei instalații de reproducere a sunetului, intervine sub un dublu aspect în asigurarea transferului optim al semnalului de la sursa de program la difuzor. Amplificatorul intervine mai întâi prin valoarea parametrilor lui electricei și apoi prin felul în care este utilizat; pentru a obține rezultate optime este necesar ca existența unor parametri de valoare ridicată ai amplificatorului să fie dublată de o utilizare rațională a acestuia.

Realizarea acestui deziderat necesită, din partea celui care construiește și utilizează un amplificator, cunoașterea și rezolvarea unor probleme de adaptare și fiabilitate.

3.6.1. ADAPTAREA SURSELOR DE SEMNAL

Semnalul care se aplică la intrarea unui amplificator provine de la surse de semnal de diverse tipuri, cum sint: microfonul, doza de redare, magnetofonul, ieșirea de detecție a radioreceptorului. Aceste surse diferă între ele prin sensibilitate (tensiunea de ieșire) și prin mărimea și natura impedanței interne, așa cum se vede în tabelul 3.2.

Prin conectarea lor la amplificator, sursele de semnal sint șuntate de către rezistența de intrare a acestuia. Încărcarea sursei cu o rezistență de sarcină determină modificarea unor caracteristici ale acestora și, prin urmare, ale ansamblului sursă amplificator; în funcție de valoarea rezistenței de sarcină se pot modifica curba de răspuns a sursei, factorul de zgomet al amplificatorului, sensibilitatea sursei etc.

În cazul general, pentru a nu se diminua sensibilitatea sursei, rezistența de sarcină trebuie să fie suficient de mare față de impedanța internă a sursei (de circa 3—10 ori).

În mod obișnuit, rezistența de încărcare a sursei este indicată de fabricant și reprezintă valoarea optimă din punctul de vedere al liniarizării curbei de răspuns a sursei. O situație deosebită din acest punct de vedere apare în cazul conectării sursei la amplificator printr-un cablu de lungime mare. În situația în care cablul este suficient de lung pentru a nu se putea neglija efectele sale reactive, acesta se comportă ca un condensator conectat în paralel cu sursa. Presupu-

Tabelul 3.2

Caracteristicile microfoanelor și dozelor de redare

Tipul sursei de semnal	Sensibilitatea	Impedanța internă	Impedanța de sarcină	Influența cablului
Doză de redare:				
— electromagnetică	15—50 mV	mică ; reactivă	47 kΩ	da
— electrodinamică	0,5—5 mV	mică	10—200 Ω	nu
— piezoelectrică	50—500 mV	mare reactivă	1—2 MΩ	da
— ceramică	30—250 mV	mare ; reactivă	0,5—2 MΩ	da
Microfon				
— dinamic ¹⁾	0,05—1 mV/bar	mică	50—600 Ω	nu
— electrostatic ²⁾	0,1—5 mV/bar	mare ; reactivă	1—100 MΩ	da
— cu bandă ¹⁾	0,1—0,5 mV/bar	mică	0,2—1 kΩ	nu
— piezoelectric	10—50 mV/bar	mare ; reactivă	1—2 MΩ	da
— magnetic	0,1—1 mV/bar	mică ; reactivă	0,2—5 kΩ	nu

¹⁾ În general, livrat cu transformator ridicător pentru sarcină —50 kΩ în secundar;

²⁾ În general, livrat cu preamplificator și alimentare autonomă (ieșire de joasă impedanță).

nind că sursa are o impedanță cu o componentă inductivă importantă (doză magnetică de redare de ex.), în urma conectării cablului rezultă o înrăutățire a curbei de răspuns în domeniul frecvențelor înalte. Pentru evitarea acestui efect se impune ca dozele magnetice de redare cu inductanță mare să fie conectate la amplificator prin intermediul unor cable avînd lungimea de cel mult 1 m. Problema nu se pune în cazul surselor capacitive (ceramice, piezoelectrice) cablele lungi avînd o influență redusă asupra curbei de răspuns a acestora.

În cazul în care se pune problema asigurării unui zgomot minim (pentru o sursă dată) la ieșirea unui amplificator de mare sensibilitate, rezistența de încărcare a sursei (rezistența

de intrare a amplificatorului) are valoarea de $200\ \Omega$ — $2\ \text{k}\Omega$ pentru tranzistoarele bipolare și diferă în general de valoarea indicată în tabelul de mai sus pentru liniaritatea curbei de răspuns.

3.6.2. ADAPTAREA DIFUZOARELOR

Puterea furnizată de amplificatorul de putere se aplică difuzorului conectat în circuitul de ieșire al acestuia. Pentru a se realiza un transfer de putere cu un randament cât mai mare este necesar ca impedanța difuzorului să aibă o valoare cât mai apropiată de cea indicată de constructorul amplificatorului.

Această impedanță poate fi modificată, fără pierderi mari de randament, în modul indicat în continuare: între $2,5$ și $5\ \Omega$ pentru o valoare nominală de $4\ \Omega$; între $5\ \Omega$ și $10\ \Omega$ pentru o valoare nominală de $8\ \Omega$, între $10\ \Omega$ și $20\ \Omega$ pentru o valoare nominală de $16\ \Omega$.

Trebuie subliniat însă, că micșorarea exagerată a sarcinii poate provoca defectarea amplificatorului. În cazul amplificatoarelor cu tranzistoare, de exemplu, micșorarea sarcinii sub limita admisă duce la creșterea puterii disipate de tranzistoare, urmată de ambalarea termică a acestora (sarcina poate varia, însă de la valoarea minimă admisă până la o valoare oricât de mare).

