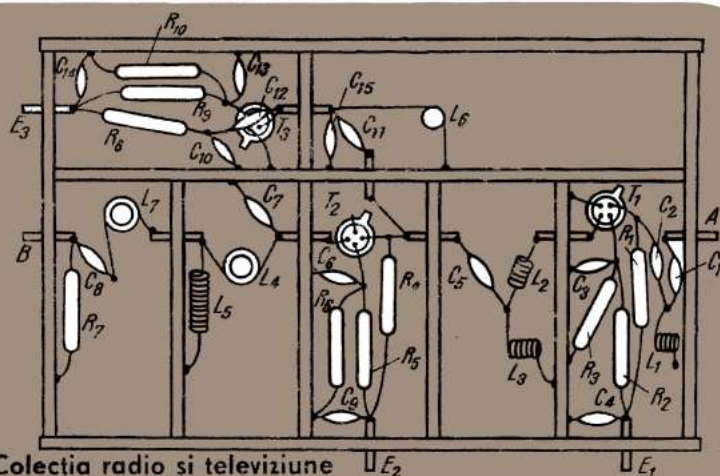




140



Colecția radio și televiziune

E₂

E₁

140

Editura tehnică

M. Băsoiu

C. Costache

20 scheme electronice pentru amatori

ing. M. Băsoiu
ing. C. Costache

20 scheme electronice
pentru amatori

vol. II

nr. 140

Epure
D
Jouel



Editura tehnică
București

Contribuția autorilor:

M. Băsoiu: Cap. 2, Cap. 3, Cap. 4, Cap. 5,
Cap. 6, Cap. 7, Cap. 10, Cap. 11, Cap. 12,
Cap. 13.

C. Costache: Cap. 8, Cap. 9, Cap. 15, Cap.
16, Cap. 17, Cap. 18, Cap. 20, Cap. 21.

Comune: Cap. 1, Cap. 14, Cap. 19.

Recenzent: ing. ILIE MIHĂESCU

Redactor: ing. SMARANDA DIMITRIU

Tehnoredactor: MARIA TRĂSNEA

Coperta: SIMONA NICULESCU

*Bun de tipar: 24.XII.1979. Coli de tipar: 8,25.
Planșe 1. C.Z.: 621.38(684)2.*

Tiparul executat sub comanda nr. 349,
la Întreprinderea Poligrafică „Crișana”,
Oradea, str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România



<i>Capitolul 13. Convertor de UUS din norma OIRT în norma CCIR</i>	5
<i>Capitolul 14. Amplificator de ULMS.</i>	17
<i>Capitolul 15. Milivoltmetru electronic de joasă frecvență</i>	24
<i>Capitolul 16. Osciloscop</i>	42
<i>Capitolul 17. Generator de audiofrecvență</i>	75
<i>Capitolul 18. Voltmetru electronic de curent continuu și de înaltă frecvență</i>	94
<i>Capitolul 19. Termometru electronic</i>	102
<i>Capitolul 20. Cuplor optoelectronic pentru audio frecvență</i>	110
<i>Capitolul 21. Orgă de lumini</i>	119

Convertor de UUS din norma OIRT în norma CCIR

Convertorul de UUS din norma OIRT în norma CCIR este necesar pentru conversia semnalelor radio din gama de UUS conform normei OIRT în gama de UUS conform normei CCIR.

După cum se știe, pentru gama de UUS sînt afectate benzi diferite de frecvențe pe cele două norme. Astfel, pentru norma OIRT gama de frecvențe este cuprinsă între 65 și 73 MHz, iar pentru norma CCIR gama de frecvențe este cuprinsă între 87,5 și 104,7 MHz (extinsă actualmente pînă la 108 MHz.).

Din acest motiv, cu un radioreceptor realizat pe norma CCIR (vesteuropeană) nu se pot recepționa posturile de pe norma OIRT (est europeană), valabilă în țara noastră.

Se remarcă ușor faptul că un posesor de radioreceptor pe norma CCIR nu va recepționa în România decât sunetul de la canalele 4 sau 5 TV (91,75 MHz sau 99,75 MHz), dacă aceste canale sînt emise în zona respectivă.

Pentru a recepționa totuși gama de UUS-OIRT cu un receptor realizat pe norma CCIR se apelează în general la soluția transformării blocului de UUS de pe norma CCIR pe norma OIRT.

Această soluție are însă câteva neajunsuri care devin mai evidente în cazul radioreceptoarelor stereofonice realizate cu cele mai moderne soluții tehnice (tranzistoare FET, acord cu diode varicap etc.).

Aceste neajunsuri rezultă fie din faptul că transformarea nu este executată corect (specialistul nu cunoaște

perfect schema și elementele noi de circuit sau nu dispune de o aparatură tehnică adecvată), fie din faptul că montajul realizat strict pentru norma CCIR nu are rezerve pentru o funcționare la aceiași parametri pe norma OIRT. În acest caz, consecințele transformării pot fi următoarele:

- se înrăutățesc o serie de parametri electrici (amplificare, factor de zgomot, selectivitate, plaja CAF etc.) ca urmare a intervenției în receptor;

- nu mai este posibilă recepția posturilor de pe norma CCIR;

- apar defectări ale elementelor de circuit realizate prin tehnologii speciale (de exemplu tranzistoare FET-MOS);

- necesită o intervenție calificată care cere timp și o aparatură relativ complexă pentru a nu afecta prea mult parametrii radioreceptorului.

Neajunsurile pot fi eliminate în cea mai mare parte prin folosirea unui convertor de UUS. Convertorul fiind un dispozitiv electronic independent, nu mai este condi-

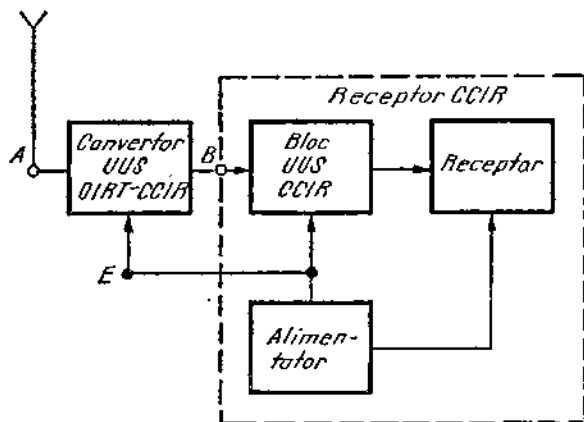


Fig. 13.1. Schema bloc de montare a convertorului.

ționat de schema electrică a radioreceptorului, singurul element de care trebuie să se țină seama este tensiunea de alimentare. Spre deosebire de transformarea radiore-

ceptorului, folosirea convertorului nu afectează practic parametrii electrice, din contră sensibilitatea globală poate fi chiar îmbunătățită.

Schema bloc a unui radioreceptor cu UUS la care s-a montat convertorul OIRT-CCIR este dată în fig. 13.1.

Convertorul se montează la intrarea radioreceptorului, intercalându-se între antenă și intrarea blocului de UUS (bornele *A* și *B* din fig. 13.1). Alimentarea sa se face simultan cu cea a blocului UUS la borna *E* a convertorului.

Pentru revenirea pe norma CCIR se scoate convertorul din montaj, ajungând astfel la schema inițială.

13.2. Schema de principiu

Convertorul poate fi realizat fie pe principiul supradinei (frecvența oscilatorului mai mare decât frecvența semnalului), fie pe principiul infradinei (frecvența oscilatorului mai mică decât frecvența semnalului). Din încercările efectuate pe ambele tipuri de scheme, rezultă că un convertor realizat pe principiul supradinei este superior ca parametrii unuia realizat pe principiul infradinei.

Schema bloc a convertorului supradină este dată în fig. 13.2. Semnalul de UUS captat de antenă este aplicat

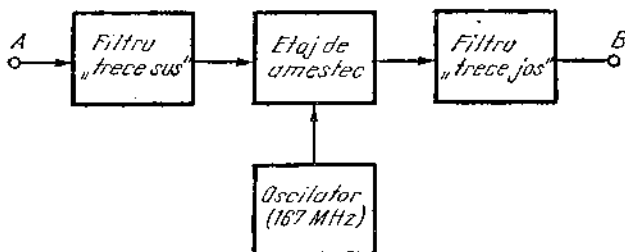


Fig. 13.2. Schema bloc a convertorului.

unui filtru „trece sus” care lasă să treacă practic neatenuate semnalele a căror frecvență este superioară a 65 MHz, deci și semnalele din gama de UUS-OIRT.

Semnalele de UUS se aplică apoi unui etaj de amestec împreună cu semnalul de la oscilatorul local care are frecvența fixă de circa 167 MHz.

Din heterodinarea celor două semnale rezultă un semnal de „frecvență intermediară” corespunzător gamei de UUS-CCIR, cuprinsă între cca. 94 și 102 MHz. Semnalul de 65 MHz va avea corespondentul 102 MHz ($167 - 65 = 102$), iar semnalul de 73 MHz va avea corespondentul 94 MHz ($167 - 73 = 94$ MHz).

De la etajul de amestec, semnalele prin intermediul unui filtru „trece jos” sînt aplicate blocului de UUS al radioreceptorului. Acest filtru are o frecvență de tăiere de cca. 105 MHz, lăsînd să treacă practic neatenuate semnalele a căror frecvență este mai mică de 105 MHz.

Filtrul are ca rol și eliminarea semnalelor de la oscilatorul local și componentele spectrale de frecvențe superioare care amplificate de etajul de amestec pot duce la perturbații ale recepției.

Schema electrică care asigură practic toate funcțiunile enumerate este cea din fig. 13.3.

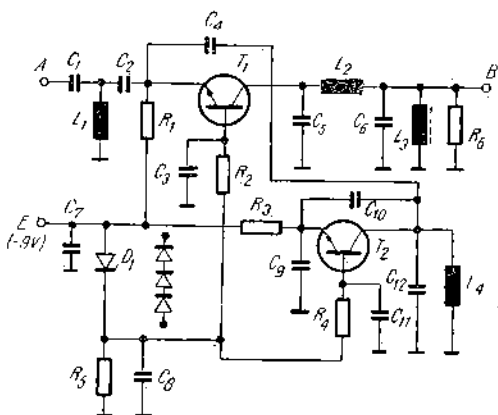


Fig. 13.3. Schema electrică a convertorului.

Filtrul „trece sus” din intrare este un filtru în T format din C_1 , L_1 și C_2 , caracteristica sa de frecvență fiind dată în fig. 13.4, a .

Etajul de amestec este realizat cu tranzistorul T_1 , NPN, în montaj „bază comună“.

Alimentarea tranzistorului se realizează de la o tensiune negativă de -9 V (practic între -7 și -12 V).

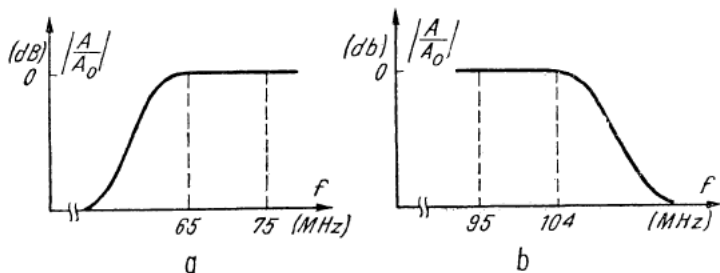


Fig. 13.4. Caracteristicile amplitudine-frecvență ale filtrelor:
a — filtrul de intrare; b — filtrul de ieșire.

Emitorul este polarizat prin R_1 iar baza prin R_2 . Colectorul este pus la masă din punct de vedere continuu prin L_2 și șocul L_3 .

Dioda stabilizatoare D_1 care poate fi realizată și din trei diode cu siliciu în stare de conducție, asigură o tensiune emitor-bază fixă pentru tranzistoarele T_1 și T_2 , ceea ce face ca la eventualele variații ale tensiunii de alimentare regimul de lucru al celor două tranzistoare să nu fie influențat, fenomen foarte important în special pentru tranzistorul oscilator.

Condensatoarele C_3 , C_7 și C_8 sînt condensatoare de decuplare și filtraj.

Semnalul de la etajul de amestec este transmis la borna de ieșire B prin intermediul filtrului „trece jos“ în π format din C_5 , L_2 și C_6 . Caracteristica sa amplitudine-frecvență este dată în fig. 13.4, b.

Șocul L_3 nu influențează funcționarea în gama de UUS, iar R_6 de valoare superioară impedanței de intrare a blocului de UUS (75 ohmi) are ca rol preîntîmpinarea apariției autooscilațiilor la cuplarea convertorului cu blocul de UUS al radioreceptorului. Oscilatorul local de frecvență fixă (cca. 167 MHz) realizat cu tranzistorul T_2 de tip NPN funcționează în montaj „bază comună“ și este de tip Colpitts.

Circuitul oscilant din colector este format din L_4 în paralel cu C_{12} . Emitorul este cuplat la divizorul capacitiv C_9, C_{10} , iar baza este pusă la masă la frecvența de lucru prin C_{11} .

Semnalul de la oscilator se aplică la intrarea etajului de amestec (emitorul T_1) prin C_4 .

Alimentarea în curent continuu a tranzistorului oscilator, T_2 , se realizează asemănător ca în cazul tranzistorului T_1 .

Emitorul se polarizează prin R_3 iar baza prin R_4 , colectorul fiind pus la masă prin L_4 .

Dioda D_1 asigură stabilitatea frecvenței oscilatorului la variațiile tensiunii de alimentare.

Curentul prin dioda D_1 este stabilit de către R_5 .

13.3. Detalii constructive

a. Piesele electrice

Piesele folosite la realizarea schemei din fig. 13.3. sînt următoarele:

- Condensatoarele sînt de tip ceramice disc și au valorile:

— C_1, C_2, C_5	— $33 \text{ pF} \pm 5\%$;
— C_4	— $1,5 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$;
— C_6	— $22 \text{ pF} \pm 10\%$;
— C_3, C_7, C_8, C_{11}	— $1 \text{ nF} \pm 80\% - 200\%$ ($1 \dots 4,7 \text{ nF}$);
— C_9, C_{10}	— $4,7 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$;
— C_{12}	— $5,6 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$.

Condensatoarele C_9, C_{10}, C_{12} se recomandă a fi de tip U pentru a compensa eventualele variații ale frecvenței de oscilație datorite variațiilor de temperatură ale montajului.

- Rezistoarele sînt de tip chimic miniatură de $0,25 \text{ W}$ sau $0,125 \text{ W}$ cu toleranță de 10% . Valorile lor sînt:

— R_1, R_3	— 750 sau 820 ohmi ;
— R_2, R_4	— $2,2 \text{ kohmi}$;
— R_5	— $3,3 \text{ kohmi}$;
— R_6	— 390 ohmi ($150 \dots 470 \text{ ohmi}$).

Bobinele sînt realizate din cupru email (sau termoplast) $\varnothing 0,5$ mm (sau 0,55 mm) pe dorn de $\varnothing 3$ mm, spiră lîngă spiră. Numărul lor de spire este:

— L_1 — 8 spire;

— L_2 — 11 spire;

— L_4 — 6 spire;

— L_3 — șoc realizat cu cel puțin 20 spire bobinate pe miez de ferită de înaltă frecvență cu $\varnothing \geq 1$ mm, conductor de cupru email (termoplast) cu $\varnothing 0,2$ mm sau $\varnothing 0,22$ mm.

Elementele active sînt:

— tranzistorul T_1 tip BF200 sau BF180;

— tranzistorul T_2 tip BF214 sau BF254 (BF255);

— dioda stabilizatoare D_1 de tip DRD3 sau în locul ei trei diode cu siliciu în conducție directă. Se pot folosi orice tip de diode cu siliciu, însă se recomandă BA243, BA244 sau BA170, BA171, BA172. De asemenea se poate folosi în locul unei diode una din joncțiunile unui tranzistor cu siliciu.

b. Piesele mecanice:

• Desenul de circuit imprimat este dat în fig. 13.5. Deoarece desenul este dat la scara 1 : 1 el poate fi folosit direct la realizarea practică a cablajului, conform indi-



Fig. 13.5. Cablajul imprimat.

cațiilor de la paragraful 1.3.a. Materialul folosit la realizarea circuitului imprimat poate fi orice material izolant placat cu cupru, preferabil pertinax placat cu cupru, gros de 1,5 mm.

- Rama metalică și capacele se realizează din tablă cositorită sau alamă, conform indicațiilor de la punctul 1.3.b.

În dreptul celor trei puncte de conectare a cablajului *A*, *B* și *E* din fig. 13.3, marcate pe desen (fig. 13.6), se va practica în ramă câte o gaură unde se vor fixa elementele de trecere, conform indicațiilor de la paragraful 1.3.c.

- Capacele se realizează din același material cu rama. Dimensiunile lor vor fi puțin mai mari decât ale cablajului pentru a permite asamblarea lor prin lipire la ramă, pe tot conturul.

c. Asamblarea montajului

Piesele electrice se assemblează pe cablajul imprimat, conform desenului 13.6, prin lipire.

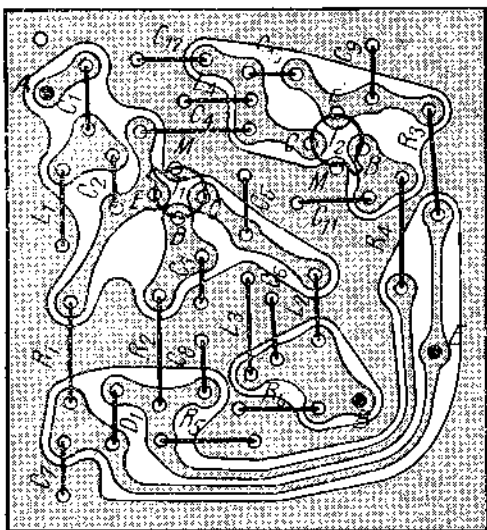


Fig. 13.6. Poziționarea pieselor pe cablajul imprimat.

Se remarcă faptul că primul tranzistor (T_1) fiind BF200, ordinea terminalelor este emitor-bază-colector masă iar al doilea (T_2) fiind de tip BF214, ordinea terminalelor va fi bază-emitor-colector-masă, conform paragraf 1.2.d.

După lipirea pieselor, cablajul imprimat se fixează la rama metalică conform indicațiilor de la paragraful 1.3.b.

După fixarea ramei, se vor realiza legăturile între elementele de trecere și punctele corespunzătoare de pe cablaj (A , B și E). Legăturile se vor realiza prin conductoare metalice, care pot fi chiar terminalele pieselor lipite pe cablaj.

Fixarea capacelor se va face după ce montajul a fost reglat.

13.4. Punerea în funcțiune și reglarea

a. Punerea în funcțiune

După realizarea montajului se va controla încă odată corectitudinea lui, prin confruntarea cu schema din fig. 13.3.

Se alimentează apoi montajul de la o tensiune de cca. 9 V, cu plusul la masă și minusul la borna E . Se controlează tensiunile și consumul montajului. Dacă funcționarea este corectă, trebuie să se găsească următoarele valori:

- consumul montajului: cca. 9 mA;
- tensiunea în bazele T_1 și T_2 : $-7 \dots -7,3$ V;
- tensiunile în emitoarele T_1 și T_2 : $-6,3 \dots -6,9$ V.

Dacă valorile sînt corecte se poate trece la reglarea montajului.

b. Reglarea montajului

Reglarea celor două filtre de intrare, respectiv de ieșire nu este critică, executarea lor conform indicațiilor asigură automat obținerea caracteristicilor din fig. 13.4. Dacă se dorește verificarea corectitudinii caracteristicilor, aceasta se poate realiza cu ajutorul unui vobuloscop vizualizînd pe rînd caracteristicile celor două filtre.

Reglarea propriu-zisă a montajului constă în acordarea oscilatorului local pe frecvența dorită (cca. 167 MHz). Pentru această se va folosi oricare dintre metodele cunoscute de măsurare a frecvenței, sau se va proceda direct, intervenind asupra convertorului montat în radio-receptor.

În acest caz, se caută ca posturile recepționate pe UUS, prin comparație cu un radioreceptor UUS-OIRT să se încadreze în gama 94—102 MHz pe radioreceptorul UUS-CCIR sau, cunoscând frecvența de lucru a unui post (de exemplu 70 MHz) se va căuta ca prin reglarea bobinei L_4 conform indicațiilor de la paragraful 1.4., să fie recepționat pe receptorul CCIR în dreptul indicației de 97 MHz.

Reglarea nu este critică, considerându-se bună orice situație în care se recepționează toate emisiunile de UUS-OIRT cu receptorul pentru CCIR.

După reglare se verifică dacă fixarea capacelor nu influențează acordul, apoi se fixează capacele.

13.5. Parametrii obținuți

Cu un convertor realizat conform indicațiilor de mai sus se pot obține următorii parametri:

- Consumul: cca. 9 mA;
- semnalele recepționate: gama de UUS 65 73 MHz transpusă în gama 94—102 MHz;
- amplificarea globală a semnalului translatat 0... 6 dB (de 1... 2 ori);
- factorul de zgomot: ≤ 6 dB.

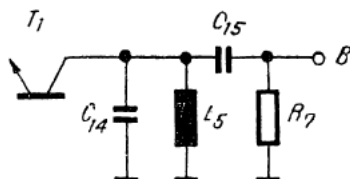
Relativ la parametrii electrici trebuie făcută mențiunea că nu este recomandabil să se obțină o amplificare mare a convertorului, deoarece majoritatea receptoarelor radio nefiind prevăzute cu sistem de RAA în blocul de UUS, un semnal prea mare la borna de intrare a receptorului poate să dăuneze asupra calității recepției.

13.6. Variante constructive și recomandări de utilizare

a. Variante constructive

• Convertor cu tranzistoare PNP. Se pot folosi și alte tranzistoare decât cele indicate și anume tranzistoare PNP de tip AF109R, AF139, AF106 etc. La montare se va avea în vedere ordinea terminalelor și schimbarea

Fig. 13.7. Schema electrică a variantei circuitului de sarcină.



polarității sursei și a diodei stabilizatoare D_1 . Parametrii obținuți cu acest montaj sînt absolut comparabili cu cei ai montajului cu tranzistoare NPN.