În cele mai multe cazuri, difuzoarele se conectează la amplificator printr-un cablu de lungime redusă, care nu determină, practic, deosebiri între semnalul de la ieșirea amplificatorului și cel de la bornele difuzorului. În unele situații, însă, difuzorul se conectează la amplificator printr-un cablu lung. În acest caz se manifestă efectul rezistenței cablului, printr-o atenuare a semnalului la toate frecvențele (cu atât mai mare, cu cât rezistența de sarcină are o valoare mai mică), precum și efectul capacității și al inductanței distribuite a cablului. În mod obișnuit, în gama audio se resimte doar efectul inductanței, care se manifestă prin atenuarea semnalului începând de la frecvențe mai mari decât 7 — $8\ \text{kHz}$; pentru ca această atenuare să fie cât mai redusă este necesar ca rezistența de sarcină să fie mult mai mare decât reactanța inductivă a cablului.

3.6.3. ADAPTAREA NIVELELOR

Pentru a asigura un transfer optim al semnalului, acesta trebuie să aibă valori cuprinse între o limită minimă și alta maximă. Valoarea minimă admisă a semnalului este strâns legată de mărimea zgomotului amplificatorului.

În cazul în care zgomotul are valoare de $1-10 \mu V$, iar semnalul de intrare o valoare mai mică decît $1 mV$, pentru păstrarea unui raport semnal/zgomot convenabil, este necesar ca etajul de intrare al amplificatorului să fie realizat în mod special; în mod obișnuit, soluția de realizare constă în cuplarea sursei cu etajul prin intermediul unui transformator. În cazul semnalelor de peste $30 mV$, aplicarea acestora la intrările de nivel mic (microfon, doză, cap de magnetofon) se face cu precauție pentru a nu fi depășită valoarea maximă admisă pentru semnalul aplicat etajului de intrare; semnalele care depășesc această valoare provoacă apariția unor distorsiuni importante la ieșirea amplificatorului.

3.6.4. PROBLEME DE FIABILITATE

În perioada de utilizare a unui amplificator, problema care se pune în legătură cu fiabilitatea (siguranța în funcționare) este aceea a menținerii parametrilor acestuia la nivelul valorilor inițiale.

Menținerea parametrilor inițiali se realizează prin verificarea periodică sistematică efectuată asupra mărimii amplificării a tensiunilor etc. și prin înlocuirea tuturor componentelor care, datorită uzurii (îmbătrînirii) și sub influența solicitărilor electrice (termice, higrometrice) și mecanice (vibrații, șocuri etc.), au determinat abaterile parametrilor.

Îmbătrînirea pieselor are efect asupra zgomotului a cărui valoare se mărește și, în general, asupra funcționării amplificatorului. Tranzistoarele își măresc zgomotul, din cauza scăderii amplificării sau datorită unor degradări fizice; în cazul condensatoarelor electrolitice se înregistrează o creștere a curentului de fugă, care determină modificarea punctului de funcționare a etajelor dacă se folosesc ca element de cuplaj, ori provoacă deplasarea membranei difuzorului etc.

Lărgind cadrul problemei, trebuie amintit că fiabilitatea amplificatorului este cu atât mai mare cu cât piesele componente ale acestuia au o calitate mai ridicată. În cazul amplificatoarelor cu tranzistoare, contribuția cea mai mare la defectarea amplificatorului o au condensatoarele electrolitice; se impune, de aceea, în scopul realizării unei fiabilități ridicate, să se reducă la minim posibil numărul condensatoarelor, calitatea acestora să fie cât mai bună, iar utilizarea lor în schemă să fie făcută la tensiuni mai mici decât cele nominale. O atenție specială trebuie acordată, de asemenea rezistențelor, ele fiind elementele care fixează punctele de funcționare ale etajelor. Alături de piesele componente, defectarea amplificatorului poate fi provocată și de lipiturile necorespunzătoare, a căror pondere, în acest sens, este comparabilă cu aceea a rezistențelor, a condensatoarelor styroflex, a diodelor și mai mare decât aceea a condensatoarelor cu hirtie, ceramice, cu mică etc.

RECOMANDĂRI REFERITOARE LA PRACTICA STEREOFONIEI

S-a arătat în primul capitol că, scopul urmărit într-o reproducere stereofonică îl constituie crearea pentru ascultător a impresiei de *relief sonor*. Acesta trebuie să aibă senzația că asistă din fotoliu, la un spectacol care se desfășoară pe o scenă aflată în fața sa, el beneficiind în acest fel, de substanțialul aport adus de stereofonie în tehnica reproducerilor sonore, aport ce ar putea fi formulat astfel:

- posibilitatea de a localiza sursele sonore aparente într-un plan orizontal situat în fața sa;

- îmbunătățirea apreciabilă a inteligibilității ansamblului, ca urmare a asigurării posibilității de a izola sursele sonore unele de altele;

- ca o consecință, reducerea oboselii după o ascultare îndelungată a programului sonor;

- obținerea unui confort sporit în timpul audiției, prin suprimarea caracterului punctiform al sursei sonore.

Reușita integrală sau, cel puțin parțială, a unei audiții stereofonice și deci, traducerea în fapt a tuturor avantajelor arătate este condiționată de următorii factori:

- modul în care s-a efectuat captarea stereofonică (corelarea diferențelor de timp și de intensitate ale semnalelor acustice);

- însușirile acustice ale încăperii în care se face audierea (evitarea unor reflexii parazite ale undelor acustice);
- poziția ascultătorului în raport cu dispozitivele de ascultare;
- structura spectrului de frecvențe al semnalului sonor transmis;
- asigurarea unui cîmp acustic omogen în toată zona de audiere.

Ignorarea oricăruia din acești factori, are drept consecință deformarea sau, chiar, anularea efectului stereofonic. În primul capitol s-a făcut o prezentare a celor mai mulți din factorii menționați, precizîndu-se posibilitățile de repere direcțională a imaginilor sonore, descriîndu-se metodele de amplasament optim al microfoanelor, determinîndu-se zonele în care diferențele de timp perturbatoare pot fi compensate prin diferențe de intensitate, stabilîndu-se caracteristicile de directivitate ale unor difuzoare menite să contribuie la lărgirea suprafeței de audiere stereofonică.

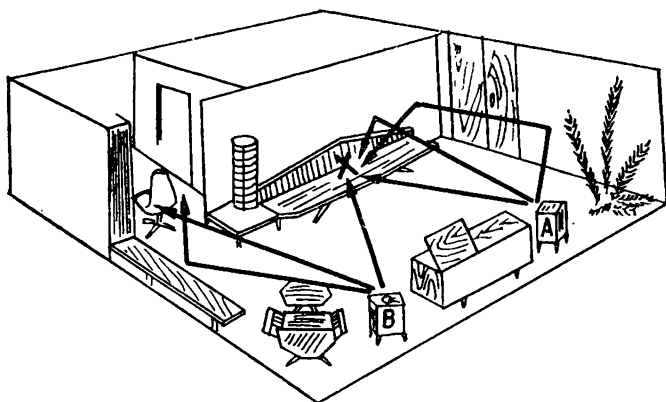
Recomandările practice care constituie obiectul acestui paragraf se vor referi la modul de decorare interioară a încăperilor astfel încît proprietățile acustice să nu producă alterarea efectului stereofonic și la unele modalități pentru amplasarea casetelor cu difuzoare în camera de audiere. De asemenea, vor mai fi descrise cîteva încăperi de locuit amenajate ca spații de audiere, inclusiv instalațiile electroacustice stereofonice aferente lor.

Încăperea de audiere stereofonică trebuie să prezinte cel puțin trei importante însușiri: simetrie acustică, cît mai puține suprafețe reflectante de sunet și un nivel de zgomot perturbator în interior cît mai redus. Precizarea „cel puțin” a fost necesară, deoarece, o încăpere construită special pentru audieri stereofonice va îndeplini și alte condiții ca, de exemplu, cele referitoare la formă, la raportul dintre dimensiunile sale, la durata de reverberație (cu valori convenabile în toată gama frecvențelor audibile) și la difuzitatea cîmpului acustic în interiorul său. Dacă însă ne referim la încăperi de locuit, adaptate și ca spații de audiere stereofonică, este evident că modificarea formei este o lucrare dificilă atît din punctul de vedere constructiv cît și din cel al costului. Același lucru se poate afirma și despre schimbarea rapor-

tului dintre dimensiuni, despre tratamentul acustic destinat să asigure o durată de reverberație convenabilă în gama de audiofrecvență și o bună difuzitate a sunetului în interiorul încăperii.

Dacă lucrările complexe de transformare a formei, a raportului dintre dimensiuni și a proprietăților acustice ale încăperii din apartament, pot fi traduse în fapt în prea puține cazuri, nu este mai puțin adevărat că, unele măsuri, relativ ușor de realizat în practică, pot fi luate de oricare posesor al unei instalații de reproducere stereofonică. Una dintre ele se referă la obținerea unei simetrii acustice. Prin simetrie acustică se înțelege repartizarea simetrică, în încăpere, a suprafețelor cu proprietăți acustice identice sau asemănătoare, față de o axă care coincide cu mediatoarea bazei de redare. Este de la sine înțeles că simetria acustică presupune o simetrie geometrică. Obținerea acestei simetrii este posibilă prin acoperirea cu draperii a acelor suprafețe cărora le este caracteristică o valoare mare a coeficientului de reflexie acustică (mai ales când se găsesc de o singură parte a axei de referință) și prin aranjarea mobilei în funcție de mărimea suprafeței sale exterioare și de materialul cu care este acoperită (stofă, pluș, piele, material plastic, sticlă, lemn etc). Aranjamentul mobilei se face astfel încât suprafețele egale ca mărime și cu proprietăți fonoabsorbante asemănătoare să se găsească amplasate simetric.

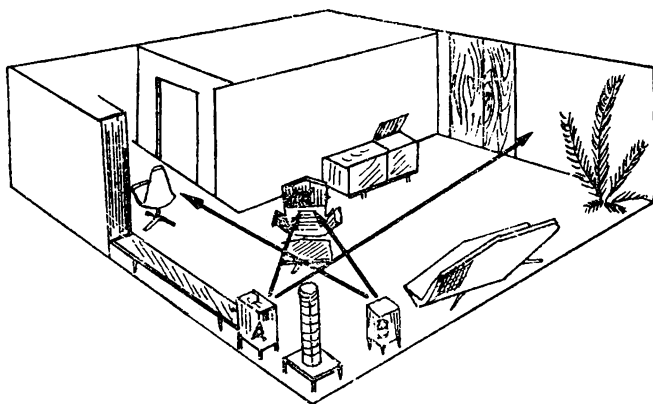
Amenajarea piesei din apartament ca încăpere de audiție stereofonică urmărește și anularea efectelor dăunătoare pe care le pot provoca suprafețele reflectante de sunet. Dacă aceste suprafețe determină apariția unor reflexii parazitare care pot produce modificări ale pozițiilor surselor sonore aparente, este recomandabilă îndepărtarea lor din zona de audiție sau după caz acoperirea lor cu materiale ce au un coeficient de absorbție acustică de valoare ridicată. Astfel de suprafețe reflectante sînt constituite de ușile, ferestrele și chiar de mobilierul masiv cu fețe foarte lustruite ale încăperii din apartament. Un exemplu de amplasament necorespunzător al casetelor cu difuzoare, care a condus la apariția unor reflexii acustice perturbatoare, este arătat în figura 4.1, c. În acest caz, suprafețele care au provocat astfel de efecte neplăcute sînt ferestrele și pereții încăperii. Soluția, pentru



a

Fig. 4.1. Influența suprafețelor reflectante din încăpere asupra audițiilor stereofonice:

a — amplasament incorect al casetelor cu difuzoare;



b

b — amplasament corect.

remediarea situației, a constat din rearanjarea mobilierului și din găsirea unor amplasamente potrivite pentru casetele cu difuzoare, (așa cum se poate observa în figura 4.1, b).