• Convertor cu circuit de sarcină de tip derivație.

În cazul în care se urmărește o amplificare mai mare, în locul filtrului II din ieșire montat în sarcina lui T_1 se poate folosi un circuit acordat, ca în fig. 13.7.

Valorile pieselor sînt:

- C_{14} — $6,8 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$ condensator ceramic disc;
- C_{15} — $8,2 \text{ pF} \pm 1 \text{ pF}$ condensator ceramic disc;
- L_5 — bobină pe aer, realizată spiră lîngă spiră pe dorn $\varnothing 3 \text{ mm}$ din cupru email (termoplast) $\varnothing 0,5 \text{ mm}$ — 12 spire.
- R_7 — $100 \dots 470 \text{ ohmi} \pm 20\%$; $0,25 \text{ W}$.

b. R comand ri de utilizare

A a după cum s-a mai arătat, convertorul poate fi folosit cu orice tip de radioreceptor fără a-i afecta cu ceva schema. Datorită gabaritului redus, el poate fi montat chiar în interiorul radioreceptorului.

 n cazul în care dimensiunile receptorului nu permit montarea lui interioară, convertorul se va monta în exterior însă se va conecta tot în modul indicat în fig. 13.1.

Este foarte important de reținut că rezultate bune se obțin numai în cazul în care blocul de UUS al radio-receptorului este realizat ecranat. În cazul în care blocul de UUS este realizat pe aceeași placă cu tot receptorul, datorită neecranării, în prezența mai multor semnale de UUS și TV pot apărea o mulțime de componente spectrale care vor duce la încărcarea nedorită a gamei de UUS cu semnale „false” și implicit la o calitate necorespunzătoare a recepției.

14.1. Generalități

Sînt multe situații practice în care recepția undelor lungi, medii și scurte (ULMS) cu un radioreceptor obișnuit nu este corespunzătoare. Fenomenul acesta apare în general în două cazuri: recepția în clădiri sau încăperi ecranate și recepția în autoturism.

În primul caz, utilizarea amplificatorului este necesară pentru a ridica nivelul semnalului pînă la valoarea necesară unei bune recepții.

În cazul al doilea, al receptorului auto, cablul coaxial de legătură între antenă și receptor prezintă o capacitate de circa 0,5 pF/cm. Cînd cablul este mai lung de 1,5 metri, capacitatea sa face ca reglajul circuitului de intrare să devină imposibil.

Fenomenul poate fi înțeles din fig. 14.1.

Antena este echivalentă cu un generator E_a , o rezistență R_a , și o capacitate de cca. 10 pF. În cazul unui radioreceptor staționar C_{in} micșorează nivelul semnalului, iar în cazul unui radioreceptor auto, o valoare de peste 75 pF a condensatorului C_{in} nu mai poate fi compensată. Prin utilizarea amplificatorului, această deficiență este înlăturată.

Condițiile tehnice pe care trebuie să le asigure un astfel de amplificator sînt:

— amplificarea de ordinul zecilor (o amplificare foar-

te mare nu este dorită pentru a nu „încărca“ etajele de intrare ale radioreceptorului);

- zgomot redus;
- atenuarea posturilor TV;

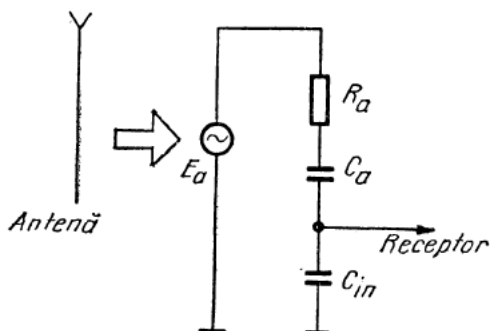


Fig. 14.1. Schema echivalentă a antenei.

— caracteristica amplitudine frecvență scăzătoare la frecvențele mari, pentru a compensa caracteristica antenei.

14.2. Schema de principiu

Schema de principiu a amplificatorului care asigură cerințele de la punctul 14.1 este dată în fig. 14.2.

Semnalul de la antenă se aplică la borna de intrare, A, a montajului.

Circuitul format din impedanța antenei, L_1 , C_1 și impedanța de intrare a tranzistorului T_1 constituie un filtru „trece jos“ care lasă să treacă practic numai semnalele a căror frecvență este mai mică de 30 MHz. Condensatorul C_2 cuplează circuitul de intrare la baza tranzistorului T_1 .

Tranzistorul T_1 lucrează ca receptor pe emitor, asigurând o impedanță mare de intrare amplificatorului.

Rezistoarele R_1 și R_2 constituie divizorul de alimentare a bazei. Condensatoarele C_4 , C_3 și rezistorul R_3 au rolul de a filtra tensiunea de alimentare a etajului.

Tranzistorul lucrează cu un curent de colector mic, de ordinul a 0,2 mA, pentru a asigura un zgomot redus. De asemenea, tranzistorul trebuie să aibă zgomot mic.

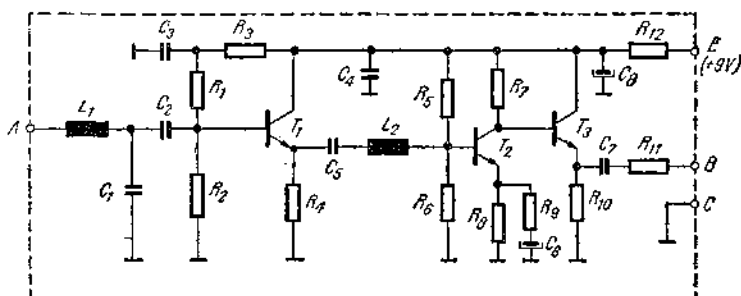


Fig. 14.2. Schema electrică a amplificatorului de ULMS.

Rezistorul R_4 constituie sarcina repetorului. De pe R_4 semnalul se aplică prin circuitul de cuplaj C_5 , L_2 pe baza tranzistorului amplificator T_2 , care funcționează în montaj emitor comun.

Rezistoarele R_5 , R_6 constituie divizorul de polarizare al bazei. Prin R_7 se polarizează colectorul și în același timp, R_7 constituie rezistența de sarcină a tranzistorului T_2 . Grupul R_8 , R_9 și C_6 constituie circuitul de emitor.

Datorită rezistorului R_9 , serie cu C_6 , decuplarea emitorului nu este totală, dînd astfel naștere unei reacții negative a cărei mărime este funcție de valoarea rezistorului R_9 .

Semnalul se aplică în continuare, pe baza tranzistorului repetor pe emitor, T_3 .

Circuitul R_{12} , C_8 asigură filtrajul tensiunii de alimentare. Rezistorul R_{10} constituie sarcina etajului.

Prin grupul R_{11} , C_7 semnalul de la emitorul tranzistorului T_3 se aplică la borna de ieșire, B, a amplificatorului.

Alimentarea se face la borna E cu o tensiune de +9 V.

Deoarece amplificatorul se montează lângă antena de recepție, la o anumită distanță de radioreceptor, pentru legături și alimentare se folosește montajul din fig. 14.3.

Legătura între borna de ieșire, B , a amplificatorului și borna de intrare, D , a radioreceptorului se face prin cablul coaxial de 75 ohmi, K_1 .

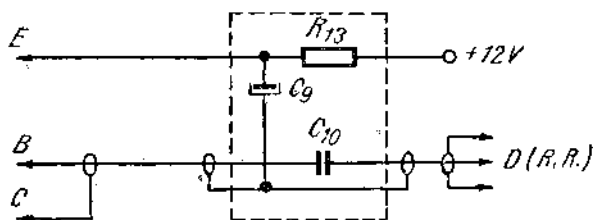


Fig. 14.3. Schema electrică a dispozitivului de cuplare a amplificatorului la radioreceptor.

Pe traseu se intercalează un condensator C_{10} a cărei valoare este funcție de tipul radioreceptorului.

Alimentarea se poate face direct, de la o sursă de 9 V sau prin celula de filtraj C_9 , R_{13} , de la 12 V, în cazul radioreceptorului auto.

14.3. Detalii constructive

a. Piesele electrice folosite în montaj sînt următoarele:

— Rezistoare chimice miniatură de 0,125 W sau 0,250 W, 10%:

R_1 — 330 kohmi;	R_8 — 470 ohmi;
R_2 — 470 kohmi;	R_9 — 100 .. 470 ohmi (valoarea se stabilește prin încercări);
R_3 — 22 kohmi;	R_{10} — 1,5 kohmi;
R_4 — 15 kohmi;	R_{11} — 27 ohmi;
R_5 — 47 kohmi;	R_{12} — 100 ohmi;
R_6 — 10 kohmi;	R_{13} — 220 ohmi.
R_7 — 2,2 kohmi;	

— Condensatoare ceramice:

C_1 — 0 ... 22 pF (valoarea se alege prin încercări);

C_2, C_7 — 220 pF $\pm 10\%$;

C_3 — 10 nF $-20\% + 80\%$;

C_4 — 50 nF $-20\% + 80\%$;

C_5 — 1 nF $-20\% + 80\%$;

C_{10} — 10 pF pentru receptoarele portabile;

— 100 pF pentru receptoarele staționare și auto.

— Condensatoare electrolitice:

C_6 — 2 μ F/12 V;

C_8 — 10 μ F/12 V;

C_9 — 47 μ F/15 V.

— Bobine pe aer:

L_1, L_2 — 25 spire cupru termoplast (email) \varnothing 0,5 realizate pe dorn \varnothing 3 mm, spiră lângă spiră.

— Tranzistoare:

T_1 — BC109C; T_2, T_3 — BC109, B, C.

b. Piesele mecanice

Piesele mecanice sînt constituite din cablajul imprimat pe care se realizează montajul din schema din fig. 14.2. și cutiile din material plastic sau metal pentru montajele din figurile 14.2. și 14.3.

Realizarea lor nu este restrictivă, alegerea soluției rămînînd la latitudinea amatorului, avînd în vedere faptul că dispozitivul nefiind cu circuite acordate, nu apare pericolul intrării în oscilație.

c. Asamblarea

Asamblarea montajului se realizează pe cablaj imprimat, după care se verifică funcționarea corectă în curent continuu. Se ține seama că curentul de colector al primului tranzistor, T_1 , este de circa 0,2 mA, iar curentul de colector al tranzistoarelor T_2 și T_3 este în jur de 2 mA.

14.4. Reglarea și performanțele

a. Reglarea montajului

Reglarea amplificării montajului se realizează cu ajutorul rezistorului R_9 . Pentru valori ale lui R_9 cuprinse între 100 ohmi și 470 ohmi, amplificarea variază între 20 dB și 10 dB.

În funcție de necesitățile practice, se va alege prin încercări pentru R_9 valoarea optimă.

O altă posibilitate de reglare a amplificatorului este condensatorul C_1 care poate avea valori cuprinse între 0 pF (lipsă) și 22 pF. Prin creșterea valorii condensatorului amplificarea scade (7 dB pentru 22 pF) și se obține o atenuare superioară pentru semnalele TV din afara benzilor radio de UL MS.

b. Performanțe

Performanțele obținute cu un astfel de amplificator sînt:

- Amplificare 4...20 dB, se stabilește din valorile lui R_9 și C_1 , funcție de necesități;
- zgomot mic, factorul de zgomot inferior a 4 dB;
- caracteristica amplitudine frecvență ca în fig. 14.4, curba „a”, pentru compensarea caracteristicii de antenă (curba „b” fig. 14.4);
- consum redus, inferior a 6 mA.

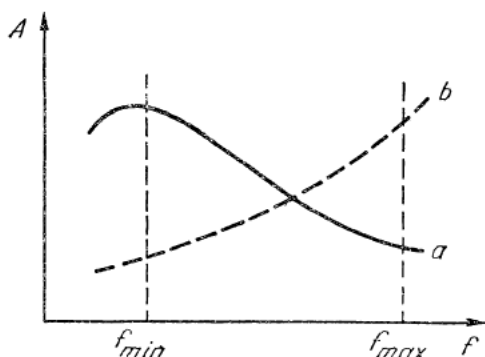


Fig. 14.4. Caracteristicile amplitudine-frecvență:

a — pentru amplificatorul de ULMS; b — pentru antenă.

14.5. Recomandări de utilizare

Așa cum s-a mai arătat, amplificatorul are ca rol îmbunătățirea recepției radioreceptoarelor pe ULMS. Utilizarea lor are sens în cazurile în care nivelul semnalului la intrarea radioreceptorului este redus.

Cazurile tipice sînt recepția în blocurile realizate din beton armat și recepția în autoturism.

În ambele cazuri, unul dintre elementele care duce la reducerea semnalului este cablul de legătură între antenă și receptor.

În ambele cazuri, prin folosirea amplificatorului de ULMS, se obține o îmbunătățire sensibilă a recepției.

Antena se montează chiar la borna *A* a amplificatorului (fig. 14.2). Conectarea la receptor se face prin cablul coaxial de legătură pe care se intercalează condensatorul C_{10} , cit mai aproape de radioreceptor (fig. 14.3) urmînd ca lungimea lui să nu fie mai mare de 5 m.

Alimentarea amplificatorului se poate face direct de la 9 V la borna *E*, sau printr-o celulă de filtrare (în cazul radioreceptoarelor auto), de la 12 V, ca în fig. 14.3.

15.1. Generalități

Milivoltmetrul electronic, descris în acest capitol, servește la măsurarea tensiunilor alternative sinusoidale de joasă frecvență.

Aparatul este prevăzut cu un sistem automat de protecție a instrumentului.

Date tehnice:

— gamele de măsurare: 1—3,16 — 10 — 31,6 — 100 — 316 mV — 1—3,16 — 10 — 31,6 — 100 V.

— gama de frecvență: 10 Hz — 100 kHz, cu o neuniformitate mai mică de 0,5 dB.

— impedanta de intrare: 1 Mohm în paralel cu 30 pF;

— tensiunea de alimentare: 200—240 V/50 Hz;

— puterea absorbită de la rețea: 8 VA;

— nivelul de zgomot:

— max. 50 μ V, cu borna de intrare în gol;

— max. 5 μV (necitibil), cu borna de intrare închisă pe o rezistență mai mică de 1 kohm;

— clasa de precizie a aparatului este determinată de clasa de precizie a instrumentului (miliampermetrului) și de execuția montajului.

15.2. Schema de principiu

În fig. 15.1. este dată schema bloc și de interconectare a blocurilor funcționale ale aparatului.

Semnalul de măsurat se aplică repetorului de intrare direct, pentru gamele $1 \text{ mV} \dots 1 \text{ V}$, sau prin intermediul unui atenuator $1 \dots 100$ (*At. 1*), pentru gamele $3,16 \dots 100 \text{ V}$. Acest atenuator este acționat de un releu, comandat de secțiunea de comutator *K3*, prin intermediul circuitului de comandă (blocul 6).

Repetorul debitează pe un atenuator în trepte (*At. 2*). Ieșirea atenuatorului este conectată la primul amplificator (blocul 2), care are ca sarcină al doilea atenuator în trepte (*At. 3*). În continuare, urmează a doua treaptă de amplificare — blocul 3 și detecția — blocul 4. Semnalul de curent continuu de la ieșirea detectorului este aplicat unui miliampermetru.

Atenuatorul în trepte este realizat cu un comutator rotativ cu trei secțiuni — 1×11 contacte. Valorile atenuărilor, corespunzătoare fiecărei game de măsurare sînt date în tabela 15.1.

Avantajele distribuirii atenuării pe trei grupe de atenuatoare sînt:

- scăderea zgomotului, odată cu micșorarea sensibilității aparatului;
- funcționarea tuturor etajelor într-o zonă strict liniară;
- banda de trecere a aparatului este aceeași, pentru oricare poziție a atenuatorului.

Cu ajutorul potențiometrului P_1 se face calibrarea aparatului.

Semnalul obținut la ieșirea blocului 3 servește și ca semnal de comandă a sistemului de protecție a instrumentului. Dacă valoarea sa corespunde unei deviații a acului instrumentului care ar depăși cadrul scării, atunci bornele instrumentului sînt scurtcircuitate.

La ieșirea blocului 7 (borna IEȘIRE a aparatului) se obține o tensiune de $1 V_{ef}$, pentru o deviație totală a acului instrumentului (indicația 100, respectiv 31,6), pe toate gamele de măsurare.

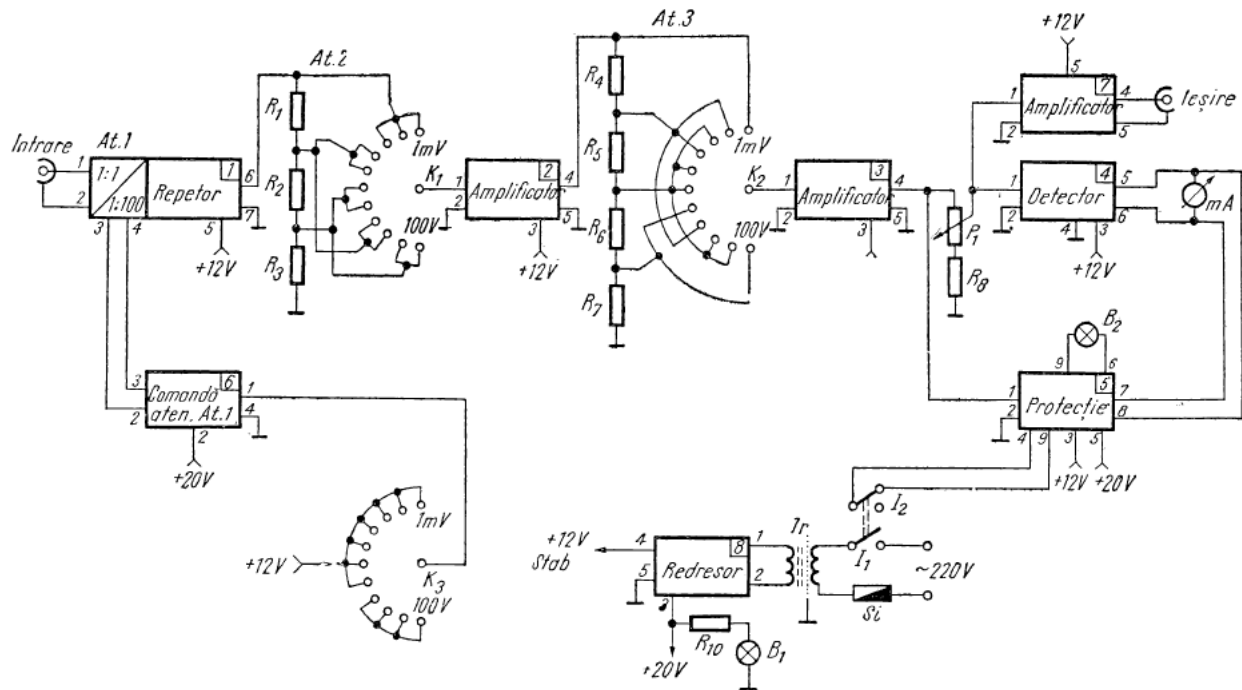


Fig. 15.1. Schema bloc a milivoltmetrului.

Tabela 15.1.

Gama	Atenuare At. 1	Atenuare At. 2	Atenuare At. 3	Atenuare Totală
1 mV	1	1	1	1
3,16 mV	1	1	3,16	3,16
10 mV	1	1	10	10
31,6 mV	1	10	3,16	31,6
100 mV	1	10	10	100
316 mV	1	31,6	10	316
1 V	1	31,6	31,6	1 000
3,16 V	100	10	3,16	3 160
10 V	100	10	10	10 000
31,6 V	100	31,6	10	31 600
100 V	100	31,6	31,6	100 000

Valorile pieselor electrice din fig. 15.1:

R_1 : 2 846 ohmi $\pm 0,5\%$;

R_2 : 216,2 ohmi $\pm 0,5\%$;

R_3 : 100 ohmi $\pm 0,5\%$;

R_4 : 2 162 ohmi $\pm 0,5\%$;

R_5 : 683,8 ohmi $\pm 0,5\%$;

R_6 : 216,2 ohmi $\pm 0,5\%$;

R_7 : 100 ohmi $\pm 0,5\%$;

R_8 : 5,6 kohmi $\pm 10\%$;

P_1 : 3 kohmi — liniar;

B_1, B_2 : 12 V/48 mA;

miliampermetrul: 1 mA; magnetoelectric; vertical;

S_i : 100 mA;

Rezistențele R_1 , R_7 se obțin prin sortare.

În continuare, se dau schemele electrice și modul de funcționare ale fiecărui bloc funcțional.

15.2.1. Repetorul și atenuatorul de intrare

Schema electrică a blocului 1 este dată în fig. 15.2.

Semnalul de măsurat se aplică la borna 1. Atenuatorul de intrare (At. 1) este introdus în circuit cu ajutorul unui relee cu două rinduri de contacte pe fiecare poziție. Contactele 0—1 sînt normal-închise. Pe această poziție a releeului, semnalul este atenuat de 100 ori de atenuatorul compensat format din R_{101} , R_{102} , R_{103} și C_{102} , C_{103} , C_{104} . Tensiunea de comandă a releului se aplică la bornele 3 și 4.

Diodele D_{101} , D_{102} protejează tranzistorul T_{101} , în cazul unor tensiuni peste ± 7 V la intrarea etajului.

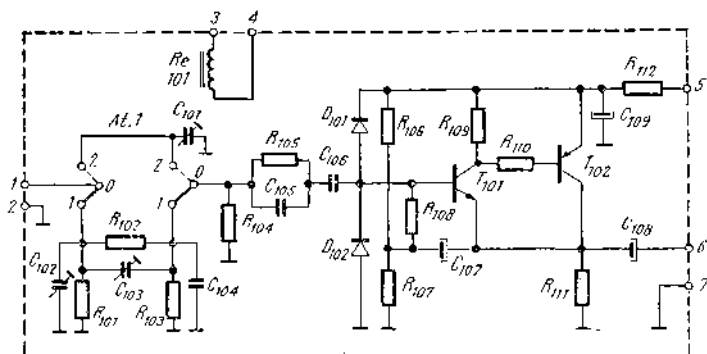


Fig. 15.2. Repetorul și atenuatorul de intrare.

Repetorul de intrare este realizat cu tranzistoarele T_{101} , T_{102} , într-un montaj de amplificator cu reacție negativă totală, avînd amplificarea unitară. Astfel, se obține o impedanță de intrare de valoare ridicată (cca 40 Mohmi), precum și o foarte bună liniaritate a caracteristicii de transfer.

Piese electrice:

R_{101} : 1,82 Mohmi $\pm 1\%$;

R_{102} : 2,20 Mohmi $\pm 0,5\%$;

R_{103} : 22,5 kohmi $\pm 0,5\%$;

R_{104} : 1,03 Mohmi $\pm 0,5\%$;

R_{105} : 15 kohmi $\pm 10\%$;

R_{106} : 220 kohmi $\pm 5\%$;

R_{107} : 270 kohmi $\pm 5\%$;

R_{108} : 270 kohmi $\pm 20\%$;

R_{109} : 22 kohmi $\pm 10\%$;

R_{110} : 220 ohmi $\pm 10\%$;

R_{111} : 1 kohm $\pm 10\%$;

R_{112} : 220 ohmi $\pm 20\%$;

C_{101} : 3 ... 12 pF;

C_{102} : 3 ... 12 pF;

C_{103} : 6 ... 25 pF;

C_{104} : 1,5 nF $\pm 5\%$ polistiren;

C_{105} : 47 nF $\pm 10\%$ cu hirtie;

C_{106} : 2 μ F — cu hirtie;

C_{107} : 20 μ F/15 V electrolitic;

C_{108} : 300 μ F/15 V electrolitic;

C_{109} : 470 μ F/15 V electrolitic;

D_{101}, D_{102} : 1 N 4148;

T_{101} : BC 413 C; BC 109 C;

T_{102} : BC 178 B.

Toate rezistoarele sînt de 0,5 W.

15.2.2. Amplificatoarele (blocurile 2 și 3).

În blocurile 2 și 3 se realizează cea mai mare parte din amplificarea necesară a semnalului de măsurat. Ele au aceeași schemă de principiu, dată în fig. 15.3.

Amplificatorul cuprinde trei etaje cuplate galvanic: primele două sînt amplificatoare, iar al treilea — repe-
tor pe emitor.

Reacția negativă, aplicată pe emitorul tranzistorului T_{201} , prin R_{212} , asigură stabilitatea amplificării, un factor de distorsiuni foarte scăzut și o impedanță mare de intrare. Grupul R_{210}, C_{203} compensează căderea amplificării la frecvențe înalte.

Cu ajutorul rezistorului semireglabil R_{203} se reglează simetria montajului (6 V pe emitorul tranzistorului T_{203}).

Valorile pieselor electrice:

R_{201} : 2,2 Mohmi $\pm 10\%$;

R_{202} : 220 ohmi $\pm 10\%$;

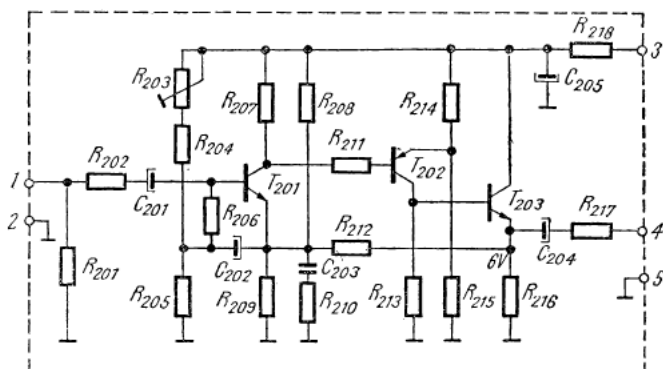


Fig. 15.3. Amplificatorul.

R_{203} : 5 kohmi semireglabil;

R_{204} : 22 kohmi $\pm 10\%$;

R_{205} : 5,1 kohmi $\pm 5\%$;

R_{206} : 470 kohmi $\pm 20\%$;

R_{207} : 47 kohmi $\pm 5\%$;

R_{208} : 1,8 kohmi $\pm 5\%$;

R_{209} : 330 ohmi $\pm 5\%$;

R_{210} : 22 ohmi $\pm 10\%$;

R_{211} : 470 ohmi $\pm 20\%$;

R_{212} : 11 kohmi $\pm 5\%$;

R_{213} : 6,8 kohmi $\pm 10\%$;

R_{214} : 68 ohmi $\pm 10\%$;

R_{215} : 1,8 kohmi $\pm 5\%$;

R_{216} : 820 ohmi $\pm 10\%$;

R_{217} : 1 kohm $\pm 20\%$;

R_{218} : 10 ohmi $\pm 20\%$;

C_{201} : 0,47 μF $\pm 20\%$ cu tantal;

C_{202} : 47 $\mu\text{F}/10\text{ V}$ — electrolitic;

C_{203} : 470 pF $\pm 20\%$ ceramic;

C_{204} : 300 $\mu\text{F}/15\text{ V}$ electrolitic;
 C_{205} : 1 000 $\mu\text{F}/15\text{ V}$ electrolitic;
 T_{201} : BC 413 C; BC 109 C;
 T_{202} : BC 178 B;
 T_{203} : BC 108 B.

Toate rezistoarele sînt de 0,5 W.

Piesele electrice ale blocului 3 au aceleași valori, cu excepția rezistorului R_{317} , care lipsește.

15.2.3. Detectorul (blocul 4)

Principal, detectorul este alcătuit dintr-un amplificator, care debitează pe o punte redresoare, cuprinsă în bucla de reacție a amplificatorului.

Punctul B al punții (vezi fig. 15.4) este conectat la emitorul tranzistorului T_{401} . Rezistorul R_{415} , împreună cu

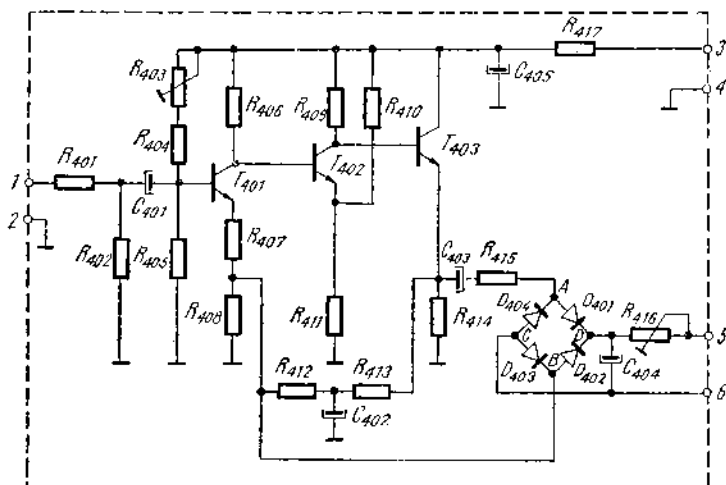


Fig. 15.4. Detectorul.

rezistența diferențială a diodelor constituie rezistența de reacție în curent alternativ a amplificatorului. Deoarece diodele sînt cuprinse în interiorul buclei de reacție, se realizează liniarizarea caracteristicii de transfer, adică

raportul dintre curentul continuu livrat miliampermetrului, și tensiunea alternativă aplicată la intrarea amplificatorului, exprimată în mAcc/Vca . Acesta este principalul avantaj pe care îl prezintă montajul din fig. 15.4, care se traduce printr-o foarte bună liniaritate a scării instru-

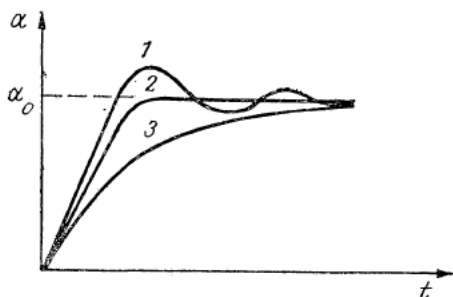


Fig. 15.5. Regimul tranzitoriu al miliampermetrului.

mentului, etalonarea lui putîndu-se face separat, în curent continuu.

Cu ajutorul rezistorului R_{416} se reglează regimul tranzitoriu al instrumentului. Dacă semnalul de măsurat se aplică brusc, acul instrumentului va devia cu un unghi α_0 (vezi fig. 15.5). Aceasta se poate face după o lege care corespunde curbei 1, 2 sau 3, în funcție de amortismenul mecanic și electric. Curba 2 reprezintă amortismenul critic, și este de preferat, deoarece conduce la o mișcare promptă și fără oscilații în jurul poziției finale.

Rezistoarele R_{412} , R_{413} determină reacția de c.c. (datorită decuplării de c.a., prin C_{402}), în scopul stabilizării punctelor de funcționare ale tranzistoarelor.

Valorile pieselor electrice:

R_{401} : 12 kohmi $\pm 10\%$;

R_{402} : 39 kohmi $\pm 10\%$;

R_{403} : 50 kohmi — semireglabil;

R_{404} : 150 kohmi $\pm 10\%$;

R_{405} : 15 kohmi $\pm 5\%$;

R_{406} : 47 kohmi $\pm 10\%$;

R_{407} : 15 ohmi $\pm 10\%$;

R_{408} : 330 ohmi $\pm 5\%$;

R_{409} : 10 kohmi $\pm 10\%$;

R_{410} : 330 ohmi $\pm 10\%$;

R_{411} : 68 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{412} : 2,7 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{413} : 3,9 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{414} : 1 kohm $\pm 10\%$;
 R_{415} : 120 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{416} : 500 ohmi — semireglabil;
 R_{417} : 10 ohmi $\pm 20\%$;
 C_{401} : 10 $\mu\text{F}/6\text{ V}$;
 C_{402} : 100 $\mu\text{F}/12\text{ V}$;
 C_{403} : 47 $\mu\text{F}/12\text{ V}$;
 C_{404} : 200 $\mu\text{F}/6\text{ V}$;
 C_{405} : 1 000 $\mu\text{F}/16\text{ V}$;
 $D_{401} \dots D_{404}$: EFD 106;
 T_{401} : BC 108 C;
 T_{402} : BC 108 B;
 T_{403} : BC 108 B.

15.2.4. Dispozitivul de protecție (blocul 5)

Dispozitivul de protecție (fig. 15.6) preîntîmpină deteriorarea miliampermetrului, atît în cazul unor greșeli de măsurare, cît și în momentul racordării aparatului la rețea, datorită regimului tranzitoriu de pornire.

Semnalul amplificat, obținut la ieșirea celui de al doilea amplificator, este aplicat la borna de intrare a dispozitivului de protecție — fig. 15.6. Tranzistorul T_{501} funcționează ca detector cu prag reglabil. Dacă tensiunea de intrare depășește un anumit nivel, stabilit cu ajutorul rezistorului R_{503} , detectorul se deschide, încărcînd rapid condensatorul C_{502} . Dacă tensiunea la bornele condensatorului C_{502} este superioară valorii de 1,4 V, tranzistorul T_{502} se deschide la saturație, blocînd tranzistoarele T_{503} , T_{504} . Aceasta are ca efect desfacerea contactelor 0—2 și stabilirea contactelor 0—1, ale releului Re_{501} . Astfel, se scurtcircuitază bornele miliampermetrului și se aprinde becul B_2 , indicînd scoaterea din funcțiune a instrumentului datorită unei tensiuni de măsurat de valoare prea mare.

La pornirea aparatului, simultan cu închiderea contactului de racordare la rețea, se deschide contactul întreprupătorului I_2 , acestea două fiind cuplate mecanic, făcând posibilă încărcarea condensatorului C_{503} . Deoarece în momentul inițial condensatorul C_{503} este descărcat, tensiunea

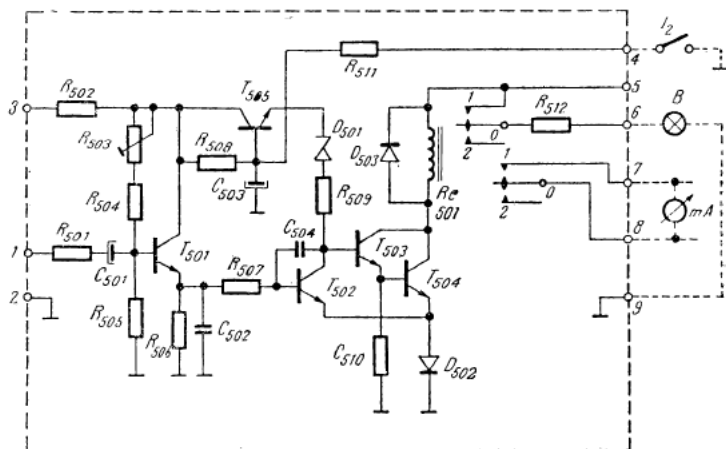


Fig. 15.6. Dispozitivul de protecție.

pe emitorul tranzistorului T_{506} este zero, fapt ce determină starea de blocare a tranzistoarelor T_{503} , T_{504} , deci scurtcircuitarea miliampermetrului și aprinderea becului B_2 . Condensatorul C_{503} se încarcă de la sursa de alimentare prin R_{508} . Când tensiunea la bornele sale depășește valoarea de 7,7 V, adică după cca 8 s, releul poate fi anclanșat prin deschiderea tranzistoarelor T_{503} , T_{504} , cu condiția ca semnalul la borna 1 să fie sub valoarea corespunzătoare deschiderii tranzistorului T_{502} .

Întreprupătorul I_2 are rolul de a descărca brusc condensatorul C_{503} , la oprirea aparatului, permițând funcționarea corectă a dispozitivului de protecție, chiar și în cazul pornirilor și opririlor dese și repetate.

Pieșele electrice:

R_{501} : 10 kohmi $\pm 10\%$;

R_{502} : 100 ohmi $\pm 20\%$;

R_{503} : 1 Mohm semireglabil;
 R_{504} : 1 Mohm $\pm 10\%$;
 R_{505} : 82 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{506} : 56 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{507} : 22 kohmi $\pm 20\%$;
 R_{508} : 470 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{509} : 33 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{510} : 6,8 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{511} : 47 ohmi $\pm 20\%$;
 R_{512} : 220 ohmi/1 W;
 C_{501} : 3,3 μF /6 V;
 C_{502} : 10 μF /6 V;
 C_{503} : 20 μF /12 V;
 C_{504} : 0,47 μF ;
 D_{501} : 5,6 V Zenner;
 D_{502}, D_{503} : 1 N 4001;
 T_{501} : BC 108 C;
 $T_{502} \dots T_{505}$: BC 108 B.

15.2.5. Comanda atenuatorului de intrare (blocul 6)

Releul atenuatorului de intrare este acționat de circuitul de comandă (fig. 15.7), care primește la borna 1, o tensiune +12 V, pe gamele de măsurare de 1 mV...1 V. Acest circuit îndeplinește două funcțiuni:

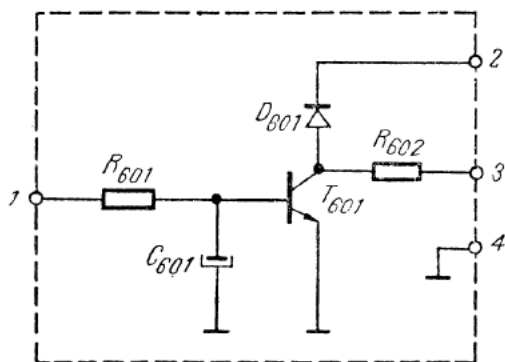


Fig. 15.7. Circuitul de comandă al atenuatorului de intrare.

- protejează contactele comutatorului K_3 , absorbind un curent foarte mic;
- livrează bobinei releului o tensiune lent crescătoare, evitând perturbațiile.

Valorile pieselor electrice:

\bar{R}_{601} 10 kohmi $\pm 20\%$; D_{601} : 1 N 4001;

C_{601} : 10 μ F; T_{601} : BC 108 C.

Rezistența R_{302} depinde de tipul releului Re_{101} .

15.2.6. Amplificatorul de ieșire (blocul 7)

Amplificatorul de ieșire (fig. 15.8) asigură la borna de ieșire a aparatului un semnal de 1 Vef, corespunzător indicației maxime a miliampermetrului. Aceasta face posibilă folosirea aparatului ca amplificator de măsură.

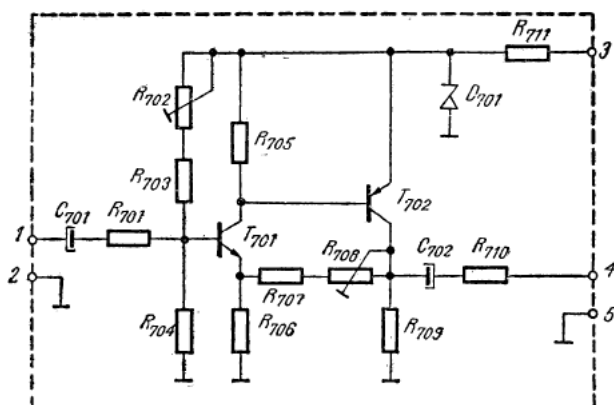


Fig. 15.8. Amplificatorul de ieșire.

Ajustarea amplificării se face cu rezistorul semireglabil R_{708} . Simetria amplificatorului (5 V pe colectorul tranzistorului T_{702}) se face cu R_{702} .

Impedanța de ieșire este determinată de R_{710} .

Valorile pieselor electrice:

R_{701} : 470 ohmi $\pm 20\%$;

R_{702} : 250 kohmi semireglabil;

R_{703} : 330 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{704} : 470 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{705} : 6,8 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{706} : 560 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{707} : 22 ohmi $\pm 20\%$;
 R_{708} : 500 ohmi — semireglabil;
 R_{709} : 510 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{710} : 580 ohmi $\pm 2\%$;
 R_{711} : 150 ohmi $\pm 10\%$;
 C_{701} : 10 μF /12 V;
 C_{702} : 470 μF /12 V;
 D_{701} : 10 V — Zenner;
 T_{701} : BC 108 C;
 T_{702} : BC 108 B.

15.2.7. Redresorul stabilizat (blocul 8)

Schema electrică a redresorului stabilizat este dată în fig. 15.9. Acesta furnizează o tensiune redresată de 20 V (borna 3), pentru relee și becuri, și o tensiune de 12 V stabilizată (borna 4), pentru alimentarea tuturor blocurilor.

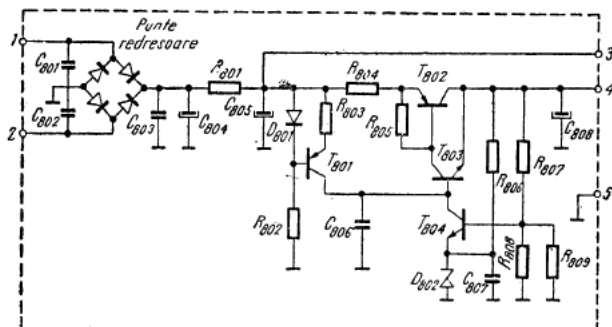


Fig. 15.9. Redresorul stabilizat.

Valoarea pieselor electrice:

R_{801} : 10 ohmi $\pm 20\%$;
 R_{802} : 10 kohmi $\pm 10\%$;

R_{803} : 1 kohm $\pm 10\%$;
 R_{804} : 5 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{805} : 470 ohmi $\pm 20\%$;
 R_{806} : 820 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{807} : 3,3 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{808} : 8,2 kohmi $\pm 5\%$;
 $C_{801}, C_{802}, C_{803}$: 4,7 nF/500 V ceramic;
 C_{804}, C_{805} : 1 000 μ F/30 V;
 C_{806} : 10 nF/30 V ceramic;
 C_{807} : 0,1 μ F/30 V ceramic;
 C_{808} : 4,7 μ F/20 V;
 D_{801} : DRD 2 (sau două diode cu Si);
 D_{802} : 8,2 V — Zenner;
 T_{801} : BC 177 A;
 T_{802} : BD 136;
 T_{803} : BC 107 B;
 T_{804} : BC 108 B.

Puntea redresoare: 1 PM 05.

Valoarea rezistorului R_{809} se stabilește prin încercare, pentru a avea în punctul 4, tensiunea de 12 V.

Transformatorul de rețea:

- suprafața secțiunii fierului: 4 ... 6 cm²;
- tensiunea în primar: 220 V;
- tensiunea în secundar (în gol): 22 V;
- curentul debitat de secundar: 0,3 A.

Se recomandă micșorarea inducției cu 20 ... 30%, în scopul reducerii fluxului de dispersie.

15.3. Detalii constructive

Montajul se va realiza sub forma unor blocuri funcționale, executate pe cablaj imprimat, conform schemei bloc (fig. 15.1) și a schemelor electrice. Acestea, vor fi montate într-o cutie de tablă, preferabil de aluminiu.

La dispunerea blocurilor în interiorul aparatului, se va ține seama de următoarele:

- traseul semnalului să aibă o lungime cât mai mică;

- să se evite cuplajele parazite între blocuri, printr-o corectă poziționare, sau prin ecranare;
- traseul de masă (comun pentru alimentare cu minus), să urmărească traseul semnalului;
- traseul de alimentare cu plus se va conecta de la fiecare bloc în parte, la borna plus a stabilizatorului;

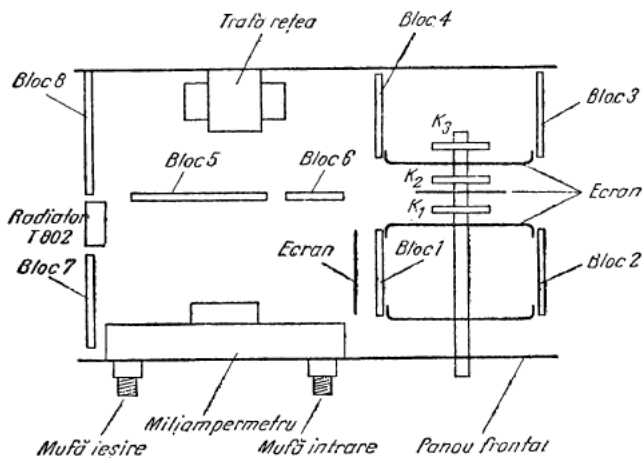


Fig. 15.10. Dispunerea blocurilor în aparat. Vedere de sus.