Nivelul de zgomot perturbator din interiorul încăperii este cel de al treilea factor de care trebuie să se țină seama la alegerea spațiului de audiție stereofonică. Bineînțeles că oricare ar fi valoarea nivelului de zgomot ambiant, se pot găsi soluții de protecție împotriva lui, însă ele ar implica modificări structurale ale ușilor, ale ferestrelor și ale pereților. Deoarece luarea unor astfel de măsuri de izolare fonică este posibilă numai în cazuri foarte rare, singurul lucru ce rămâne de făcut este să se acorde, în limita posibilităților, o atenție deosebită la alegerea încăperii. Este recomandabil să se aleagă drept cameră de audiție, acea piesă din apartament, mai îndepărtată de zgomotul străzii și de cel al spațiilor comune din blocul de locuințe (holuri pentru lift, casa scării, uși de acces etc.). Este de asemenea de dorit ca încăperea de audiție să se găsească în vecinătatea unei grădini sau a unui parc, cunoscut fiind faptul că vegetația are anumite proprietăți fonoabsorbante, contribuind în acest fel la reducerea nivelelor de zgomote perturbatoare.

După aplicarea unor astfel de măsuri, menite să îmbunătățească calitățile acustice ale încăperii destinate audițiilor stereofonice, este necesar să se efectueze și un control al eficacității lor. Cel mai simplu mijloc de verificare constă în introducerea în cele două canale de transmisie stereofonică, aflate în fază, a unui semnal monofonic. În cazul lipsei reflexiilor perturbatoare și bineînțeles utilizând o instalație corect reglată, sursa sonoră aparentă trebuie să se găsească amplasată în mijlocul bazei de redare. Dacă vor apărea dificultăți în localizarea centrului, atunci se poate avea certitudinea că proprietățile acustice ale încăperii vor defavoriza producerea efectului stereofonic.

Prezentarea unor încăperi de apartament, amenajate ca spații de audiție stereofonică. În literatura de specialitate s-au descris numeroase instalații stereofonice realizate în încăperi de locuit. Câteva dintre ele sint prezentate și în cele ce urmează.

O primă încăpere, cu dimensiuni relativ mari (suprafața este de 8×4 m), este arătată în figura 4.2. Casetele cu difuzoare sint de tipul „închis“, cuprinzînd fiecare cite patru difuzoare inclusiv filtrele de separare (frecvențe limită 500 Hz și 5 000 Hz). Puterea electrică a fiecărei casete cu

difuzoare este de 60 W, iar impedanța nominală a ansamblului are valoare de 4 Ω . Răspunsul cu frecvența al unei casete cu difuzoare este de ± 6 dB într-un domeniu cuprins între 30 Hz și 20 kHz. Dimensiunile sînt de 73 cm $\times$ 47 cm $\times$ 32,5 cm. Cele două casete sînt amplasate, aproximativ, la

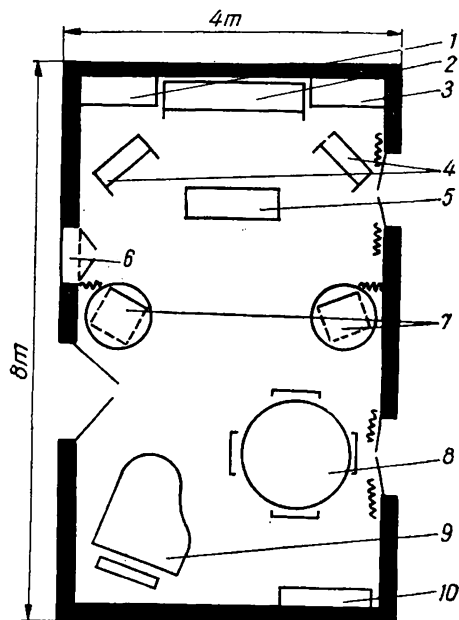


Fig. 4.2. Încăpere de locuit, amenajată ca spațiu de audiție stereofonică:

1, 3 — dulapuri; 2 — canapea; 4 — fotolii; 5 — masă joasă; 6 — dulap; în perete, conținând echipamentul electroacustic; 7 — casete cu difuzoare acoperite cu pînă transparentă; 8 — masă; 9 — pian; 10 — dulap.

jumătatea încăperii și orientate astfel încît axele lor de simetrie să se intersecteze la o distanță de 2,8 m — 3 m față de baza de redare.

Restul echipamentului îl constituie un picup cu ac eliptic din diamant, un preamplificator prevăzut cu intrări de microfon, de magnetofon și de picup (de tipul celui prezentat în capitolul 3), un radioreceptor stereofonic și un amplifi-

cator de putere 2×40 W. Preamplificatorul are posibilități de corecție a caracteristicii de frecvență (± 14 dB la 10 kHz și ± 17 dB la 30 Hz), un răspuns cu frecvență cvasiliniară între 20 Hz și 20 kHz, posibilități de control auditiv prin intermediul unor căști telefonice, priză pentru înregistrarea pe bandă de magnetofon a programelor sonore și în fine, o altă priză pentru introducerea unui difuzor suplimentar de control.

Pereții încăperii sint căptușiți cu lambriuri din lemn pînă la înălțimea de 0,6—0,7 m, în rest fiind acoperiți cu tapet. Pe pardoseală este așezată mocheta, iar plafonul este realizat cu ornamente din ipsos. În spatele ferestrelor atîrnă draperii de pluș.

O altă încăpere, este cea indicată în figura 4.3, ea prezentînd o particularitate interesantă: peretele cu lungimea

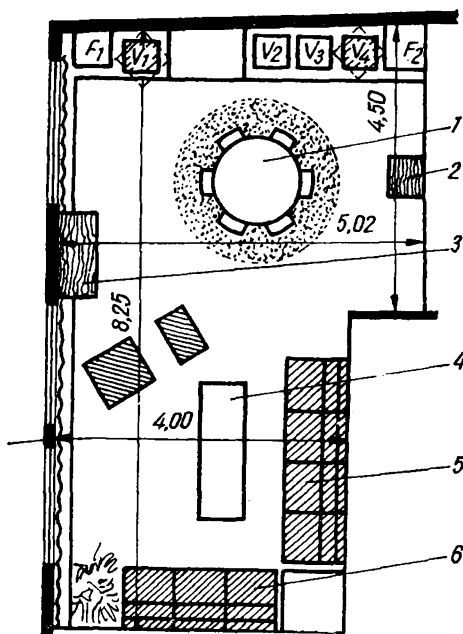


Fig. 4.3. Încăpere de locuit, amenajată ca spațiu de audiere stereofonică:

F_1, F_2 — dulapuri fixe; V_1, V_2, V_3, V_4 — dulapuri pivotante (cele hașurate conțin casetele cu difuzoare);
1 — masă; 2, 3 — dulapuri; 4 — masă joasă; 5, 6 — canapele.

de 5,02 m este alcătuit din dulapuri, avînd fiecare înălțimea de aproximativ 2 m și lățimea de 0,6 m. Unele din aceste dulapuri și anume acelea care cuprind receptorul de televiziune, echipamentul electroacustic, rafturile cu cărți, sînt fixe: celelalte dulapuri în care sînt amplasate difuzoarele, sînt pivotante. Un astfel de sistem oferă posibilitatea de a modifica după dorință poziția și orientarea casetelor cu difuzoare și de a alege, după împrejurări, suprafața de audiție cea mai convenabilă. Casetele utilizate conțin fiecare cîte două difuzoare cu rețelele separatoare corespunzătoare (frecvența de separare: 2 kHz). Puterea electrică admisibilă a difuzoarelor dintr-o casetă este 40 W, iar impedanța nominală a unui ansamblu este de 4 Ω . Caracteristica de frecvență prezintă abateri față de frecvența de referință de ± 6 dB într-un domeniu cuprins între 35 Hz și 20 kHz. Dimensiunile unei casete sînt de 60 cm $\times$ 24 cm $\times$ 27,5 cm.

Echipamentul electroacustic mai cuprinde un preamplificator identic cu cel prezentat în primul caz, un amplificator de putere 2 $\times$ 40 W, un picup, un magnetofon și un radioreceptor, toate stereofonice.

Încăperea, cu o suprafață totală de 38 m are pardoseala acoperită cu mochetă groasă de lînă, iar o mare parte din suprafața pereților se află în spatele unor draperii din stofă moale de lînă.

Camera de audiție este situată la etajul șapte al unui bloc de locuințe, astfel încît nivelul de zgomot produs de circulația de pe stradă este, într-o oarecare măsură, atenuat.

Cea de a treia încăpere ce va fi descrisă are dimensiuni mai mici decît cele anterioare (4 m $\times$ 3,75 m). Din această cauză s-a adoptat soluția, cea mai potrivită, de a alege ca axă de simetrie a ansamblului de difuzoare, una din diagonalele camerei (fig. 4.4).

Casetele cu difuzoare sînt de tipul „închis“, fiecare cuprînd două difuzoare: unul pentru reproducerea frecvențelor joase și medii, iar celălalt pentru frecvențe înalte. Puterea electrică admisibilă a unui ansamblu de difuzoare este de 15 W, iar impedanța nominală are valoarea de 8 Ω . Răspunsul cu frecvența este de ± 6 dB într-un domeniu cuprins între 40 Hz și 20 kHz. Dimensiunile unei casete sînt de 30,5 m $\times$ 49,5 cm $\times$ 22,9 cm.

Echipamentul stereofonic este alcătuit, în afară de cele două casete amintite și dintr-un picup (cu doză de tip electromagnetic și ac din diamant), un radioreceptor stereofonic, un preamplificator, asemănător cu cel descris la prima încăpere, un amplificator de putere $2 \times 15 \text{ W}$ și un magnetofon stereofonic.

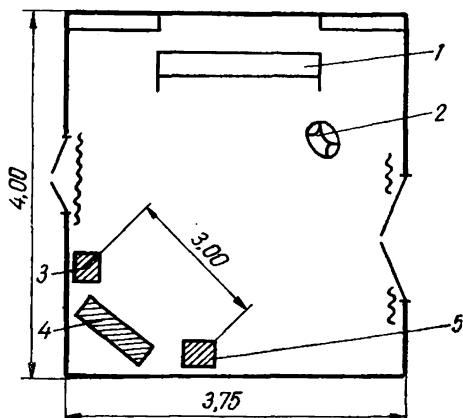


Fig. 4.4. Încăpere de locuit, amenajată ca spațiu de audiere stereofonică:

1 - canapea; 2 - fotoliu; 3, 5 - casete cu difuzoare; 4 - mobilă conținând echipamentul electroacustic

Amplasarea casetelor cu difuzoare. Verificări ale instalației. Cunoscută fiind importanța amplasamentului casetelor cu difuzoare în camera de audiere cit și a preciziei cu care s-a realizat și reglat instalația stereofonică, în ceea ce urmează se vor face precizări și recomandări practice pentru toți acești factori.

În ceea ce privește amplasamentul casetelor de difuzoare, acesta este determinat pe de o parte de necesitatea obținerii efectelor stereofonice pe o suprafață cit mai întinsă, iar pe de altă parte de dorința firească a fiecărui posesor de echipament stereofonic, de a integra într-un mod cit mai armonios piesele tehnice în cadrul mobilierului din încăpere.

Variantele de amplasament și numărul casetelor diferă de la o instalație la alta, fiecare posesor de echipament stereofonic dorind să realizeze efectele stereofonice cele mai interesante (fig. 4.5).