— șasiul aparatului se leagă la masa montajului doar prin mufa de intrare; mufa de ieșire se leagă la masa amplificatorului de ieșire.

În fig. 15.10. este dat un exemplu de dispunere a blocurilor.

15.4. Punerea în funcțiune și reglarea

Înainte de interconectare, blocurile vor fi verificate separat, pentru a remedia eventualele defecte.

Reglarea aparatului se face astfel:

1. Se ajustează punctele de funcționare în curent continuu:

- blocul 8 — din R_{809} (prin tatonare);
- blocul 4 — din R_{403} ;
- blocurile 2 și 3 — din R_{203} , R_{303} ;
- blocul 7 — din R_{702} .

După reglaj, se recomandă înlocuirea rezistoarelor semireglabile R_{203} , R_{303} , cu unele fixe, de valoare corespunzătoare.

2. Se aplică la borna de intrare, un semnal sinusoidal de $1 V_{ef} \pm 1\%$, cu frecvența de 1 kHz.

a) Se reglează P_1 (vezi fig. 15.1), pentru ca acul indicator să fie la indicația 100 a scării.

b) Se reglează tensiunea la borna de ieșire a aparatului ($1 V_{ef}$) din R_{708} .

c) Se revine asupra reglajului din R_{702} .

d) Se ajustează pragul de acționare al dispozitivului de protecție — din R_{508} .

Dacă unul din aceste reglaje nu se poate face, cu toate că nu există nici un efect, se poate interveni în schema electrică astfel:

— pentru punctul 2.a. — se modifică divizorul R_{401} , R_{402} ;

— pentru punctul 2.b. — se modifică R_{706} și se reajustează R_{702} ;

— pentru punctul 2.d. — se modifică R_{504} .

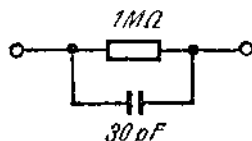
Necesitatea acestor modificări este datorată toleranțelor pieselor și complexității montajului.

3. Se aplică la intrare un semnal dreptunghiular cu frecvența de 10 kHz, și de nivel reglabil, de la un generator cu impedanța de ieșire max. 600 ohmi. La borna de ieșire se conectează un osciloscop. Se reglează C_{103} , pe gama de 3 V, urmărind ca semnalul vizualizat să fie corect.

4. Se conectează circuitul din fig. 15.11., între generator și milivoltmetru, în imediata vecinătate a mufei de intrare. Se reglează C_{101} și C_{102} , aparatul fiind pe gama de 1 V, respectiv 3 V, până când pe ecranul osciloscopului se obține semnalul dreptunghiular, corect.

Dacă, din cauza construcției, capacitățile parazite de la intrarea aparatului nu sînt suficient de mici, acest-reglaj nu este posibil. În acest caz, se va urmări capa-

Fig. 15.11. Rețea de reglaj.



itatea din fig. 15.11., la o valoare ce permite reglajul de mai sus, ea reprezentînd capacitatea de intrare a aparatului.

16.1. Generalități

În acest capitol sînt prezentate schemele electrice ale blocurilor funcționale ale unui osciloscop care poate fi folosit în aplicații de radio, TV, circuite de impulsuri și audiofrecvență.

Deoarece schema generală a unui osciloscop depinde în mare măsură de tipul tubului catodic folosit, constructorul va adapta schemele propuse, ținînd seama de recomandările care se vor face la fiecare paragraf. Menționăm că acest subiect va putea fi abordat numai de către un amator cu experiență și avînd cunoștințe corespunzătoare.

Performanțele care pot fi obținute folosind schemele propuse în acest capitol sînt următoarele:

- Coeficientul de deviație pe verticală, în poziția calibrat: 10 mV/div...20 V/div, în 11 trepte (1; 2; 5)
- banda de trecere: 0 10 MHz, cu o neuniformitate mai mică de 2 dB;
- impedanța de intrare: 1 Mohm în paralel cu 50 pF;
- coeficientul de deviație pe orizontală, în poziția calibrat: 0,3 μs/div 30 ms/div, în 11 trepte (1; 3).

16.2. Schema bloc

În fig. 16.1. este dată schema bloc a osciloscopului.

Semnalul de vizualizat se aplică la borna de intrare. Atenuatorul în trepte se reglează în funcție de amplitudinea semnalului, în scopul menținerii curbei în cadrul ecranului, ieșirea amplificatorului Y este conectată la plăcile de deviație verticală (plăcile orizontale) ale tubului catodic. Amplificatorul este prevăzut cu un potențiomtru pentru reglarea continuă a amplificării, în limite reduse. Poziția pe verticală a imaginii se stabilește prin dezechilibrarea amplificatorului Y (de c.c), controlată cu potențiometrul „poziție Y“.

Baza de timp generează semnale liniar variabile, periodice, sincrone cu semnalul de vizualizat, în scopul realizării deviației orizontale. Viteza de variație a tensiunii liniar variabile este determinată de elementele interne, reglabile (reglajele timp/div). Perioada de repetiție a impulsurilor bazei de timp este determinată de perioada de repetiție a semnalului de vizualizat (prin conexiunea „sincro“), fiind un multiplu al acesteia din urmă.

Amplificatorul X are rolul de a amplifica semnalul dat de baza de timp, pînă la valoarea necesară obținerii unei deviații totale a spotului pe orizontală (lungimea tresei, egală sau puțin mai mare decît diametrul sau latura mare a tubului catodic).

Circuitul de stingere asigură blocarea tubului catodic în timpul întoarcerii și a perioadei de „așteptare“ a bazei de timp, în scopul eliminării imaginilor false.

Pentru alimentarea tubului catodic se folosesc mai multe tensiuni. Reglajele „luminozitate“, „focalizare“ și „astigmatism“ acționează asupra valorilor acestor tensiuni, determinînd strălucirea și focalizarea curbei afișate.

Osciloscopul se alimentează de la rețeaua de curent alternativ 220 V, prin intermediul unui alimentator.

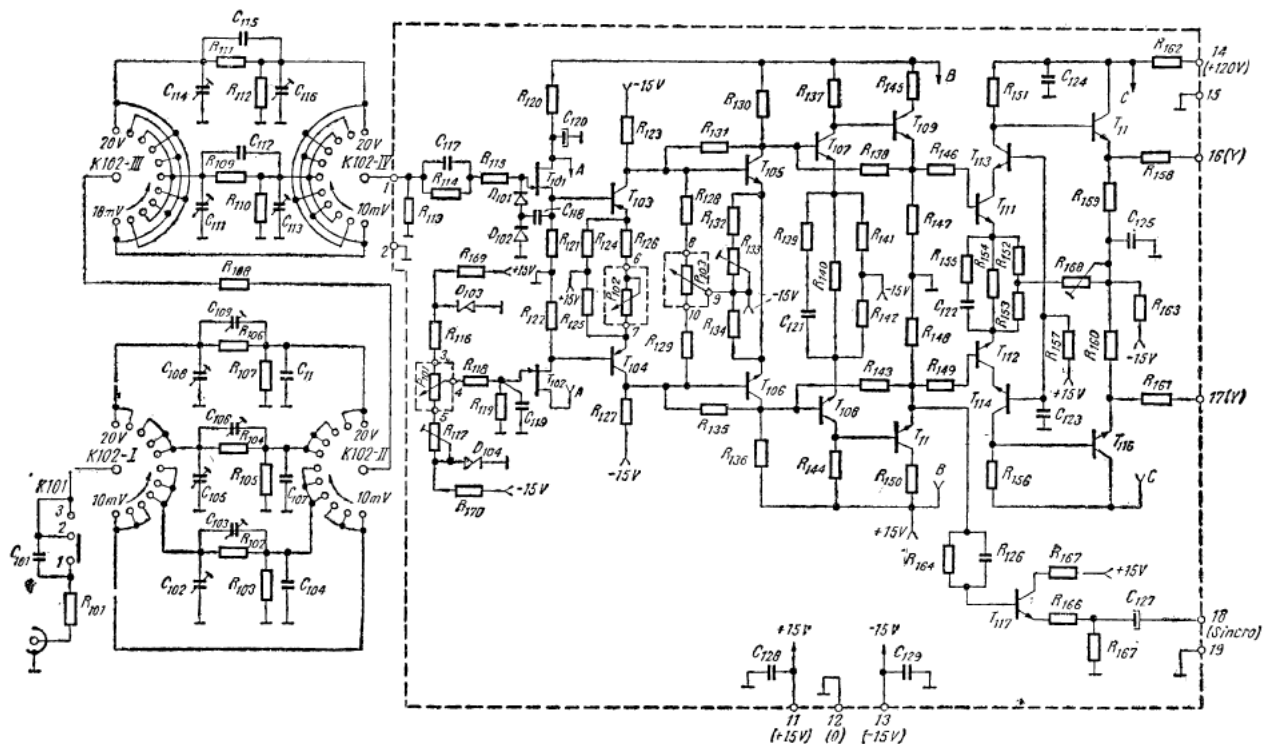


Fig. 16.2. Schema electrică a amplificatorului Y.

lează dezechilibrul etajelor următoare, în scopul poziționării imaginii pe verticală. Reacția negativă de tensiune, realizată cu rezistoarele R_{131} , R_{135} , conduce la lărgirea benzii de trecere a acestui etaj și la micșorarea impedanței de ieșire.

Tensiunea medie de colector a tranzistoarelor T_{105} , T_{106} se reglează din R_{133} , pentru a se obține tensiunea de +9 V pe emitoarele tranzistoarelor T_{109} , T_{110} . Aceasta corespunde punctului optim de funcționare a tranzistoarelor T_{107} , T_{108} .

Reacția negativă de curent a etajului al patrulea (prin R_{140}) determină amplificarea la frecvențe joase a acestui etaj. Grupul R_{139} , C_{121} compensează căderea amplificării la frecvențe înalte (peste 3 MHz).

Etajul al cincilea, repetor pe emitor, oferă grupului final o impedanță constantă cu nivelul semnalului, și de valoare scăzută.

Grupul final (etajele 6, 7, 8) este realizat în conexiune EC—BC—CC. Prin această configurație de schemă se obține o bandă largă de trecere și o impedanță mică de ieșire. Din R_{168} se stabilește curentul de colector al tranzistoarelor grupului final, ceea ce determină excursia maximă a semnalului de ieșire. Compensarea la frecvențe înalte este asigurată de grupul R_{115} , C_{122} .

Semnalul pentru sincronizare se extrage din emitorul tranzistorului T_{110} , prin intermediul repetorului pe emitor, T_{117} .

Alimentarea întregului montaj, se face de la o sursă de ± 15 V stabilizată și de +120 V.

16.3.2. Recomandări pentru utilizarea schemei

Tipul tubului catodic dictează tensiunea de alimentare a grupului final și valoarea necesară a amplificării, prin următorii parametri:

- diametrul ecranului d_e (mm);
- sensibilitatea pe verticală: S_y (mm/V);
- în înălțimea unei diviziuni: h (mm)

Tensiunea necesară pentru devierea spotului pe verticală este:

$$U_w = \frac{d_s}{S_y}$$

Tensiunea de alimentare trebuie să fie de minimum $0,6 U_{wv}$.

Amplificarea totală rezultă din relația:

$$A = \frac{h}{S_y \cdot U_1 \text{ min.}}$$

$U_1 \text{ min}$ corespunde coeficientului minim de deflexie (de ex. 10 mV/div).

Valorile rezistoarelor R_{151} , R_{150} , R_{159} , R_{160} sînt determinate de tensiunea de alimentare a grupului final, cunoscînd valorile limită ale parametrilor tranzistoarelor T_{113} — T_{116} .

Tensiunea medie la bornele de ieșire (16 și 17) trebuie să fie oca jumătate din tensiunea de alimentare.

Curentul de colector al T_{113} , T_{114} se închide prin R_{152} , R_{153} , R_{168} . Valorile acestor rezistoare se determină cunoscînd că tensiunea în emitoarele tranzistoarelor T_{111} , T_{112} este de +8,3 V.

Amplificarea totală poate fi ușor modificată prin ajustarea valorilor rezistoarelor R_{140} și R_{154} , neafectînd punctele statice de funcționare.

Atît schimbarea tensiunii de alimentare a grupului final, cît și modificarea amplificării afectează banda de trecere a amplificatorului și uniformitatea amplificării în bandă. Banda de trecere nu poate fi adusă la aceeași valoare, în schimb uniformitatea amplificării poate fi reglată din valorile pieselor R_{139} , C_{121} , R_{155} , C_{122} .

Valorile pieselor schemei din fig. 16.2., date în acest paragraf, corespund unui tub catodic avînd: $d_c=130$ mm; $S_y=0,7$ mm/V și 1 div=10 mm.

16.3.3. Punerea în funcțiune

Reglajul regimului de curent continuu se face în modul următor:

1. Reglajul rezistorului R_{117} :

- potențiometrul P_{101} — în poziție mijlocie;
- potențiometrul P_{103} — în poziție mijlocie;
- borna de intrare — în scurtcircuit;
- se rotește cursorul rezistorului R_{117} , pînă cînd tensiunea între bazele tranzistoarelor T_{103} și T_{104} este nulă (sau mai mică de 1 mV);
- se aduce trasa pe mijlocul ecranului, din P_{103} (prin trasă înțelegîndu-se urma lăsată de spot pe ecranul tubului catodic);
- se repetă ultimele două operații de cîteva ori.

Dacă cursorul potențiometrului P_{103} nu se află, după acest reglaj, la aproximativ jumătatea cursei, se vor căuta și înlătura nesimetriile montajului.

2. Reglajul rezistorului R_{133} .

- se reglează P_{103} , ca la punctul precedent;
- se rotește cursorul rezistorului R_{133} , pînă cînd tensiunea medie a bazelor tranzistoarelor T_{111} , T_{112} este de $9 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$.

3. Reglajul rezistorului R_{168} se face măsurînd tensiunea medie în punctele 16 și 17, care trebuie să fie jumătate din tensiunea de alimentare.

4. Reglajul amplificării.

— atenuatorul de intrare — pe poziția corespunzătoare atenuării minime;

- se ajustează valorile rezistoarelor R_{140} și R_{154} .

5. Reglajul uniformității amplificării în bandă:

— atenuatorul de intrare — pe poziția corespunzătoare atenuării minime;

— se cuplează la intrarea osciloscopului, un generator de RF. Se ajustează valorile pieselor: R_{139} , C_{121} , R_{155} , C_{122} , căutînd ca înălțimea curbei pe ecran să fie constantă, într-o gamă de frecvențe cît mai largă. Reglajul se face la nivel mic (1 ... 2 div).

6. Reglajul atenuatorului de intrare.

Reglajul atenuatorului de intrare constă în compensarea atenuatorului în funcție de frecvență și în uniformizarea capacității de intrare, pe toate pozițiile comutatorului.

a) Compensarea atenuatorului

Se aplică la intrarea osciloscopului un semnal dreptunghiular de 5 kHz și de amplitudine reglabilă. Impe-

danța de ieșire a generatorului trebuie să fie de maximum 600 ohmi, iar timpul de creștere al semnalului — de maximum 20 ns.

Se reglează condensatoarele de compensare, în ordinea indicată în tabela 16.1.

Tabela 16.1.

Poziția comutatorului K102	20 mV/ div.	50 mV/ div.	0,1 V/ div.	0,2 V/ div.	0,5 V/ div.	1 V/ div.	10 V/ div.
Condensatorul care se reglează	C116	C113	C103	C114	C111	C106	C109

Reglajul corect corespunde unui semnal, afișat pe ecran, de formă dreptunghiulară, cu palierul orizontal și fără supracreșteri.

b) Uniformizarea capacității de intrare

Se folosește un generator, ca la punctul precedent. Semnalul se aplică printr-o rețea $R_p C_p$ paralel ($R_p = 1$ Mohm; $C_p = 10 \dots 60$ pF, ajustabil). Ordinea operațiilor este dată în tabela 16.2.

Tabela 16.2.

poziția comutatorului K102	10mV/ div.	0,1 V/div.	1 V/ div.	10 V/ div.
Condensatorul care se reglează	C_p	C102	C105	C108

Se urmărește ca imaginea să corespundă unui semnal dreptunghiular corect. Se verifică reglajul pe toate gamele.

16.3.4. Piese electrice

Rezistoare:

R_{101}, R_{108} : 22 ohmi $\pm 10\%$ /0,25 W;

R_{102} : 900 kohmi $\pm 1\%$ /0,25 W;

R_{103} : 111,1 kohm $\pm 1\%/0,25$ W;
 R_{104} : 990 kohm $\pm 1\%/0,25$ W;
 R_{105} : 10,1 kohm $\pm 1\%/0,25$ W;
 R_{106} , R_{113} , R_{112} : 1 Mohm $\pm 1\%/0,25$ W;
 R_{107} : 1 kohm $\pm 1\%/0,25$ W;
 R_{109} : 800 kohm $\pm 1\%/0,25$ W;
 R_{110} : 250 kohm $\pm 1\%/0,25$ W;
 R_{111} : 500 kohm $\pm 1\%/0,25$ W;
 R_{114} : 270 kohm $\pm 10\%/0,25$ W;
 R_{115} : 68 ohm $\pm 10\%/0,25$ W;
 R_{116} : 10 kohm $\pm 10\%/0,5$ W;
 R_{117} : 25 kohm semireglabil;
 R_{118} : 100 kohm $\pm 10\%/0,5$ W;
 R_{119} : 2,2 kohm $\pm 10\%/0,5$ W;
 R_{120} : 680 ohm $\pm 10\%/0,5$ W;
 R_{121} , R_{122} : 470 ohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{123} , R_{127} : 3,3 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{124} , R_{125} : 5,6 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{126} : 510 ohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{128} , R_{129} : 10 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{130} , R_{136} : 1,8 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{131} , R_{135} : 8,2 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{132} : 390 ohm $\pm 10\%/0,5$ W;
 R_{133} : 1 kohm semireglabil;
 R_{134} : 560 ohm $\pm 10\%/0,5$ W;
 R_{137} , R_{144} : 1 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{138} , R_{143} : 6,8 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{139} : 100 ohm (orientativ);
 R_{140} : 620 ohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{141} , R_{142} : 2,7 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{145} , R_{150} : 82 ohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{146} , R_{149} : 27 ohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{147} , R_{148} : 1,2 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{151} , R_{156} : 6,8 kohm $\pm 5\%/2$ W;
 R_{152} , R_{153} : 2,2 kohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{154} : 510 ohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{155} : 100 ohm (orientativ);
 R_{157} , R_{162} , R_{163} : 120 ohm $\pm 20\%/0,5$ W;
 R_{158} , R_{161} : 100 ohm $\pm 5\%/0,5$ W;
 R_{159} , R_{160} : 8,2 kohm $\pm 5\%/2$ W;
 R_{164} : 2,2 kohm $\pm 10\%/0,25$ W;

R_{165} : 220 ohmi $\pm 20\%$ /0,5 W;
 R_{166} : 47 ohmi $\pm 20\%$ /0,25 W;
 R_{167} : 4,7 kohmi $\pm 10\%$ /0,5 W;
 R_{168} : 1 kohm semireglabil;
 R_{169} , R_{170} : 1,5 kohmi $\pm 10\%$ /0,5 W;

— Potențiometre:

P_{101} : 10 kohmi liniar;
 P_{102} : 1 kohm liniar;
 P_{103} : 5 kohmi liniar.

— Condensatoare:

C_{101} : 0,1 μF $\pm 20\%$ /250 V;
 C_{102} , C_{105} , C_{108} , C_{113} , C_{116} : 2...12 pF ajustabil;
 C_{104} : 47 pF $\pm 5\%$ ceramic;
 C_{103} , C_{106} , C_{109} , C_{111} , C_{114} : 1...5 pF ajustabil;
 C_{107} : 360 pF $\pm 5\%$ polistiren;
 C_{110} : 2,2 nF $\pm 5\%$ polistiren;
 C_{112} : 1,5 pF $\pm 0,25$ pF ceramic;
 C_{115} : 8,2 pF $\pm 0,25$ pF ceramic;
 C_{117} : 10 nF $\pm 20\%$ /30 V ceramic;
 C_{118} , C_{119} , C_{128} , C_{129} : 0,1 μF /30 V ceramic;
 C_{120} : 22 μF — electrolitic;
 C_{121} : 47 pF (orientativ);
 C_{122} : 100 pF (orientativ);
 C_{123} , C_{125} : 47 nF/30 V ceramic;
 C_{124} : 10 nF/500 V ceramic;
 C_{126} : 68 pF $\pm 20\%$ ceramic;
 C_{127} : 10 μF electrolitic.

— Diode:

D_{101} , D_{102} : 1 N 4148; D_{103} , D_{104} : PL 6V 2Z.

— Tranzistoare:

T_{101} , T_{102} : BFW 10, BFW 11; 2 N 4416;
 T_{103} , T_{104} : BF 272, BF 324 (AF 125, AF 126);
 T_{105} , T_{106} , T_{109} , T_{110} , T_{111} , T_{112} : BF 214;
 T_{107} , T_{108} : BF 173;
 T_{113} , T_{114} , T_{115} , T_{116} : BF 178, BF 179.

16.3.5. Recomandări constructive

Atenuatorul de intrare se realizează cu patru secțiuni de comutator 1×11 poziții. Secțiunile K 202 I, K 202 II respectiv K 202 III, K 202 IV se vor separa între ele printr-un ecran. Întreg atenuatorul se montează într-un blindaj, conectat la masa mufei de intrare a osciloscopului și la borna 2 a plăcii de cablaj a amplificatorului.

Disponerea pieselor pe placa de cablaj imprimat a amplificatorului va respecta aproximativ simetria schemei și ordinea etajelor, evitându-se astfel cuplajele parazite de natură capacitivă și inductivă (prin trasee).