Numeroasele încercări întreprinse pînă acum au arătat că singurul dispozitiv care oferă certitudinea obținerii unor bune efecte stereofonice este cel constituit din două casete cu difuzoare, amplasate ca în figura 4.5, *a* și care pot reproduce ansamblul frecvențelor audibile. Casetele sînt dispuse simetric în raport cu mediatoarea bazei de redare și sînt astfel orientate încît axele de simetrie ale difuzoarelor să se intersecteze în zona ocupată de ascultători. Găsirea valorii optime a unghiului care determină orientarea casetelor, prezintă o importanță deosebită, deoarece în funcție de această valoare suprafața de audiție poate fi mai mult sau mai puțin micșorată. Rezultatele unor experiențe întreprinse în acest scop, cu difuzoare avînd diametrul de 33 cm, sînt prezentate în figura 4.6. Din diagramele trasate, se observă cu suprafețele maxime de audiție stereofonică se obțin pentru unghiuri avînd valori de 20° și 40° (față de axa de simetrie), distanțele între difuzoare fiind cele întîlnite frecvent într-o încăpere dintr-un apartament: 3,1 m și 4,57 m.

Un număr mare de constructori de echipamente stereofonice pentru amatori preconizează însă o soluție ca cea din figura 3.7, *b*. În acest caz, casetele cu difuzoare sînt înglobate într-o mobilă unică, plasată în axa de simetrie a încăperii. Mobila este prevăzută cu panouri reflectante de sunet, variabile ca poziție, ce au menirea de a dirija sunetul spre ascultători. Panourile rabatabile determină cu planul în care se află difuzoarele unghiuri cuprinse între 35° — 45° , valoare recomandabilă fiind de 38° . O astfel de soluție este mult căutată pentru audițiile stereofonice la domiciliu deoarece mobilierul tehnic se poate integra armonios în restul mobilei din încăpere.

Alt amplasament, este cel prezentat în figura 4.5, *c*. El comportă pe lîngă mobila amintită în cazul precedent, alte două difuzoare destinate să reproducă sunetele de frecvență înaltă.

În fine, mai poate fi luată în considerare și soluția indicată în figura 4.5, *d*, în care frecvențele medii și înalte ale fiecărui canal stereofonic sînt reproduse prin intermediul

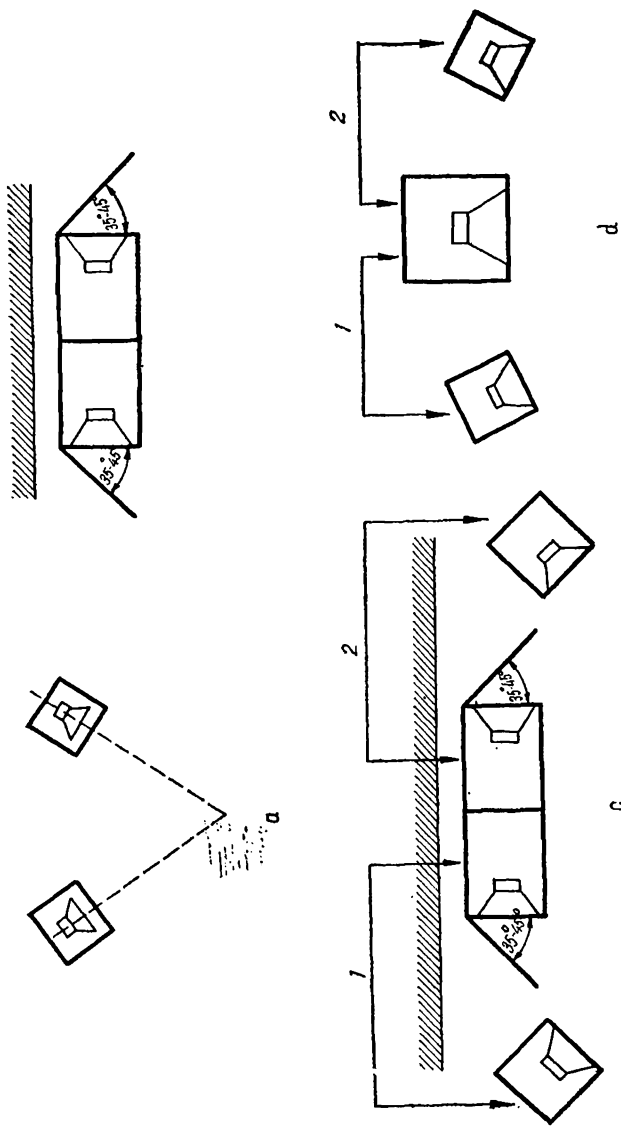


Fig 4.5. Casete cu difuzoare utilizate în tehnica reproducerilor stereofonice.

difuzoarelor plasate în stînga și, respectiv, în dreapta ascultătorului, iar frecvențele joase, printr-un difuzor unic, plasat în axul de simetrie al sistemului. Este important să se menționeze că, în acest ultim caz, filtrele separatoare cu care este prevăzut fiecare difuzor, trebuie să fie de foarte bună calitate, ceea ce implică uneori, costuri ce pot depăși pe cele ale unei casete.

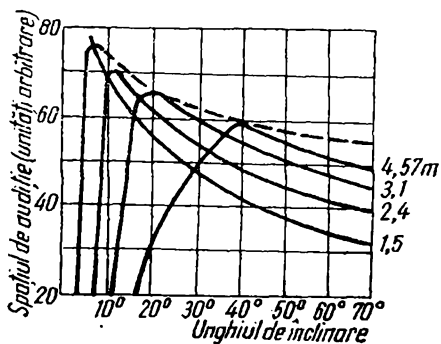


Fig. 4.6. Influența orientării în plan orizontal al casetelor cu difuzoare, asupra mărimii zonei de audiție stereofonică.