Pentru a reduce deriva amplificatorului prin autoîncălzire, este obligatorie cuplarea termică cât mai strânsă a tranzistoarelor: T_{101} cu T_{102} , T_{103} cu T_{104} și T_{105} cu T_{106} . Aceasta se face prin presarea celor două tranzistoare într-o capsulă metalică, de cupru sau aluminiu, cu două orificii. Pentru a obține un bun contact termic se recomandă folosirea compoundului siliconic.

Primele două etaje diferențiale se vor ecrana pe ambele fețe ale plăcii de cablaj.

Conectarea plăcilor de deflexie la placa amplificatorului se face prin două conductoare neecranate, cât mai scurte și distanțate de restul montajului.

16.4. Baza de timp

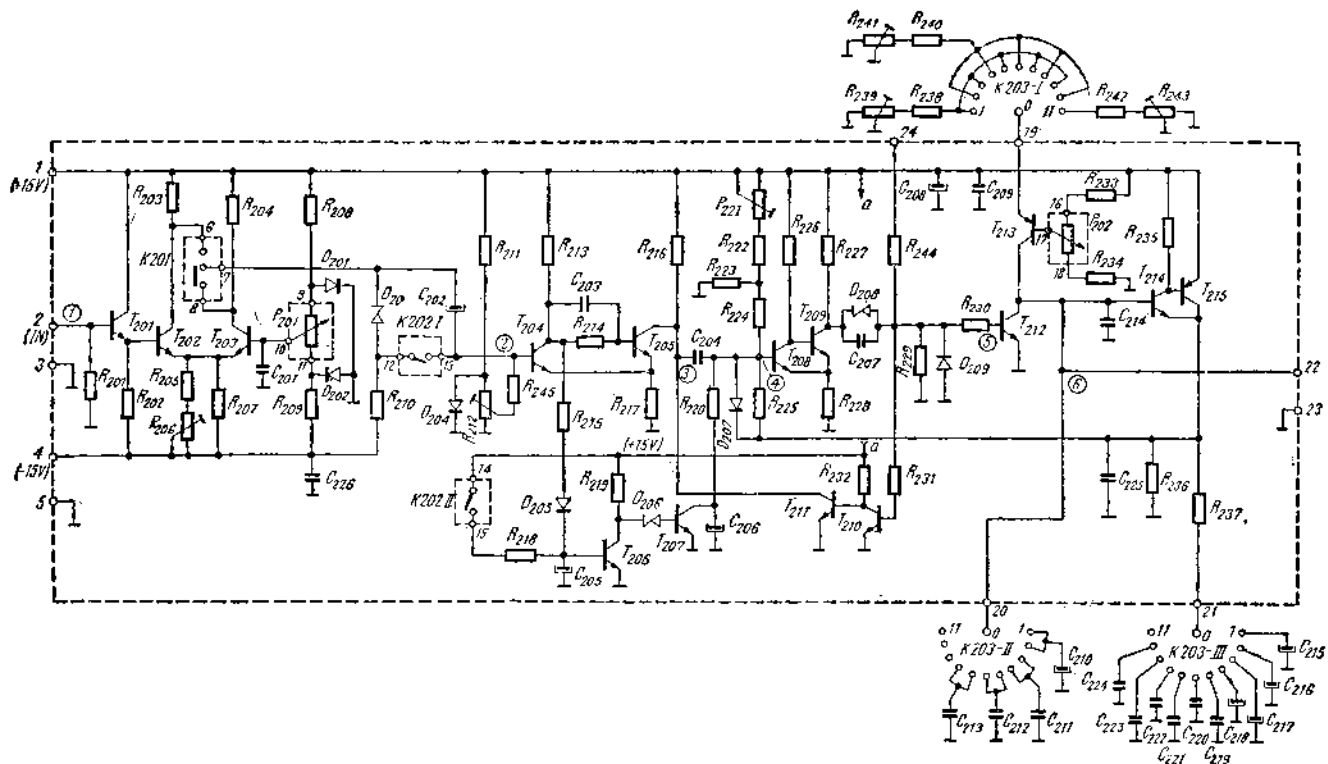
Baza de timp îndeplinește următoarele funcțiuni:

- generează semnale liniar variabile, periodice, necesare deflexiei orizontale;

- asigură sincronizarea generatorului bază de timp cu frecvența semnalului de vizualizat, prin declanșarea cursei utile la intervale de timp egale, reprezentând un multiplu al perioadei semnalului;

- generează impulsuri de stingere.

Baza de timp (fig. 16.3) are două moduri de funcționare:



- declanșat — contactele $K\ 202\ I$ și $K\ 202\ II$ — închise;
- automat — contactele $K\ 202\ I$ și $K\ 202\ II$ — deschise.

16.4.1. Descrierea schemei electrice

Baza de timp se compune din următoarele etaje:

1. Amplificatorul semnalelor de sincronizare.

Semnalul de sincronizare, identic ca formă cu semnalul de vizualizat, se extrage din amplificatorul Y . Amplitudinea sa este de cca $2\ V_w$, pentru o imagine de amplitudine maximă.

Repetorul pe emitor — T_{201} are rol de separator.

Amplificatorul diferențial — T_{202} , T_{203} realizează o amplificare de 40 ori, pentru a asigura sincronizarea bazei de timp începînd de la nivele foarte mici ale semnalului (0,1 diviziuni). Cu ajutorul comutatorului $K\ 201$ se alege panta ascendentă sau descendentă a semnalului, care va produce sincronizarea.

Valoarea tensiunii continue pe colectorul tranzistorului T_{202} sau T_{203} se stabilește prin reglarea potențiometrului P_{210} („nivel“). Aceasta are un rol esențial în modul de funcționare „declanșat“, după cum se va vedea mai departe. Diodele D_{201} , D_{202} limitează plaja de reglaj a acestei comenzi. Din rezistorul semireglabil R_{206} se stabilește curentul total de colector al tranzistoarelor T_{202} , T_{203} .

2. Circuitul de formare a impulsurilor de declanșare. Impulsurile de declanșare comandă începutul cursei utile a bazei de timp. Acestea reprezintă o succesiune de impulsuri scurte, cu polaritate negativă, obținute prin prelucrarea semnalului de ieșire al amplificatorului diferențial.

Circuitul de formare cuprinde circuitul basculant bistabil (C_{BB}) cu cuplaj în emitor (T_{204} , T_{205}), condensatorul de diferențiere (C_{204}) și dioda de suprimare a impulsurilor pozitive (D_{207}).

Rezistența comună de emitor R_{217} , avînd o valoare redusă (33 ohmi), face ca pragurile de acționare ale C_{BB}

să fie apropiate (0,9 V, respectiv 1,3 V), în vederea obținerii unei înalte sensibilități.

Tensiunea de polarizare a bazei tranzistorului T_{204} se stabilește din R_{212} , la o valoare superioară pragului inferior al C_{BB} . Prin aceasta, tensiunea de colector a tranzistorului T_{204} , în absența semnalului de sincronizare, are nivelul coborât (0,3 V), fiind posibilă funcționarea circuitului de comandă a modului „automat”, așa cum se va arăta la punctul 5 al acestui paragraf.

În colectorul tranzistorului T_{205} se obțin impulsuri dreptunghiulare, indiferent de forma semnalului de intrare în C_{BB} , cu condiția ca amplitudinea sa să fie mai mare de 0,4 V_{VV} ; aceasta reprezintă diferența dintre tensiunea pragului superior și a celui inferior al C_{BB} .

Impulsurile dreptunghiulare sînt transformate în impulsuri scurte prin circuitul de diferențiere: C_{204} și rezistența de intrare a etajului următor.

Impulsurile cu polaritate pozitivă față de potențialul mediu al bazei tranzistorului T_{208} deschid dioda D_{207} și astfel sînt suprimate, peste nivelul de 0,2 V.

3. Generatorul bază de timp.

Tensiunea liniar variabilă este obținută prin încărcarea condensatoarelor $C_{210} \dots C_{214}$ de la un generator de curent constant — T_{213} . Viteza de creștere a tensiunii este determinată atît de valoarea condensatoarelor, cît și valoarea curentului de încărcare, care depinde de rezistența de emitor și de tensiunea bazei tranzistorului T_{213} . Condensatoarele și rezistoarele de emitor se comută de la o gamă la alta cu comutatorul K 203 I și K 203 II. Reglajul fin al vitezei de creștere a tensiunii liniar variabile se face cu potențiometrul P_{202} . În timpul încărcării condensatoarelor, tranzistorul T_{212} trebuie să fie blocat.

Prin intermediul repetitorului compus T_{214} , T_{215} , semnalul de ieșire al bazei de timp este întors la intrarea circuitului basculant T_{208} , T_{209} . Repetitorul, avînd o impedanță de intrare foarte mare (peste 10 Mohmi), nu afectează liniaritatea semnalului. Un alt rol al repetitorului este acela de a încărcă condensatoarele $C_{215} \dots C_{225}$, concomitent cu încărcarea condensatoarelor $C_{210} \dots C_{214}$.

Cele două praguri de acționare ale circuitului basculant T_{208} , T_{209} sînt 0,85 V, respectiv 3,8 V. Tensiunea ba-

zei tranzistorului T_{208} este stabilită din R_{221} , la valoarea de 0,95 V, superioară pragului inferior.

Dacă admitem starea inițială: T_{208} — blocat, T_{209} — saturat, funcționarea este următoarea: Tensiunea de colector a tranzistorului T_{209} fiind de cca 4 V, rezultă: T_{212} — blocat. Condensatoarele $C_{211} \dots C_{214}$ se încarcă liniar prin T_{213} . Cînd tensiunea a atins valoarea de 5 V, care corespunde unei tensiuni pe baza tranzistorului T_{208} de 3,8 V, circuitul basculant își schimbă starea, adică T_{208} — saturat și T_{209} blocat, ceea ce conduce la saturarea tranzistorului T_{212} . Aceasta fiind un tranzistor de comutație rapidă, condensatorul se descarcă. Descărcarea, care reprezintă cursa inversă a bazei de timp, are o durată foarte mică, de ordinul zecilor de nanosecunde, de aceea tranzistorul T_{212} trebuie să poată suporta un curent de colector în impuls de valoare mare. În această situație, potențialul condensatorului este practic nul și se blochează calea către baza tranzistorului T_{208} .

Condensatorul $C_{215} \dots C_{225}$ se descarcă lent de la valoarea de 3,8 V, la valoarea de 0,95 V, determinată de circuitul de polarizare a tranzistorului T_{208} . Deoarece nu a fost depășit (în minus) pragul inferior al C_{BB} , acesta nu își schimbă starea, și procesul nu se mai poate repeta, generatorul bază de timp rămînînd în starea de „așteptare“.

Dacă există semnalul de sincronizare, prin condensatorul C_{204} se aplică pe baza tranzistorului T_{208} impulsuri negative, coborîndu-i pentru scurt timp potențialul sub pragul inferior al C_{BB} (0,85 V). Primul impuls care a realizat aceasta, schimbă starea circuitului basculant, permițînd repetarea procesului descris anterior.

4. Circuitul de blocare a impulsurilor de declanșare.

În perioada utilă a bazei de timp, tranzistorul T_{209} este închis, deci potențialul colectorului are nivel coborît. Aceasta conduce la blocarea tranzistorului T_{210} și saturarea tranzistorului T_{211} , deci scurtcircuitarea colectorului tranzistorului T_{205} . Astfel, impulsurile dreptunghiulare realizate de circuitul basculant T_{204} , T_{205} sînt suprimate. Prin aceasta se exclude posibilitatea declanșării parazite a bazei de timp pe timpul cursei utile. De asemeni, acest

circuit contribuie la precizia amplitudinei semnalului generat de baza de timp.

5. Circuitul de comandă al modului „automat“.

Modul de funcționare „automat“ constă în generarea neîntreruptă a semnalelor liniar variabile, chiar și în absența semnalelor de sincronizare.

Deoarece modul de funcționare „automat“ conduce la o sincronizare defectuoasă, el nu se folosește decît în cazul semnalelor slabe, a căror amplitudine nu ar putea declanșa baza de timp. Scopul în care este conceput este acela de a menține desfășurarea pe orizontală, indiferent de amplitudinea și natura semnalului de vizualizat.

Circuitul de comandă al modului „automat“ coboară potențialul bazei tranzistorului T_{208} sub pragul inferior al C_{BB} (0,85 V), atît timp cît nivelul semnalului de sincronizare ar fi insuficient pentru declanșarea generatorului bază de timp. Cînd amplitudinea sa devine suficient de mare, îl readuce la valoarea de 0,95 V, fără a fi necesară o comandă din exterior.

Funcționarea se bazează pe faptul că tensiunea medie de colector a tranzistorului T_{204} este de cca 0,3 V în absența semnalului de sincronizare, și de 1...2,5 V, în prezența unui semnal capabil să declanșeze generatorul bază de timp.

Tensiunea de colector a tranzistorului T_{204} se aplică pe baza tranzistorului T_{206} , prin intermediul circuitului de integrare R_{215} , C_{205} . Contactul K 202 II este închis. Dacă tensiunea de bază a tranzistorului T_{206} este inferioară valorii de 0,6 V, curentul de colector al acestui tranzistor este practic nul, ceea ce determină saturarea tranzistorului T_{207} , adică introducerea în circuitul de polarizare a tranzistorului T_{208} a rezistorului R_{220} . Prin aceasta, generatorul bază de timp poate funcționa necomandat de impulsurile de declanșare.

Dacă semnalul de sincronizare este suficient de mare, starea tranzistoarelor T_{206} , T_{207} se inversează, făcînd ca potențialul bazei tranzistorului T_{208} să revină la valoarea de 0,95 V. Din acest moment, generatorul bază de timp funcționează pe baza impulsurilor de declanșare.

16.4.2. Modul de funcționare „declanșat“

Contactele K 202 fiind închise, circuitul de comandă al modului „automat“ este scos din funcțiune, prin saturarea tranzistorului T_{206} .

Cu ajutorul potențiometrului P_{201} („nivel“) se stabilește nivelul semnalului de sincronizare care va corespunde pragului de acționare al circuitului basculant T_{204} , T_{205} , prin modificarea tensiunii de colector a tranzistoarelor T_{202} , T_{203} . Acest reglaj are o deosebită importanță în cazul semnalelor care nu sînt în întregime periodice.

16.4.3. Modul de funcționare „automat“

Contactele K 202 sînt deschise, determinînd polarizarea tranzistorului T_{204} din circuitul propriu de polarizare și desaturarea tranzistorului T_{206} .

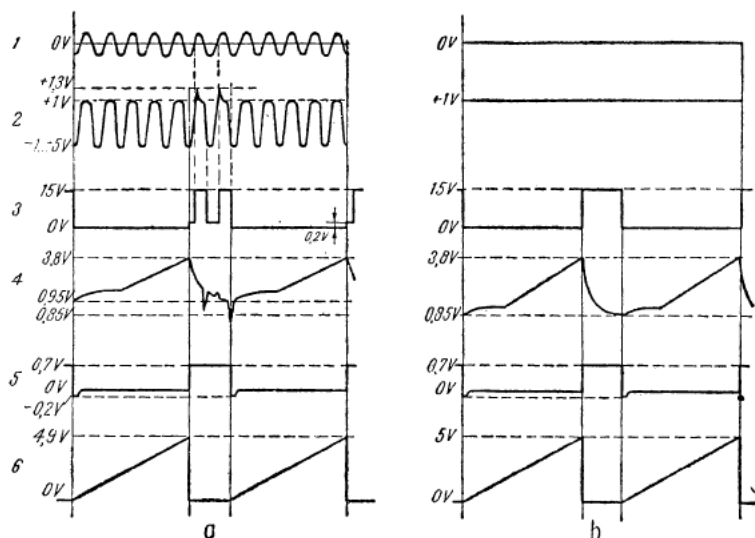


Fig. 16.4. Forma semnalelor pentru modul „declanșat“ (a) și „automat“ (b):

1 — semnalul de sincronizare (baza T_{201}); 2 — semnalul în baza tranzistorului T_{204} ; 3 — semnalul în colectorul tranzistorului T_{205} ; 4 — semnalul în baza tranzistorului T_{100} ; 5 — semnalul în baza tranzistorului T_{212} ; 6 — semnalul de ieșire al bazei de timp (borna 22).

În figura 16.4 se dau formele semnalelor în câteva puncte ale bazei de timp, corespunzător celor două moduri de funcționare.

16.4.4. Punerea în funcțiune

1. Reglajul rezistorului R_{221} .

- comutatorul K_{202} — în poziția „automat“;
- rezistorul R_{212} — corespunzător tensiunii maxime pe cursor;
- rezistorul R_{206} — într-o poziție mijlocie;
- potențiometrul P_{201} — într-o poziție mijlocie;
- bornele 2 și 3 — scurtcircuitate;
- rezistorul R_{221} — la valoarea minimă;
- se rotește cursorul rezistorului R_{221} până la apariția trasei pe ecranul tubului catodic; se rotește în continuare cu $5 \dots 10^\circ$;
- se comută K_{202} în poziția „declanșat“, poziție în care trasa trebuie să dispară.

Dacă acest reglaj nu este posibil, se pot modifica valorile rezistoarelor R_{222} sau R_{223} , în sensul necesar.

2. Reglajul rezistorului R_{212} .

- comutatorul K_{202} — în poziția „automat“;
- rezistorul R_{206} — la jumătatea cursei;
- potențiometrul P_{201} — la jumătatea cursei;
- comutatorul K_{203} — în poziție 0,3 ms/div;
- se aplică între bornele 2 și 3 un semnal de 5 mV_{ef}, cu frecvența de 1 kHz;
- se rotește cursorul rezistorului R_{212} , până când semnalul se sincronizează, urmărind imaginea pe ecranul tubului catodic. Cursorul va rămâne în această poziție.

3. Reglajul rezistorului R_{206} .

- comutatorul K_{202} — în poziție „declanșat“;
- comutatorul K_{203} — în poziția 0,3 mV/div;
- se scurtcircuitază bornele 2 și 3;
- se reglează potențiometrul P_{201} , astfel ca tranzistoarele T_{202} și T_{203} să aibă aceeași tensiune de colector;
- se aplică între bornele 2 și 3 un semnal de 10 mV_{ef}, cu frecvența de 1 kHz;

— se reglează R_{206} , pînă cînd apare imaginea pe ecranul tubului catodic, indiferent de poziția comutatorului K_{201} .

4. Reglajul rezistoarelor R_{239} , R_{241} , R_{243} se face folosind un generator de semnale dreptunghiulare. Potențiometrul P_{202} trebuie să fie în poziția „calibrat”; aceasta corespunde frecvenței maxime a bazei de timp.

Notă: Reglajele de la punctele 3 și 4 se fac în următoarele condiții:

— se deconectează borna 2 a bazei de timp de amplificatorul Y;

— semnalul de 1 kHz se aplică și la borna de intrare a osciloscopului.

16.4.5. Piesele electrice

Rezistoare:

R_{201} , R_{229} : 10 kohmi $\pm 20\%$;
 R_{202} : 6,8 kohmi $\pm 20\%$;
 R_{203} , R_{204} , R_{225} : 1 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{205} : 1,5 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{206} , R_{241} : 5 kohmi semireglabil;
 R_{207} , R_{226} , R_{244} : 2,2 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{208} , R_{235} : 5,6 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{209} : 4,7 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{210} , R_{220} : 15 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{211} , R_{213} : 3,3 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{212} , R_{221} : 2,5 kohmi — semireglabil;
 R_{214} : 1,2 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{215} : 8,2 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{216} , R_{227} , R_{230} , R_{231} : 1 kohm $\pm 10\%$;
 R_{217} : 33 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{218} : 22 kohmi $\pm 20\%$;
 R_{219} : 12 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{222} : 4,7 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{223} : 1,2 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{224} : 1,8 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{228} : 220 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{232} : 3,9 kohmi $\pm 5\%$;

R_{233} : 150 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{234} : 820 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{236} : 18 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{237} : 6,8 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{238} : 30 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{239} : 10 kohmi — semireglabil;
 R_{240} : 8,2 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{242} : 3 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{243} : 1 kohm — semireglabil;
 R_{245} : 2,7 kohmi $\pm 10\%$.

Toate rezistoarele sînt de 0,5 W.

Potențiometre:

P_{201} , P_{202} : 500 ohmi liniar.

Condensatoare:

C_{201} : 50 nF/30 V ceramic;
 C_{202} : 10 μ F/15 V electrolitic;
 C_{203} : 220 pF $\pm 20\%$ ceramic;
 C_{204} : 8,2 pF $\pm 0,5$ pF ceramic;
 C_{205} : 2 μ F $\pm 20\%$ /10 V cu tantal;
 C_{206} : 20 μ F/10 V electrolitic;
 C_{207} : 1 nF $\pm 20\%$ ceramic;
 C_{208} : 500 μ F/20 V electrolitic;
 C_{209} , C_{226} : 0,1 μ F/30 V ceramic;
 C_{210} , C_{216} : 10 μ F $\pm 10\%$ /10 V cu tantal;
 C_{211} , C_{218} : 1 μ F $\pm 10\%$ /10 V cu tantal;
 C_{212} , C_{220} : 0,1 μ F $\pm 5\%$ — cu hîrtie;
 C_{213} : 9 nF $\pm 5\%$ — polistiren;
 C_{214} : 1 nF $\pm 5\%$ — polistiren;
 C_{215} : 33 μ F $\pm 20\%$ /10 V cu tantal;
 C_{217} : 3,3 μ F $\pm 10\%$ /10 V cu tantal;
 C_{219} : 0,33 μ F $\pm 10\%$ cu hîrtie;
 C_{221} : 33 nF $\pm 10\%$ cu hîrtie;
 C_{222} : 10 nF $\pm 10\%$ cu hîrtie;
 C_{223} : 2,7 nF $\pm 10\%$ polistiren;
 C_{224} , C_{225} : 470 pF $\pm 10\%$ ceramic.