Conectarea difuzoarelor la restul instalației se va face numai după o prealabilă verificare a echipamentului. În instalațiile profesionale, de tipul celor utilizate pentru sonorizarea sălilor mari de spectacole, în radiodifuziune, în televiziune, la casele de înregistrat discuri, probele și măsurările prezintă o anumită complexitate dat fiind faptul că ele se referă la totalitatea parametrilor care definesc calitatea tehnică a instalației. Dintre cele mai importante sînt cele prin care se determină răspunsul cu frecvența, factorul de distorsiuni neliniare, nivelul raportului semnal util/zgomot perturbator, atenuarea de diafonie între canale, diferența introdusă de instalație între fazele semnalelor transmise etc.). Alte aparate au rolul de supraveghere a funcționării instalației și de apreciere instantanee a poziției exacte a sursei sonore aparante, a mărimii bazei precum și de urmărire în timp a evoluției imaginii sonore. Un astfel de aparat, care permite vizualizarea pe ecranul unui osciloscop a tutu-

ror acestor mărimi, este cel denumit în mod curent „goniometru“. Pot fi amintite și alte dispozitive cum sînt „monitoare stereofonice“ care avertizează optic și acustic întreruperi de program mai îndelungat (avarii) pe unul din canalele stereofonice, inversările de fază, întreruperea totală a programului.

Este evident că astfel de probe și verificări nu pot fi efectuate într-o instalație de amatori. Se pot realiza însă unele verificări simple privitoare la corespondența canalelor electroacustice, la inversările de fază rezultate dintr-un cablaj necorespunzător al instalației.

Correspondența căilor se verifică prin cercetarea tuturor punctelor de joncțiune ale subansamblurilor, urmărindu-se ca pe tot traiectul lanțului electroacustic, începînd de la sursele de program (magnetofon, disclector, radioreceptor) și terminînd cu difuzorul, să nu fie inversate între ele, căile de transmisie. O atenție deosebită se va acorda panourilor de comutare, unde numărul relativ mare de circuite poate determina apariția unor astfel de neajunsuri.

Cea de a doua verificare se referă la obținerea coincidenței de fază, ale unor semnale identice, măsurate la ieșirea canalelor stereofonice. Se știe că mai multe corpuri sonore care vibrează, radiază unde acustice care sînt destinate să ajungă la urechile ascultătorului. În cazul de față fiind vorba despre difuzoare, trebuie precizat că acestea se consideră conectate „în fază“ dacă, aplicîndu-li-se simultan un același semnal electric, diafragmele lor se deplasează într-un același sens. Inversîndu-se într-un punct al lanțului electroacustic conductoarele electrice, între ele, apar *inversările de fază* cu consecințe neplăcute pentru ascultători. Pentru așa numita situație a conexiunilor denumită *în fază*, se obține o imagine sonoră bine centrată; în celălalt caz al opoziției de fază, scena sonoră apare depărtată între difuzoare, cu rupturi ale imaginii sonore.

Celelalte verificări ale echipamentului cum ar fi reglajul nivelelor, localizarea centrului, în lipsa unor semnale test și a unor aparate de măsură adecvate se vor face numai pe baza unor aprecieri subiective.

BIBLIOGRAFIE

1. Bărbat, B. *Transformatoare de joasă frecvență*. București, Editura tehnică, 1967.
2. Besson, R. *Vse o stereofonii*. Moscova, Gosudarstvennoe electričeskoe izdatelstvo, 1963.
3. Briggs, G.A. *Le haut-parleur*. Paris Ed. Dunod.
4. Diefenbach, W. *Praxis der Rundfunk Stereophonie*. Berlin, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik. GMBH, 1965.
5. Franssen, N.V. *Stéréophonie*. Bibliothèque technique Philips, Eindhoven. Pays-Bas, 1964.
6. Luca C., Milcea, P. *Stereofonia și aplicațiile ei*. București, Editura tehnică, 1963.
7. Luca, C., Zănescu, L. *Sonorizare*. București, Editura tehnică, 1970.
8. Meyer, E., Neuman, G. *Physikalische und Technische Akustik*. Friedr. Vieweg. & Sohn, Braunschweig, 1967.
9. Necșulea, A. *Electroacustica în sonorizare*. București, Editura tehnică, 1963.
0. Romain, Ph. *Technique des amplificateurs basse fréquence de qualité*. Paris, Editions Chiron, 1962.
1. Reichardt, W. *Grundlagen der technischen Akustik*. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1968.
2. Webers, J. *Tonstudientechnik*. München, Franzis Verlag, 1968.
3. Darteville, Ch. *La „Chaine“ stereophonique transistorisée SPES*. În: *Toute l'Electronique* nr. 276, 1963, pag. 216—221.
4. Diakov, D., Paskalev, J., Racev, D. *Hi-Fi stereosilvatel 2×15 W.* „Studio“, In: *Radio i televizia*, nr. 8, 1969, pag. 236—240.
5. Dragotinov, D. *Streosilvatel 2×10 W.* In: *Radio i televizia*, nr. 6, 1967, pag. 170—174.
6. Presură, I. *Amplificator de putere cu tranzistoare*. In: *Buletinul tehnic al Radioteleviziunii* nr. 3, 1964, pag. 58—61.

17. Presură, I. *Un amplificator de putere de 25 W echipat cu tranzistoare.* In: Buletinul tehnic al Radioteleviziunii nr. 1, 1968, pag. 25—30.
18. d'Artois, J. *Le „RD 520”, préamplificateur-amplificateur stéréophonique transistorisé de Ribet-Desjardins,* In: *Toute l'Électronique*, nr. 304, 1966, pag. 162—167.
19. * * * *Les diodes zener,* In: *Le Haut-Parleur*, 19 Dec. 1968, pag. 143—145.
20. Bauer, B. B., Sioles, G. W. *Stereophonie Projection Console,* IRE In: *Transaction on Audio*, nr. 1, 1960, Ian-Feb, pag. 13—16.
21. Hardt, W. *Echte Vierkanal, Hi-Fi Stereophonie mit Schallplatten,* In: *Funkschau*, nr. 22, Nov 1970, pag. 790—791.
22. * * * *Quadrofonie im Kopfhörer.* In: *Funkschau*, Nr. 18, 1970 pag. 606.
23. * * * *A. propos de compatibilité phonographique,* In: *Revue du son* Nr. 203, Martie 1970, pag. 181—185.
24. * * * *Stereophonie à 4 canaux.* In: *Revue du son*, Nr. 208—209, Aug Sept 1970, pag. 422—423.
25. * * * *Installation exemplaire.* In: *Revue du son*, Nr. 177, Ian 1968, pag. 28—30.
26. * * * *Installations exemplaires en haute fidélité.* In: *Revue de son*, Nr. 166, Feb 1967, pag. 76—77.
27. * * * *Installations exemplaires en haute fidélité.* In: *Revue du son*, nr. 179, martie 1968, pag. 116—119.
28. * * * *W S W Prospekt. Compactmodul Eingangskassette, Stereo.* In: *Kenn* Nr. 811.511.
29. Milcea, P. *Calculul și construcția unui regulator stereofonic.* În: Buletinul tehnic al Radioteleviziunii nr. 1, 1965, pag. 16—24.
30. * * * *Des modules transistorisés.* In: *Revue du son*, nr. 160—161, 1966, pag. 340—341.
31. * * * *L'„Elysée 20”, amplificateur-preamplificateur stéréophonique Hi-Fi de 2 × 20 W.* In: *Haut-Parleur*, nr. 1168, 1968, pag. 49—53.
32. * * * *Amplificateur stéréophonique „France 250” de 2 × 50 W.* In: *Haut-Parleur*, nr. 1225, 1969, pag. 104—108.
33. Loyez, P. *Preamplificateurs et amplificateurs pour audio frequences.* În: *Revue de Son*, nr. 211, Nov. 1970, pag. 540—547.
34. Loyez, P. *L'amplificateur 30. W ACEUR* In: *Revue du son* nr. 169, 1962, pag. 196—198.
35. * * * *D'une utilisation optimale des composants.* In: *Revue du son*, nr. 163, 1966, pag. 450—452.
36. * * * *Les performances de l'amplificateur H 300.* In: *Revue du son*, nr. 164, 1966, pag. 524—525.
37. Șervan, E. *Picupuri și discuri mono și stereofonice.* București, Editura tehnică, 1968.
38. Apostol, P. și Ionescu, E. *Difuzoare.* București, Editura tehnică, 1964.

CUPRINS

Cap. 1. Principiile de bază ale stereofoniei	3
1.1. Auzul binaural și perceperea direcției surselor sonore....	5
1.2. Cum se produce efectul stereofonic?.....	10
1.3. Reproduseri stereofonice cu instalații electroacustice cu două canale	17
1.4. Captarea sunetului în stereofonia cu instalații electroacustice cu două canale	28
1.5. Transmisii stereofonice cu instalații cu mai multe canale	40
1.6. Stereofonia cu patru canale (cvadrofonia).....	42
1.7. Noțiunea de compatibilitate în stereofonie	45
1.8. Pseudostereofonia	49
Cap. 2. Instalații stereofonice	51
2.1. Generalități	51
2.2. Surse de program	52
2.3. Amplificatoare stereofonice	55
2.4. Difuzoare	58
Cap. 3. Amplificatoare stereofonice	62
3.1. Amplificator stereofonic de $2 \times 10 - 15$ W	62
3.2. Amplificator stereofonic de 2×20 W	99
3.3. Amplificator stereofonic de 2×50 W.....	107
3.4. Amplificator stereofonic de 2×30 W cu tuburi.....	112
3.5. Dispozitive speciale utilizate în amplificatoarele stereofonice	124
3.6. Reguli pentru utilizarea amplificatoarelor	127
Cap. 4. Recomandări referitoare la practica stereofoniei	132
Bibliografie.....	145

Bun de tipar : 03.09.1971 Coli de tipar : 9,25
C.Z. 681.84.087.7



Tiparul executat sub comanda
nr. 1554 la
Intreprinderea Poligrafică
„13 Decembrie 1918”
Str. Grigore Alexandrescu nr. 89-97
București
Republica Socialistă România

Erată

Pagina	Rîndul	În loc de:	Se va citi:	Din vina:
5	14	repetă	repera	Tipografiei
5	10 de jos	a sursei	a poziției sursei	"
17	3 de jos	Uneori	Unei	"
24	15	pe o suprafață mult mai mare	pe o arie mult mai mare (zona hașurată),	"
32	2	figura 1.22 b	figura 1.22	"
40	2 de jos	Majoritatea	Majorarea	"
43	5 de jos	metode	tipuri	"
44	8 de jos	pe modulare	de modulare	"
55	1	mărimea	mărirea	"
55	4 de jos	nivel de ieșire	nivel și un etaj de ieșire	"
56	5	bazele	dozele	"
56	8 de jos	chiar unor	chiar în cazul unor	"
61	5	caselor	casetelor	"
87	4	transformare	transformatoare	"
89	9 de jos	Tranzistorul	Termistorul	"
109	8 de jos	amplificat	amplificare	"
112	13	50	50 W	"
144	7	verificări	măsurări	"

Editura tehnică



Colecția radio și televiziune Colecția radio și televiziune Colecția rad

Vor apărea :

AMPLIFICATOARE DE JOASĂ FRECVENȚĂ

de C. Popoiu

APARATE DE MĂSURAT PENTRU RADIO-AMATORI

de C. Măciucă

CULEGERE DE PROBLEME PENTRU RADIO-AMATORI (traducere din I. rusă)

de S. N. Sokoļov

În pregătire:

LABORATORUL RADIOAMATORULUI

de C. Costachè

308/1995

80
109

Lei 5