Diode:

D_{201} : BA 243;

D_{202} , D_{204} : BZ 102—2 V1 (3 \times BA 243);

D_{203} : PL 7V 5 Z;
 D_{205} : EFD 106;
 D_{206} : PL 10 Z;
 D_{207}, D_{209} : 1 N 4148;
 D_{208} : PL8 V2 Z.

Tranzistoare:

$T_{201}, T_{202}, T_{203}, T_{204}, T_{205}, T_{208}, T_{209}, T_{210}, T_{211}$: BF 214,
 BF 215;
 T_{206}, T_{214} : BC 109 C, BC 108 C, BC 172 C;
 T_{207} : BC 108 B, BC 172 B;
 T_{212} : 2 N 2369, BSX 20;
 T_{213} : BC 177 A;
 T_{215} : BC 178 B.

16.5. Amplificatorul X

Amplificatorul X are rolul de a amplifica semnalul generat de baza de timp (5 V_w) pînă la nivelul necesar devierii totale a spotului pe orizontală (zeci sau sute de volți).

16.5.1. Descrierea schemei electrice

În fig. 16.5 este dată schema electrică a amplificatorului X. Aceasta se compune din următoarele etaje:

1. Repetitorul: T_{301}, T_{302} , prezintă o impedanță de intrare de valoare ridicată (peste 10 Mohmi), cu scopul de a nu deforma semnalul linear variabil al bazei de timp.

2. Repetitorul: T_{303} , separă potențiometrul P_{301} (de poziționare pe orizontală) de intrarea tranzistorului T_{305} , și o conectează la masă (din punct de vedere alternativ), prin impedanța sa de ieșire scăzută.

3. Grupul final: $T_{304} \dots T_{307}$ realizează amplificarea și defazarea semnalului. În vederea obținerii unei simetrii

cit mai bune a semnalelor de ieșire (la bornele 13 și 14) și folosește generatorul de curent constant T_{310} .

Valoarea amplificării este determinată de rezistența emitor-emitor a tranzistoarelor T_{304} , T_{305} .

Prin intermediul comutatorului K_{301} („X5“) se mărește amplificarea etajului de 5 ori, în scopul detalierii imaginii pe orizontală.

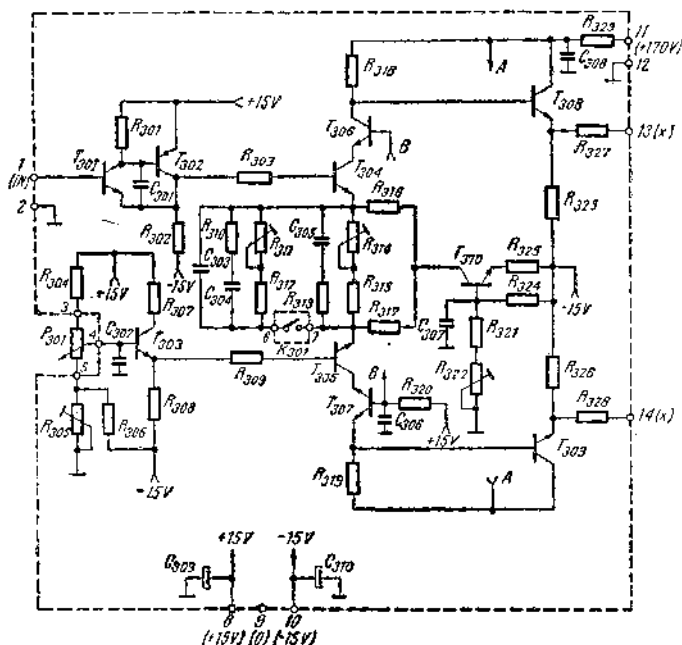


Fig. 16.5. Schema electrică a amplificatorului X.

Compensarea căderii amplificării la frecvențe înalte este asigurată de grupul R_{313} , C_{305} (pe poziția „X1“ a comutatorului K_{301}) și de grupul R_{310} , C_{304} , C_{303} (pe poziția „X5“).

Precizările făcute la paragraful 16.3.2. sînt valabile și pentru amplificatorul X.

16.5.2. Punerea în funcțiune

1. Reglajul rezistorului R_{322} .

- K_{301} — în poziția „X1“;
- se aplică între bornele 1 și 2 o sursă de tensiune de +2,5 V, baza de timp fiind deconectată;
- se egalează tensiunile la bornele 13 și 14 din P_{301} ;
- se rotește cursorul rezistorului R_{322} , pînă cînd tensiunea la bornele 13 și 14 este jumătate din tensiunea de alimentare.

2. Reglajul rezistorului R_{314} .

- se deconectează sursa de c.c. și se conectează baza de timp;
- comutatorul K_{301} — în poziția „X1“;
- se centrează pe verticală din P_{102} ;
- se centrează trasa pe orizontală din P_{301} ;
- baza de timp — pe poziția 1 ms/div;
- se rotește cursorul rezistorului R_{314} pînă cînd lungimea trasei depășește cu puțin diametrul tubului catodic.

3. Reglajul rezistorului R_{311} .

- comutatorul R_{301} — în poziția „X1“;
- se aplică la borna de intrare a osciloscopului un semnal dreptunghiular cu perioada de repetiție, corespunzătoare unei diviziuni;
- se trece comutatorul K_{301} în poziția „X5“;
- se rotește cursorul rezistorului R_{311} pînă cînd perioada semnalului devine 5 diviziuni.

4. Reglajul compensării:

- se aplică la borna 1, baza de timp fiind deconectată, un semnal de 0,5 V_{ef}, axat pe o tensiune de +2,5 V;
- se ajustează valorile pieselor R_{313} , C_{305} , respectiv R_{310} , C_{304} , C_{303} pînă cînd lungimea trasei este constantă în gama de frecvențe 0 ... 3 MHz. Nu se admit supracreșteri la frecvențe superioare.

16.5.3. Piesele electrice

Rezistoare:

R_{301} : 5,6 kohmi $\pm 20\%$;

R_{302} : 10 kohmi $\pm 20\%$;

R_{303}, R_{309} : 47 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{304}, R_{324} : 1,8 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{305} : 5 kohmi semireglabil;
 R_{306} : 1,5 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{307} : 470 ohmi $\pm 20\%$;
 R_{308} : 6,8 kohmi $\pm 20\%$;
 R_{310} : 27 ohmi (orientativ);
 R_{311} : 250 ohmi semireglabil;
 R_{312} : 100 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{313} : 150 ohmi (orientativ);
 R_{314} : 1 kohm semireglabil;
 R_{315} : 820 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{316}, R_{317} : 1,8 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{318}, R_{319} : 18 kohmi $\pm 5\%/1\text{ W}$;
 R_{320} : 100 ohmi $\pm 20\%$;
 R_{321} : 2,2 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{322} : 2,5 kohmi semireglabil;
 R_{323} : 560 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{325}, R_{326} : 22 kohmi $\pm 10\%/1\text{ W}$;
 R_{327}, R_{328} : 82 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{329} : 120 ohmi $\pm 20\%$;

Rezistoarele a căror putere nu este specificată sînt de 0,5 W.

Potențiometre:

P_{301} : 5 kohmi — liniar.

Condensatoare:

C_{301} : 10 pF $\pm 10\%$ ceramic;
 C_{302}, C_{307} : 10 nF/30 V ceramic;
 C_{303} : 47 pF (orientativ);
 C_{304} : 820 pF (orientativ);
 C_{305} : 100 pF (orientativ);
 C_{306} : 25 nF/30 V ceramic;
 C_{308} : 10 nF/500 V ceramic;
 C_{309} : 22 μ F/20 V electrolitic.

Tranzistoare:

T_{301} : BC 109 C, BC 172 C;

T_{302} : BC 177 B;

T_{303} , T_{304} , T_{305} , T_{310} : BF 214, BF 254;

T_{306} , T_{307} , T_{308} , T_{309} : BF 179, BF 258.

16.6. Amplificatorul semnalelor de stingere

Stingerea tubului catodic în afara cursei utile a bazei de timp se face prin scăderea potențialului grilei 1, față de potențialul catodului.

În figura 16.6 este dată schema electrică a amplificatorului de stingere.

La borna 24 a bazei de timp (vezi fig. 16.3) se obține un semnal dreptunghiular de polaritate pozitivă pe timpul în care tubul trebuie să fie stins. Acesta se aplică

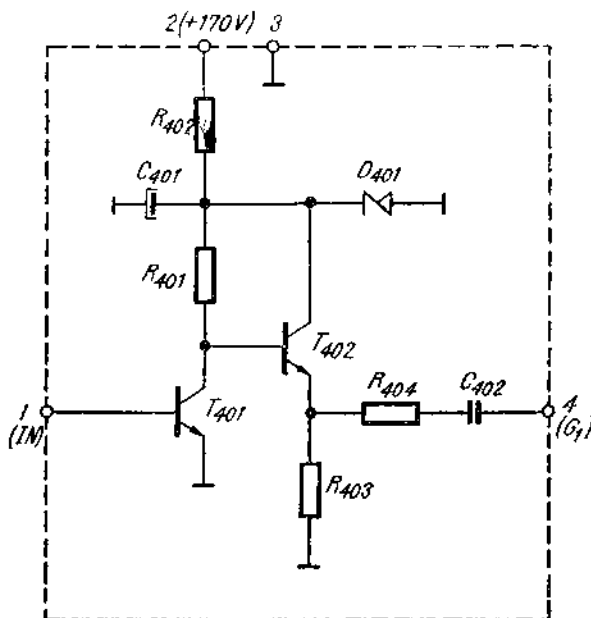


Fig. 16.6. Schema electrică a amplificatorului semnalelor de stingere.

la intrarea amplificatorului semnalelor de stingere. La ieșire, semnalul este defazat și amplificat la valoarea de 33 V_{vv}.

Dacă este necesară o tensiune mai mare de 33 V, se va mări tensiunea de alimentare (prin înlocuirea diodei Zenner) și se vor folosi tranzistoare corespunzătoare.

Piese electrice:

- R_{401} : 6,8 kohm $\pm 10\%$ /0,5 W;
- R_{402} : 15 kohm $\pm 10\%$ /2 W;
- R_{403} : 10 kohm $\pm 10\%$ /0,5 W;
- R_{404} : 1 kohm $\pm 20\%$ /0,5 W;
- C_{401} : 20 μ F/50 V — electrolitic;
- C_{402} : 5 nF/2 kV;
- D_{401} : PL 33 Z;
- T_{401} : BF 240, BF 199;
- T_{402} : BC 107 B.

16.7. Alimentarea tubului catodic

Alimentarea tubului catodic se face conform filei de catalog. Tuturor electrozilor trebuie să li se asigure potențialele corespunzătoare.

Datorită multitudinii de tipuri de tuburi catodice, diferind între ele prin chiar principiul de funcționare, nu se poate da o schemă generală de alimentare. În fig. 16.7 este prezentat un exemplu de alimentare, corespunzător unui tub catodic de construcție simplă.

Electrozii tubului catodic sînt alimentați de la un divizor de tensiune reglabil, astfel încît să se poată obține tensiunile prescrise în catalog, în plaja corespunzătoare, pentru fiecare electrod. Pentru calculul rezistoarelor rețelei de polarizare se va ține seama de următoarele:

- curentul I (vezi fig. 16.7) se alege la 0,1 ... 0,3 mA;
- potențialul anodului $a_1 a_3$ trebuie să fie egal cu potențialul mediu al plăcilor de deflexie.

Reglajele legate de alimentarea tubului catodic sînt următoarele:

- luminozitate: P_{501} ;

- focalizare: P_{502} ;
- astigmatism: P_{503} .

Stingerea este asigurată de impulsurile negative date de amplificatorul semnalelor de stingere. Acestea se aplică grilei 1 a tubului catodic prin condensatorul C_{402} .

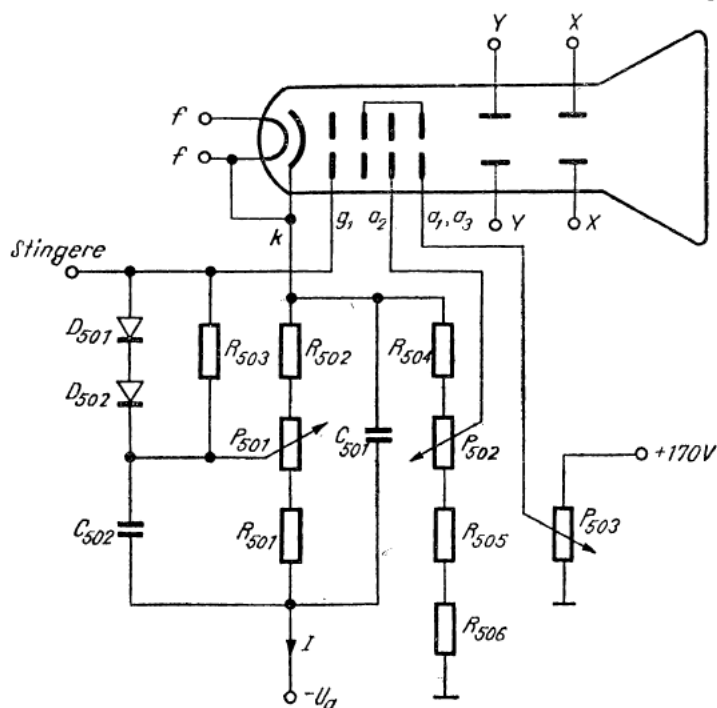


Fig. 16.7. Alimentarea tubului catodic.

Pentru refacerea componentei continue se folosește circuitul de axare: D_{501} , D_{502} : 1 N 4148 și R_{503} : 10 Mohmi.

16.8. Alimentatorul

Alimentatorul, a cărui schemă este dată în fig. 16.8, cuprinde următoarele surse:

1. Sursa pentru alimentarea etajelor finale X și Y, furnizează tensiunile de +120 și +170 V. Datorită simetriei etajelor finale și a consumului constant, nu este necesară stabilizarea tensiunilor, cu condiția ca tensiunea rețelei să se mențină în limitele normale ($-10\% \dots +5\%$).

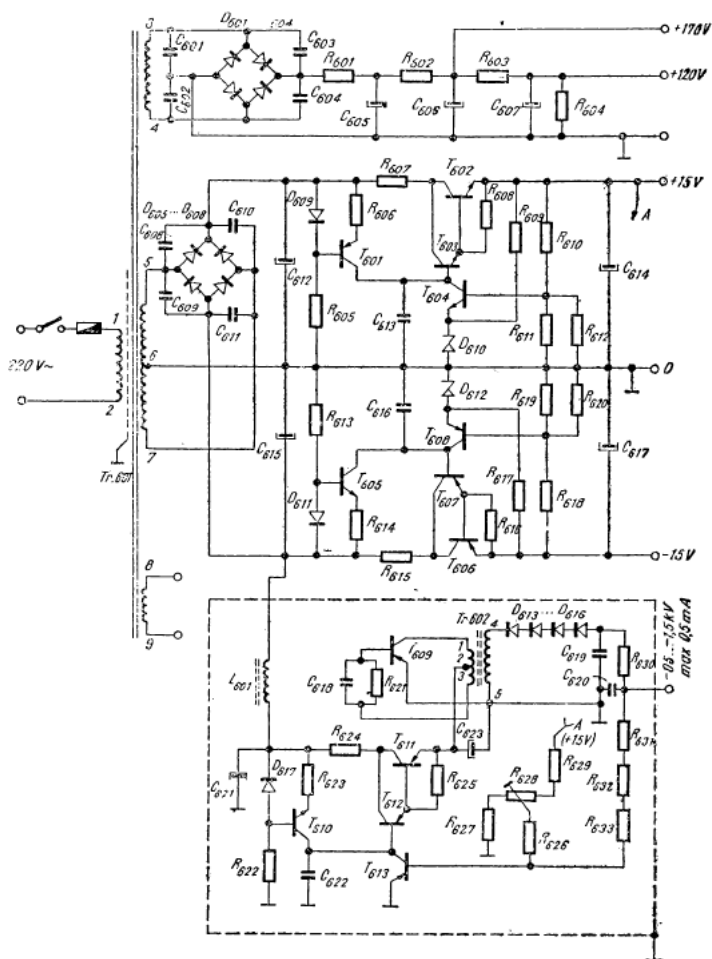


Fig. 16.8. Schema electrică a alimentatorului.

Dacă etajele finale necesită alte tensiuni de alimentare, dictate de sensibilitățile S_x și S_y ale tubului catodic, se va acționa asupra înfășurării 3—4 a transformatorului Tr_{601} și asupra divizorului R_{603} , R_{604} .

2. Sursa stabilizată de ± 15 V, cuprinde două stabilizatoare, alimentate de la un redresor de ± 22 V. Prin ajustarea valorii rezistoarelor R_{612} , R_{620} se reglează tensiunea de ieșire a stabilizatoarelor la valoarea $15 \text{ V} \pm \pm 0,2 \text{ V}$.

Tranzistoarele T_{602} , T_{606} se montează pe radiator.

3. Sursa de înaltă tensiune pentru accelerare.

Pentru obținerea tensiunii de accelerare se folosește un convertizor c.c.—c.c., care prezintă următoarele avantaje:

- tensiunea poate fi reglată în limite relativ largi;
- tensiunea este stabilizată;
- pentru filtrarea tensiunii se folosesc condensatoare de valoare redusă;
- suportă scurtcircuite accidentale.

Oscilatorul (T_{609}) are ca sarcină transformatorul ridicător T_{602} . Tensiunea de accelerare se obține prin redresarea și filtrarea tensiunii din secundarul transformatorului.

Alimentarea oscilatorului se face de la o sursă de tensiune ($T_{610} \dots T_{613}$) comandată de tensiunea de ieșire a convertizorului și avînd ca referință o tensiune stabilizată, reglabilă (divizorul R_{627} , R_{628} , R_{629}). Prin reglajul divizorului se stabilește valoarea tensiunii de ieșire a convertizorului.

Tranzistorul T_{611} se montează pe radiator.

Sursa de înaltă tensiune se ecranează în întregime, ecranul conectîndu-se la șasiul aparatului.

Piese electrice:

Rezistoare:

- R_{601} : 10 ohmi $\pm 10\%/4 \text{ W}$;
- R_{602} : 150 ohmi $\pm 20\%/2 \text{ W}$;
- R_{603} : 1 kohmi $\pm 10\%/4 \text{ W}$;
- R_{604} : 8,2 kohmi $\pm 10\%/2 \text{ W}$;
- R_{605} , R_{613} , R_{622} : 10 kohmi $\pm 10\%$;

$R_{606}, R_{614}, R_{608}, R_{616}$: 1 kohm $\pm 10\%$;
 R_{607}, R_{615} : 10 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{609}, R_{617} : 820 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{610}, R_{618} : 6,8 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{611}, R_{619} : 12 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{612}, R_{620} : 39 kohmi ... 100 kohmi;
 R_{621} : 1,2 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{623} : 2,2 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{624} : 6,8 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{625} : 100 ohmi $\pm 20\%$;
 R_{626} : 51 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{627} : 3,3 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{628} : 5 kohmi — semireglabil;
 R_{629} : 1,8 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{630} : 15 kohmi $\pm 5\%$;
 $R_{631}, R_{632}, R_{633}$: 2,2 Mohmi $\pm 5\%$.

Rezistoarele a căror putere nu este specificată sînt de 0,5 W.

Condensatoare:

$C_{601}, C_{602}, C_{603}, C_{604}$: 2,2 nF/1 kV ceramic;
 $C_{605}, C_{606}, C_{607}$: 50 μ F/350 V electrolitic;
 $C_{608}, C_{609}, C_{610}, C_{611}$: 4,7 nF/500 V ceramic;
 C_{612}, C_{615} : 2 200 μ F/30 V electrolitic;
 C_{613}, C_{616} : 22 nF $\pm 20\%$ poliester;
 C_{614}, C_{617} : 10 μ F/25 V electrolitic;
 C_{618} : 0,33 μ F cu hîrtie;
 C_{619}, C_{620} : 20 nF/2 kV;
 C_{621} : 100 μ F/30 V electrolitic;
 C_{622} : 10 nF poliester;
 C_{623} : 22 μ F/25 V electrolitic;

Diode:

$D_{601}, D_{602}, D_{603}, D_{604}$: 1 N 4007, F 407;
 $D_{605}, D_{606}, D_{607}, D_{608}$: 1 N 4002;
 $D_{609}, D_{611}, D_{617}$: DRD 2;
 D_{610}, D_{612} : PL 8 V 2 Z;
 $D_{613}, D_{614}, D_{615}, D_{616}$: F 407.

Tranzistoare:

T_{601} , T_{607} : BC 178 A, B;

T_{602} : BD 135;

T_{603} , T_{605} , δ_{610} : BC 108 A, B;

T_{604} : BC 108 B, C;

T_{608} , T_{613} : BC 178 B, C;

T_{606} , T_{612} : BD 136;

T_{609} : ASZ 15;

T_{611} : ASZ 15... ASZ 18.

Bobine:

L_{601} : 2...10 mH, cu miez de ferită.

Transformatoare:

T_{r601}

Înfășurarea 1—2: 220 V;

Înfășurarea 3—4: 145 V;

Înfășurarea 5—7: 38 V cu priză mediană;

Înfășurarea 8—9: în funcție de tensiunea de filament a tubului catodic. Se izolează față de celelalte înfășurări pentru a rezista la o tensiune de străpun-gere de min. 2 ori tensiunea de accelerare.

Puterea transformatorului este de cca 60 VA.

Se recomandă ca inducția să nu depășească 10 KGs.

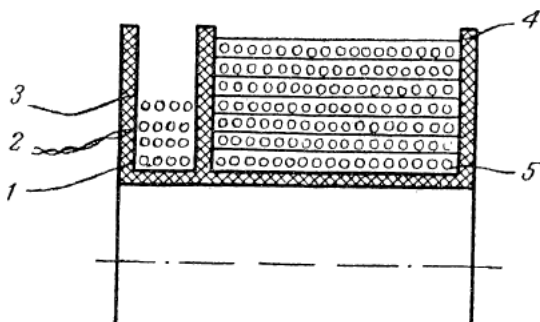


Fig. 16.9. Secțiune prin bobina transformatorului T_{602} .

Transformatorul se va blinda cu tablă de fier.

T_{rez} :

Înfășurarea 1—2: 15 spire CuEm \varnothing 0,25;

Înfășurarea 2—3: 6 spire CuEm \varnothing 0,25;

Înfășurarea 4—5: 1400 spire CuEm \varnothing 0,1.

În fig. 16.9. este dată o secțiune prin bobinajul transformatorului.

Miezul transformatorului este din ferită de tipul E30 cu factorul de inductanță: $A_L=1\,500 \dots 2\,000$ nH/sp².

Întrefier: 20 μ m.

În acest capitol este prezentat un generator de semnal sinusoidal și dreptunghiular, având următoarele caracteristici:

- gamele de frecvență: 20—63 Hz; 63—200 Hz; 200—630 Hz; 630—2 000 Hz; 2—6,3 kHz; 6,3—20 kHz;
- nivelul de ieșire: 0—3,16 V, reglabil fin și în trepte de câte 10 dB;
- distorsiuni: sub 0,02%;
- impedanța de ieșire: 600 ohmi nesimetric.

17.1. Schema bloc

Schema bloc a generatorului este dată în fig. 17.1. Modul de funcționare (sinusoidal sau dreptunghiular) se stabilește cu ajutorul comutatorului *K*. În poziția 0—1,

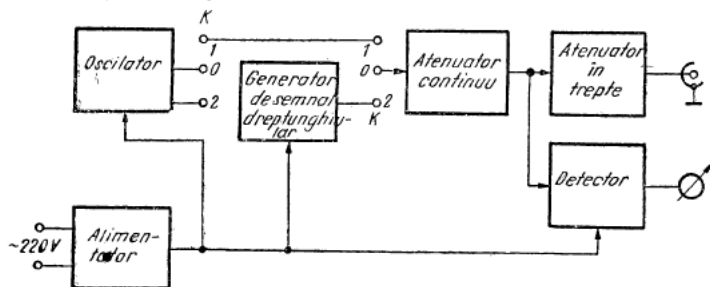


Fig. 17.1. Schema bloc a generatorului de audiofrecvență.

oscilatorul este conectat la ieșirea aparatului prin intermediul atenuatoarelor. În poziția 0—2, între oscilator și atenuator este intercalat generatorul de semnal dreptunghiular.

Pentru indicarea nivelului de ieșire al generatorului, semnalul obținut la ieșirea atenuatorului continuu este detectat în vederea măsurării lui cu un instrument de curent continuu.

17.2. Oscilatorul

În principiu, oscilatorul este realizat cu un amplificator cu două bucle de reacție: una pozitivă și selectivă, care determină frecvența de oscilație, și una negativă, independentă de frecvență, care determină și stabilizează nivelul oscilației de ieșire.

Reacția pozitivă se aplică pe borna „+” a amplificatorului (fig. 17.2). Defazajul introdus de elementele punții (R_1 , C_1 , R_2 , C_2) este nul la frecvența f_0 , dată de relația:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

Doar la această frecvență reacția este pozitivă, f_0 fiind frecvența de oscilație a sistemului.

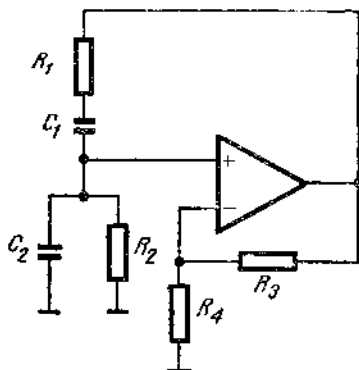


Fig. 17.2. Oscilator cu punte Wien.

Rețeaua formată din rezistoarele R_3 și R_4 constituie bucla de reacție negativă. Prin alegerea raportului valorilor acestor rezistoare se stabilește amplificarea dorită. Dacă $R_1=R_2$ și $C_1=C_2$, amorsarea oscilației are loc pentru o valoare a amplificării egală cu 3.

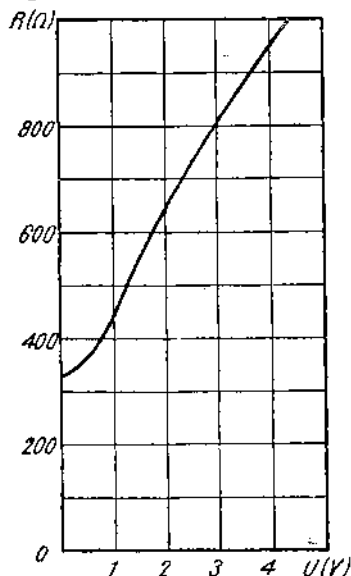


Fig. 17.3. Caracteristica $R=f(U)$ a unui bec de 60 V/20 mA.

În cazul acestui montaj, cele mai mici variații ale amplificării în jurul valorii stabilite, conduc la modificări substanțiale ale nivelului oscilației. Acest neajuns poate fi înlăturat prin înlocuirea rezistorului R_4 cu rezistența filamentului unui bec cu incandescență. Caracteristica $R=f(U)$ este dată în fig. 17.3. Creșterea rezistenței filamentului la mărirea tensiunii la bornele becului, respectiv scăderea ei la micșorarea tensiunii, conduce la stabilizarea nivelului semnalului de ieșire. Stabilizarea este cu atât mai bună cu cât amplificarea și panta caracteristicii rezistenței becului sînt mai mari. Se observă că panta maximă corespunde unei tensiuni mult mai mici decît cea nominală a becului. Știind că tensiunea la bornele becului este aproximativ 1/3 din tensiunea de ieșire, se poate alege tipul becului.

Reglajul frecvenței se poate face fie cu ajutorul unui potențiomtru dublu (R_1 și R_2), fie cu ajutorul unui condensator variabil dublu (C_1 și C_2). Pentru ca nivelul de ieșire să fie constant cu frecvența, este necesar ca cele două elemente reglabile (rezistențe sau condensatoare) să aibă aceeași valoare în orice poziție de reglaj. Condensatoarele variabile, prin construcție, sint bine calibrate; în plus prezintă avantajul că nu se deteriorează în timp.

Folosirea condensatorului variabil atrage după sine valori mari pentru rezistențele punții Wien, în special la frecvențe joase. Impedanța de intrare a amplificatorului trebuie să fie cu câteva ordine de mărime mai mare decît cea mai mare rezistență a punții, impunîndu-se astfel ca primul tranzistor al amplificatorului să fie un tranzistor cu efect de cîmp.

17.2.1. Descrierea schemei electrice

Schema electrică a oscilatorului, cuprinzînd amplificatorul și cele două bucle de reacție este dată în fig. 17.4. Amplificatorul are patru etaje de amplificare, echipate cu tranzistoarele $T_{101} \dots T_{104}$ și un repetor pe emitor — T_{105} . Folosirea alternată a tranzistoarelor PNP și NPN a făcut posibilă cuplarea în curent continuu a tuturor etapelor. Prin aceasta se obține o bună stabilitate a regimului de curent continuu a amplificatorului și o bună funcționare a oscilatorului la frecvențe foarte joase.

Primul etaj este echipat cu un tranzistor cu efect de cîmp, MOS-FET cu canal inițial de tip N, avînd $V_{DS\ max} \geq 40$ V. Polarizarea porții se realizează de la divizorul de tensiune R_{113} , R_{114} , R_{115} , prin rezistoarele punții Wien. Prin reglajul polarizării se obține excursia maximă a tensiunii de ieșire, ceea ce determină valoarea minimă a factorului de distorsiuni.

Ultimele trei etaje (T_{103} , T_{104} , T_{105}) au o buclă de reacție parțială (prin R_{124}), în scopul liniarizării caracteristicii de amplitudine la nivel mare.

Amplificarea de tensiune, în absența buclei de reacție negativă globală este de cca. 54 dB, iar factorul de distorsiuni sub 1%.

Buclo de reacție negativă este formată din rezistoarele R_{127} , R_{128} și rezistența becului B . Nivelul semnalului de ieșire se stabilește prin reglajul rezistorului R_{128} .

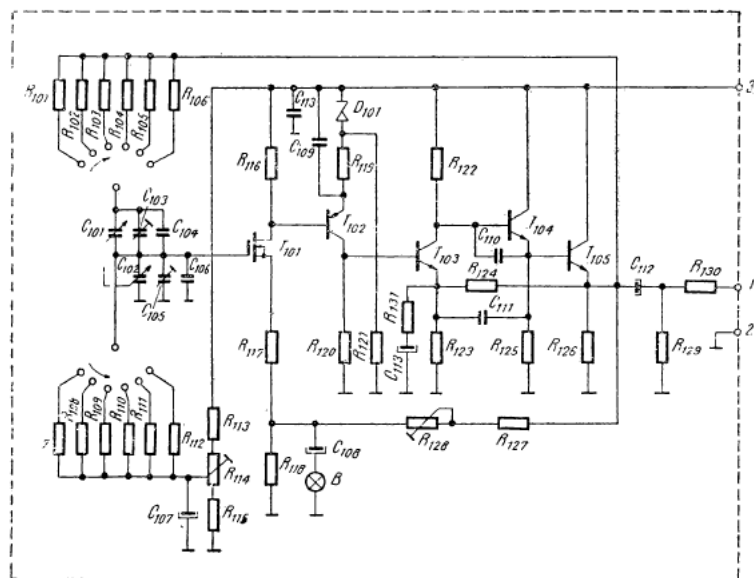


Fig. 17.4. Schema electrică a oscilatorului.

Puntea Wien.

Gamele de frecvență se stabilesc prin comutarea rezistoarelor $R_{101} \dots R_{106}$, respectiv $R_{107} \dots R_{112}$. Acordul în cadrul unei game se face cu condensatorul variabil C_{101} , C_{102} . Deoarece acoperirea unei game (raportul dintre frecvența maximă și cea minimă) este de cca 3,16, plaja de reglaj a condensatorului variabil este redusă prin conectarea în paralel cu aceasta a condensatoarelor C_{103} , C_{104} și C_{105} , C_{106} . Reducerea acoperirii, față de cea permisă de condensatorul variabil are următoarele avantaje:

- semnalul de ieșire este mai constant în gamă;
- precizia citirii frecvenței este mai bună;
- se îmbunătățește liniaritatea scării.

17.2.2. Punerea în funcțiune

1. Reglajul regimului de curent continuu:

— comutatorul de game — pe poziția: 630—2 000 Hz;

— rezistorul R_{128} — pe valoarea maximă;

— se reglează R_{114} , pentru a obține pe emitorul tranzistorului T_{105} , tensiunea de $20 V \pm 1 V$;

— se verifică dacă pe sursa tranzistorului T_{101} este aceeași tensiune cu cea de pe emitorul tranzistorului T_5 . Dacă diferența este mai mare de 0,5 V se ajustează valoarea rezistorului R_{118} și se reface reglajul de mai sus.

2. Verificarea stabilității montajului, la oscilații parazite.

Se conectează un osciloscop la borna de ieșire a aparatului și se verifică calitativ forma semnalului de ieșire la toate frecvențele. Datorită toleranțelor pieselor și a capacităților parazite este posibil ca semnalul să fie puternic deformat sau să fie modulată cu un semnal de frecvență foarte joasă. Aceste defecte apar ca urmare a instabilității amplificatorului în prezența reacției negative, datorită unei caracteristici de fază necorespunzătoare în domeniul frecvențelor înalte (sute de kHz sau MHz). În acest caz se vor ajusta valorile condensatoarelor C_{109} , C_{110} , C_{111} . Montajul poate fi considerat suficient de stabil, dacă prin micșorarea valorii rezistorului R_{131} de la 680 ohmi la 330 ohmi, efectele descrise mai sus nu apar.

Notă: La comutarea de la o gamă la alta, sau la pornire, apare o modulare a semnalului cu o frecvență joasă, care se „stinge” în maximum citeva secunde. Aceasta constituie o particularitate a acestui tip de oscilator, și nu poate fi înlăturată.

3. Reglajul frecvenței și a uniformității nivelului de ieșire.

Pentru reglaj se folosesc: un generator de joasă frecvență etalonat, un osciloscop și un milivoltmetru, conectate ca în fig. 17.5. Dacă frecvențele celor două oscilații sunt aceleași, pe ecranul osciloscopului apare un cerc sau o elipsă, stabile. Ordinea reglajelor este următoarea:

- a) comutatorul de game — pe poziția 630—2 000 Hz;
- b) condensatorul variabil — complet închis;
- c) se reglează R_{128} , astfel ca tensiunea maximă de ieșire a generatorului să fie de 3 V;

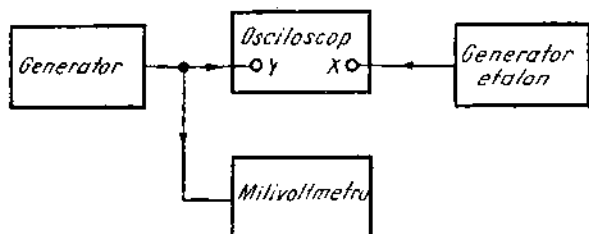


Fig. 17.5. Montaj pentru reglarea și etalonarea generatorului.

d) se deschide condensatorul variabil și se reglează C_{103} și C_{105} pînă cînd tensiunea de ieșire este tot de 3 V, iar frecvența de 2 200 Hz;

e) se închide condensatorul variabil și se reface reglajul nivelului de ieșire din R_{128} ;

f) se repetă succesiv reglajele de la punctele d și e. pînă cînd neuniformitatea nivelului de ieșire în gamă este mai mică de 0,2 dB și frecvența maximă este de 2 200 Hz;

g) se verifică frecvența minimă din gamă, care trebuie să fie de 567 Hz ± 20 Hz.

În cazul folosirii unui condensator variabil cu altă capacitate decît cea indicată la paragraful 17.2.3., se vor modifica valorile condensatoarelor C_{104} , C_{105} și a rezistoarelor $R_{101} \dots R_{112}$. Acestea din urmă vor fi proporționale cu valorile date la paragraful 17.2.3. Reglajele se vor face pe gama 630—2 000 Hz, în vederea obținerii capetelor de gamă de 567 și 2 200 Hz.

Dacă valorile rezistoarelor $R_{101} \dots R_{112}$ sînt suficient de precise, celelalte capete de gamă vor rezulta automat:

18 Hz — 69,84 Hz

56,7 Hz — 220 Hz

180 Hz — 698,4 Hz

567 Hz — 2,2 kHz
1,8 kHz — 6,984 kHz
5,67 kHz — 22 kHz.

În caz contrar, se vor ajusta valorile rezistoarelor punții, gamă cu gamă, deoarece generatorul are doar două scări: 20—63; 63—200, pe care se vor citi toate frecvențele, înmulțind indicația de pe scară cu 1,10 sau 100. Etalonarea generatorului se face tot cu montajul din fig. 17.5. Dacă se dorește, numărul gamelor poate fi extins, astfel ca generatorul să funcționeze de la 6,3 Hz la 200 kHz, fără să apară probleme deosebite; se va verifica stabilitatea, și dacă este necesar se vor reajusta valorile condensatoarelor C_{109} , C_{110} , C_{111} .

Observație: Reglajele se fac cu toate ecranele montate și conectate la masa aparatului.

4. Reglajul final al nivelului:

— atenuatoarele — pe poziția corespunzătoare atenuării minime;

— se reglează R_{128} , măsurând tensiunea eficace a semnalului de ieșire al aparatului, care trebuie să fie de 3,16 Vef.

17.2.3. Valorile pieselor electrice

Rezistoare:

R_{101} , R_{107} : 14,58 Mohmi $\pm 1\%$;
 R_{102} , R_{108} : 4,63 Mohmi $\pm 1\%$;
 R_{103} , R_{109} : 1,458 Mohmi $\pm 1\%$;
 R_{104} , R_{110} : 463 kohmi $\pm 1\%$;
 R_{105} , R_{111} : 145,8 kohmi $\pm 1\%$;
 R_{106} , R_{112} : 46,3 kohmi $\pm 1\%$;
 R_{113} : 1,8 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{114} : 250 ohmi semireglabil;
 R_{115} : 2 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{116} : 4,7 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{117} : 100 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{118} : 22 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{119} : 510 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{120} , R_{124} : 5,6 kohmi $\pm 5\%$;

R_{121} : 6,8 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{122} : 1,8 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{123} ; R_{127} : 1 kohm $\pm 5\%$;
 R_{125} : 2,7 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{126} : 510 ohmi $\pm 5\%/1$ W;
 R_{128} : 500 ohmi semireglabil;
 R_{129} : 47 kohmi $\pm 20\%$;
 R_{130} : 499 ohmi $\pm 1\%$;
 R_{131} : 680 ohmi $\pm 5\%$;

Toate rezistoarele a căror putere nu este specificată sînt de 0,5 W.

Bec: 60 V/20 mA.

Condensatoare:

C_{101} , C_{102} : 50 ... 500 pF variabil;
 C_{103} , C_{105} : 10 ... 60 pF ajustabil;
 C_{104} : 82 pF $\pm 5\%$ polistiren;
 C_{106} : 68 pF $\pm 5\%$ polistiren;
 C_{107} : 10 μ F/30 V cu tantal;
 C_{108} ; C_{112} : 1 500 μ F/30 V electrolitic;
 C_{109} : 220 pF (orientativ);
 C_{110} : 4,7 pF (orientativ);
 C_{111} : 47 pF (orientativ);
 C_{112} : 22 nF/100 V ceramic;
 C_{113} : 100 μ F/10 V electrolitic.

Diode:

D_{101} : PL3V 3Z.

Tranzistoare:

T_{101} : vezi textul
 T_{102} , T_{104} : BC 177 A, B;
 T_{103} : BC 107 B;
 T_{105} : 2 N 2219.

17.2.4. Recomandări constructive

Deoarece șasiul condensatorului variabil este „punct cald”, fiind conectat la poarta tranzistorului T_{101} , și rezistoarele punții Wien au valori mari, montajul este foarte

sensibil la brum. Se impune ecranarea totală a oscilatorului, fără de care funcționarea sa poate fi imposibilă.

Pentru minimizarea posibilității de apariție a oscilațiilor parazite este necesară micșorarea pe cât este posibil a următoarelor capacități parazite:

- capacitatea: sursă-masă a tranzistorului T_{101} ;
- capacitatea: emitor T_{105} — poartă T_{101} ;
- capacitatea: emitor T_{105} — sursă T_{101} .

Se recomandă ca piesele corespunzătoare celor două bucle de reacție să fie stabile cu temperatura și în timp.

Tranzistorul T_{105} se montează pe radiator.

17.3. Generatorul de semnal dreptunghiular

Generatorul de semnal dreptunghiular este comandat de oscilator, transformînd semnalul sinusoidal în semnal dreptunghiular.

17.3.1. Descrierea schemei electrice

În fig. 17.6. este dată schema electrică a generatorului de semnal dreptunghiular. Semnalul sinusoidal de la oscilator se aplică primului etaj — amplificator limitator (T_{201}). În colectorul tranzistorului T_{201} se obține un semnal trapezoidal care comandă circuitul basculant bistabil (CBB) T_{202} , T_{203} . Prin polarizarea bazei tranzistorului T_{203} de la rezistorul semireglabil R_{207} se poziționează (în tensiune) pragurile de acționare ale CBB pe flancurile semnalului trapezoidal. Reglajul polarizării se face în scopul obținerii unui factor de umplere al semnalului dreptunghiular, de 0,5.

Cele două repetoare conectate în cascadă (T_{204} , T_{205}) separă colectorul tranzistorului T_{203} de ieșire, asigurînd buna funcționare a CBB .

Rezistența de ieșire a tranzistorului T_{205} este cca jumătate din valoarea rezistorului de emitor. Pentru a se obține o rezistență de ieșire de 500 ohmi, se conectează în serie cu ieșirea rezistorul R_{214} .

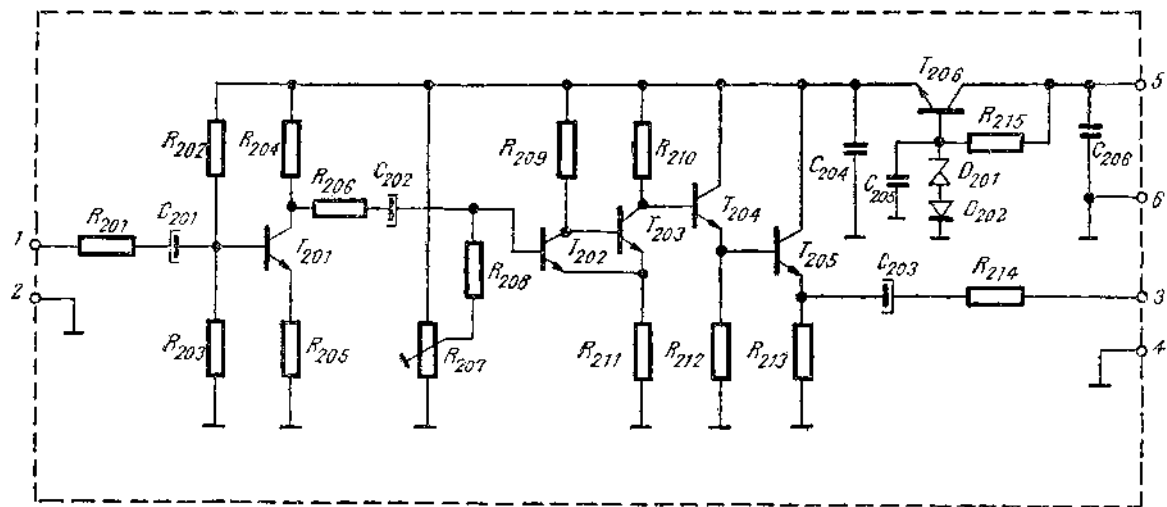


Fig. 17.6. Schema electrică a generatorului de semnal dreptunghiular.

Alimentarea se face prin reductorul de tensiune — T_{206} , la ieșirea căruia se obțin cca 13 V, deoarece nivelul de ieșire depinde doar de tensiunea de alimentare și trebuie să fie egal cu nivelul de ieșire al oscilatorului (în valori eficace).

17.3.2. Punerea în funcțiune

Se conectează un osciloscop la ieșirea aparatului.

1. Se reglează R_{207} , pînă cînd cele două paliere ale semnalului de ieșire au aceeași durată.

2. Se măsoară amplitudinea semnalului de ieșire, atenuatoarele fiind pe poziția de atenuare minimă. Trebuie să se obțină un semnal de $6,32 V_{\text{eff}} \pm 0,2 V$, prin alegerea diodei D_{202} .

17.3.3. Valorile pieselor electrice

Rezistoare:

- R_{201} : 10 kohmi $\pm 10\%$;
- R_{202} : 47 kohmi $\pm 5\%$;
- R_{203} : 5,1 kohmi $\pm 5\%$;
- R_{204} , R_{209} : 1,8 kohmi $\pm 5\%$;
- R_{205} : 150 ohmi $\pm 5\%$;
- R_{206} : 4,7 kohmi $\pm 10\%$;
- R_{207} : 25 kohmi semireglabil;
- R_{208} : 680 ohmi $\pm 20\%$;
- R_{210} : 510 ohmi $\pm 5\%$;
- R_{211} : 10 ohmi $\pm 10\%$;
- R_{212} : 1,2 kohmi $\pm 10\%$;
- R_{213} : 196 ohmi $\pm 2\%/1 W$;
- R_{214} : 402 ohmi $\pm 1\%$;
- R_{215} : 3,3 kohmi $\pm 10\%$.

Rezistoarele a căror putere nu este specificată sînt de 0,5 W.

Condensatoare:

- C_{201} : 50 $\mu F/15 V$ electrolitic;

C_{202} : 220 μ F/15 V electrolitic;
 C_{203} : 2 200 μ F/15 V electrolitic;
 C_{204} , C_{205} , C_{206} : 1 nF/500 V ceramic.

Diode:

D_{201} : PL 12 Z;
 D_{202} : DRD 1 ... DRD 4.

Tranzistoare:

$T_{201} \dots T_{204}$: 2 N 2369;
 T_{205} : 2 N 2219;
 T_{206} BD 135. — Se montează pe radiator.

17.4. Atenuatorul

Prin intermediul atenuatorului, nivelul semnalului de ieșire poate fi reglat continuu, și în trepte de către 10 dB.

Reglajul continuu este realizat cu un potențiomtru dublu P_{301-I} de 500 ohmi și P_{301-II} de 250 ohmi (fig. 17.7). Rezistențele de ieșire ale celor două generatoare ale aparatului (sinusoidal și dreptunghiular) sînt de 500 ohmi. Prin montarea celor două secțiuni ale potențiometrului ca în fig. 17.7. se obține o rezistență de ieșire aproximativ constantă în funcție de poziția cursorului (500 625 ohmi).

Atenuatorul în trepte este astfel calculat, încît rezistența sa de ieșire să fie de 600 ohmi, pe fiecare treaptă.

Datorită rezistoarelor de valoare relativ redusă, atenuatorul poate funcționa corect într-o gamă largă de frecvențe (0 ... 1 MHz). Este necesar însă, ca la realizarea atenuatorului să se țină seama de următoarele recomandări:

— capacitățile parazite ale rezistoarelor atenuatorului în trepte, unele față de altele, și către masă să fie reduse la minimum printr-o poziționare judicioasă;

— atenuatorul (inclusiv comutatorul) să fie ecranat față de restul aparatului;

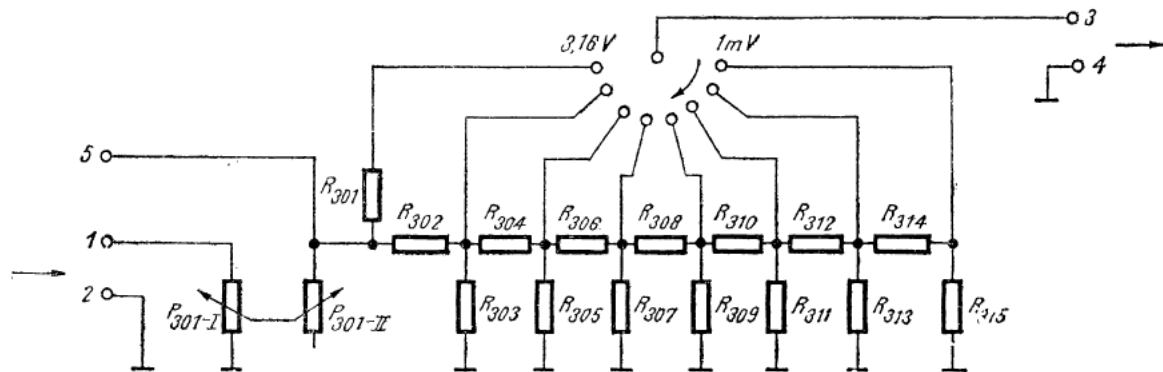


Fig. 17.7. Schema electrică a atenuatorului.

— capacitatea parazită dintre intrare și ieșire să fie redusă la minimum;

— punctele de masă ale bornelor (intrare și ieșire) și ale rezistoarelor să respecte ordinea indicată pe schema electrică.

Valorile pieselor electrice:

R_{301} : 370,7 ohmi $\pm 1\%$;

R_{302} : 1897,0 ohmi $\pm 1\%$;

R_{303} : 1353,0 ohmi $\pm 1\%$;

R_{304} , R_{306} , R_{308} , R_{310} , R_{312} , R_{314} : 1 708 ohmi $\pm 1\%$;

R_{305} , R_{307} , R_{309} , R_{311} , R_{313} : 1 155 ohmi $\pm 1\%$;

R_{315} : 790 ohmi $\pm 1\%$.

Toate rezistoarele sînt de 0,25 sau 0,5 W.

P_{301} : 500 + 250 ohmi liniar.

17.5. Detectorul

Indicarea tensiunii de ieșire a aparatului se face prin măsurarea tensiunii de ieșire a atenuatorului continuu, unde aceasta are valoarea 0 ... 3,16 V, indiferent de poziția atenuatorului în trepte. Instrumentul indicator (microampermetru de 50 ... 200 μ A) are două scări: 0 ... 1 și 0 ... 3,16. Ținînd seama de poziția atenuatorului în trepte și de indicația instrumentului se poate determina nivelul de ieșire al aparatului.

Pentru detecția semnalului alternativ (sinusoidal sau dreptunghiular) se folosește montajul din fig. 17.8.

Repetorul dublu T_{401} , T_{402} , separă detectorul de calea de semnal pentru ca aceasta să nu producă deformarea semnalului.

Detectorul D_{401} , D_{402} , dublor de tensiune, are o caracteristică de transfer relativ liniară, datorată rezistoarelor R_{406} , R_{407} .

Valorile rezistoarelor R_{408} , R_{409} se stabilesc în funcție de sensibilitatea instrumentului și de faptul că indicația

trebuie să fie aceeași pe cele două moduri de funcționare ale aparatului.

Scara instrumentului se gradează în valori eficace. Pentru etalonare se folosește un milivoltmetru de joasă frecvență, care se conectează la borna de ieșire a aparatului.

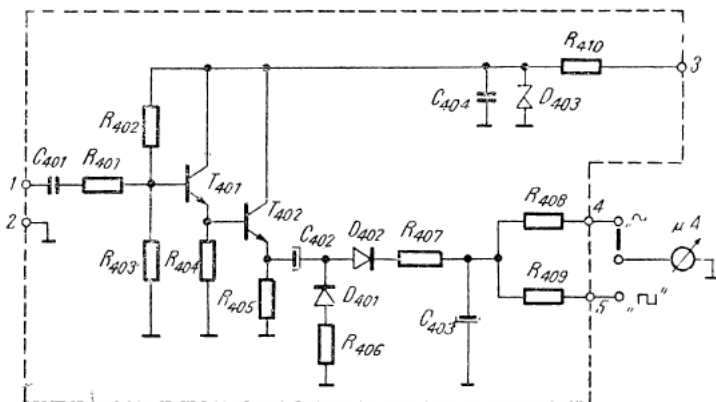


Fig. 17.8. Schema electrică a detectorului.

Tensiunea de alimentare este redusă prin divizorul R_{410} , D_{403} .

Valorile pieselor electrice:

Rezistoare:

R_{401} : 4,7 kohmi $\pm 20\%$;

R_{402} : 4,7 Mohmi $\pm 10\%$;

R_{403} : 6,8 Mohmi $\pm 10\%$;

R_{404} : 100 kohmi $\pm 10\%$;

R_{405} : 2,2 kohmi $\pm 10\%$;

R_{406} , R_{407} : 1,2 kohmi $\pm 5\%$;

R_{408} : vezi textul;

R_{409} : vezi textul;

R_{410} : 2,2 kohmi $\pm 10\%$ /1 W.

Toate rezistoarele ale căror puteri nu sînt specificate, sînt de 0,5 W sau 0,25 W.

Condensatoare:

C_{401} : 0,47 μ F/100 V cu hîrtie; C_{403} : 100 μ F/6 V electrolitic;

C_{402} : 100 μ F/16 V electrolitic; C_{404} : 0,1 μ F/30 V ceramic.

Diode:

D_{401} , D_{402} : EFD 106; D_{403} : PL 15 Z.

Tranzistoare:

T_{401} , T_{402} : BC 109 C, BC 108 C, BC 172 C, BC 173 C.

17.6. Alimentatorul

Toate blocurile funcționale ale aparatului se alimentează de la un stabilizator de tensiune de +40 V. Curentul consumat este de cca 150 mA.

Pentru obținerea performanțelor propuse este necesar ca filtrarea și stabilizarea tensiunii redresate să fie foarte bune. În același scop, cîmpul de dispersie al transformatorului de rețea trebuie să fie cît mai redus; aceasta se realizează prin alegerea unei inducții de valoare coborîtă (8–10 kGs), sau prin ecranarea magnetică a transformatorului (cu tablă de fier).

În fig. 17.9. este dată schema electrică a alimentatorului stabilizat.

Condensatoarele $C_{501} \dots C_{504}$ înlătură perturbațiile produse de puntea redresoare, diodele fiind cu siliciu.

Filtrarea tensiunii redresate este asigurată de celula în π C_{505} , R_{501} , C_{506} .

Pentru o cît mai bună stabilizare a tensiunii se impune ca amplificatorul de eroare (T_{504}) să aibă o amplificare cît mai mare. Aceasta se realizează prin mărirea rezistenței sale de sarcină, care se face pe două căi:

— alimentarea amplificatorului de eroare printr-un generator de curent constant (T_{501});

— folosirea pentru regulatorul de tensiune a două tranzistoare în conexiune Darlington (T_{502} , T_{503}).

Tensiunea de referință este dată de dioda Zenner: D_{506} .

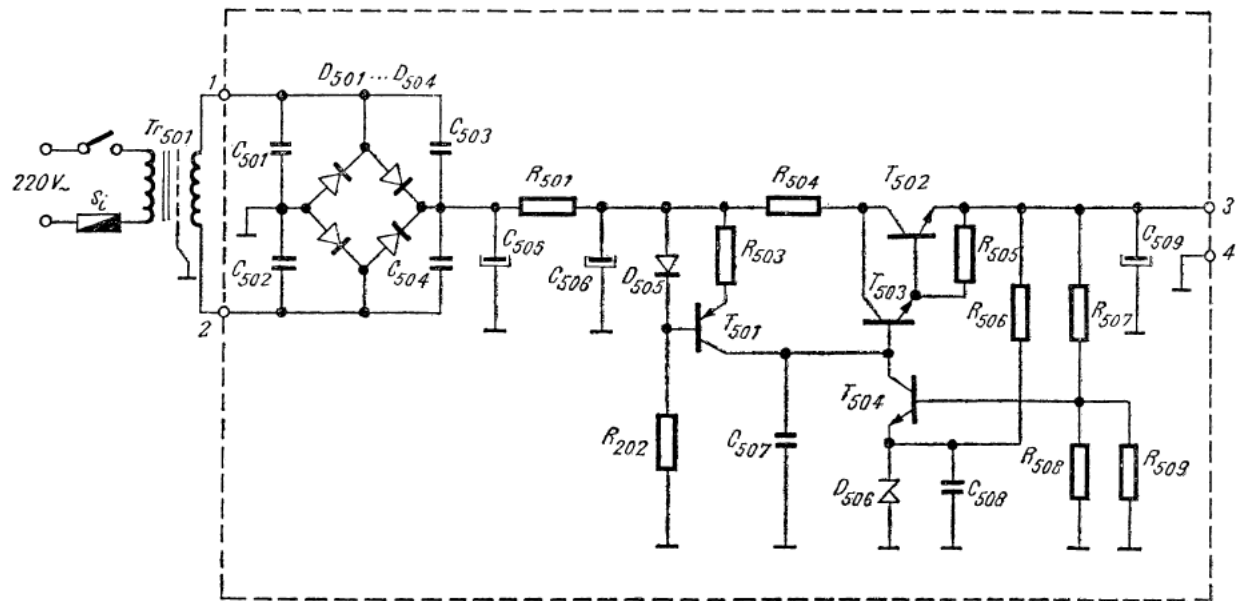


Fig. 17.9. Schema electrică a alimentatorului.

Condensatorul C_{509} reduce rezistența de ieșire a stabilizatorului la frecvențe înalte.

Stabilirea tensiunii de ieșire la valoarea de $40\text{ V} \pm 0,3\text{ V}$ se face prin optimizarea valorii rezistorului R_{509} .

Tensiunea în sarcină, la bornele condensatorului C_{506} trebuie să fie de $48 \dots 50\text{ V}$, corespunzătoare unei tensiuni de rețea de 220 V .

Tranzistorul T_{502} se montează pe radiator.

Valorile pieselor electrice:

Rezistoare:

R_{501} : $5 \dots 15\text{ ohmi}/1\text{ W}$;

R_{502} : $15\text{ kohmi} \pm 10\%$;

R_{503} : $1,5\text{ kohmi} \pm 10\%$;

R_{504} : $10\text{ ohmi} \pm 10\%$;

R_{505} : $1\text{ kohm} \pm 10\%$;

R_{506} : $3,9\text{ kohmi} \pm 10\%$;

R_{507} : $15\text{ kohmi} \pm 5\%$;

R_{508} : $6,8\text{ kohmi} \pm 5\%$;

R_{509} : $18\text{ kohmi} \dots 82\text{ kohmi}$.

Rezistoarele a căror putere nu este specificată sînt de $0,5\text{ W}$.

Condensatoare:

$C_{501} \dots C_{504}$: $4,7\text{ nF}/500\text{ V}$ ceramic;

C_{505}, C_{506} : $470\text{ }\mu\text{F}/63\text{ V}$ electrolitice;

C_{507} : $22\text{ nF} \pm 20\%$ — poliester;

C_{508} : $0,1\text{ }\mu\text{F}/30\text{ V}$ ceramic;

C_{509} : $200\text{ }\mu\text{F}/63\text{ V}$ electrolitic.

Diode:

$D_{501} \dots D_{504}$: punte $1\text{ PM } 1$;

D_{505} : DRD 3;

D_{506} : PL 10 Z.

Tranzistoare:

T_{501} : BC 177 A;

T_{502} : BD 135;

T_{503} : BC 107 A, B; BC 171 A, B;

T_{504} : BC 107 B; BC 171 B.

18.1. Generalități

Aparatul prezentat în acest capitol este un voltmetru electronic de curent continuu, prevăzut cu două sonde detectoare pentru măsurarea semnalelor de înaltă frecvență.

Rezistența de intrare la bornele de curent continuu are aceeași valoare pe toate gamele de măsurare, ceea ce constituie un avantaj față de aparatele electrice de măsurat. Aparatul are două borne de intrare pentru curent continuu: $B_1—X_1$ și $B_2—X_10$.

Domeniul de măsurare în înaltă frecvență este cuprins între 100 kHz și sute de MHz, fiind limitat superior de tipul diodei detectoare.

Caracteristici tehnice:

— Gamele de măsurare:

— la borna B_1 : 0,1 — 0,316 — 1 — 3,16 — 10 — 31,6 — 100 V

— la borna B_2 : 1 — 3,16 — 10 — 31,6 — 100 — 316,0 — 1 000 V

— Rezistența de intrare:

— la borna B_1 : 1 Mohm

— la borna B_2 : 10 Mohmi

— Tensiunea de alimentare: ± 6 V.

— Curentul absorbit de la sursa de alimentare: cca ± 2 mA.

18.2. Descrierea schemei electrice

În fig. 18.1. este dată schema electrică a voltmetrului electronic de curent continuu, care cuprinde: atenuatorul, amplificatorul și microampermetrul.

18.2.1. Atenuatorul

Tensiunea de măsurat se aplică la bornele B_1 sau B_2 . Borna B_1 se folosește în cazul măsurării tensiunilor mici, sau de înaltă frecvență prin intermediul sondei detectoare. Borna B_2 corespunde unei rezistențe de intrare de valoare mare (10 Mohmi), fiind utilă în cazul măsurării tensiunilor în rețele de mare impedanță.

Sensibilitatea amplificatorului, măsurată la bornele 1—2, corespunzătoare derivației maxime a acului indicator este de 0,1 V. Cu ajutorul comutatorului K se intercalează câte un atenuator între borna de intrare a aparatului (B_1) și intrarea amplificatorului. De la o gamă la alta, atenuarea crește (sau scade) cu câte 10 dB, adică de 3,16 ori. Atenuatorul este astfel calculat, încât rezistența de intrare este de 1 Mohm pe toate gamele.

Între borna B_2 și B_1 sînt conectate rezistoarele R_1 și R_2 , a căror valoare totală este de 9,00 Mohmi. Prin aceasta, sensibilitatea la borna B_2 este redusă de 10 ori față de sensibilitatea la borna B_1 , iar rezistența de intrare este de 10 ori mai mare, adică 10 Mohmi.

Dacă tensiunea aplicată la borna B_2 depășește valoarea maximă (1 kV), aparatul este protejat de tubul cu gaz L.

18.2.2. Amplificatorul

Amplificatorul este realizat cu un circuit integrat $\mu A 741$. Amplificarea, determinată de raportul rezistoarelor R_{22} și R_{21} , este de 10 unități. Rezistența de intrare la borna neinversare este de cca 400 Mohmi, astfel că rezistența de intrare a amplificatorului (la bornele 1—2) este dată de rezistorul R_{17} (10 Mohmi).

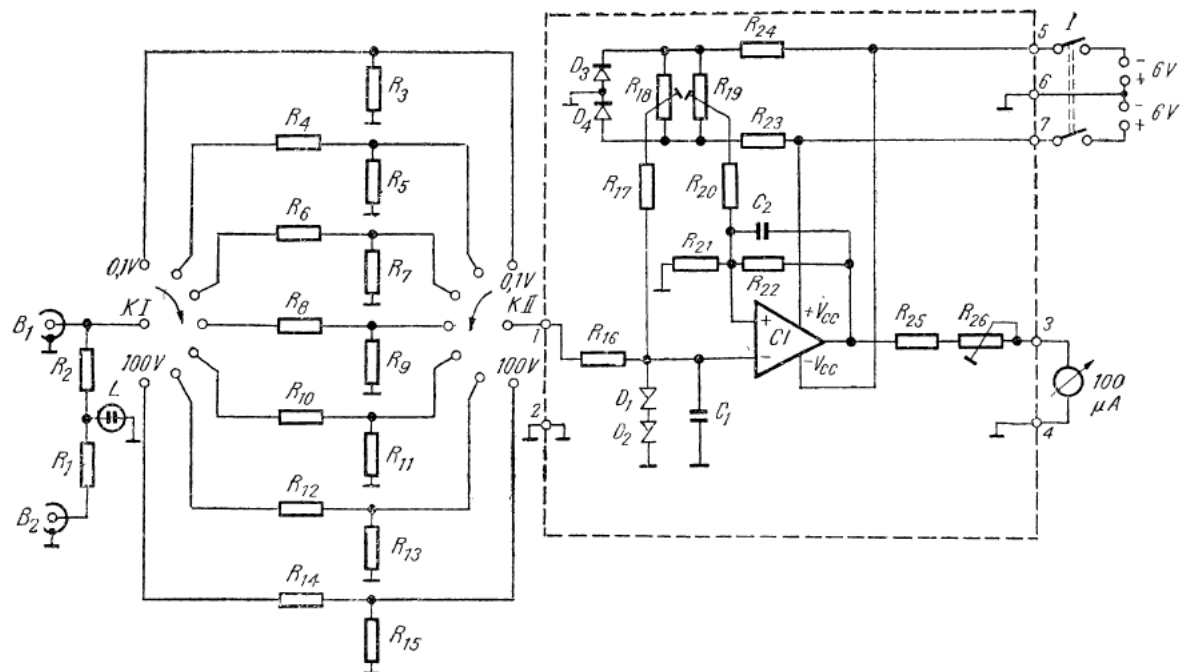


Fig. 18.1. Schema electrică a voltmetrului electronic de curent continuu.

La bornele diodelor cu siliciu D_3 și D_4 se obține o tensiune stabilizată de $\pm 0,6$ V. Curentul care circulă prin rezistorul R_{17} , determinat de tensiunea de pe cursorul rezistorului R_{18} , are rolul de a compensa curentul de polarizare al intrării neinvertare. Compensarea este necesară deoarece rezistența pe care o vede circuitul integrat către atenuator nu este aceeași pe toate gamele.

Compensarea tensiunii de decalaj la intrare se face prin modificarea potențialului intrării invertare, cu ajutorul rezistorului R_{19} ; acesta constituie reglajul de „zero electric” al aparatului.

Diodele Zenner D_1 și D_2 conectate în opoziție protejează intrarea circuitului integrat.

Condensatoarele C_1 și C_2 imunizează montajul la eventualele componente alternative ale semnalului de măsurat.

Tensiunea de ieșire a circuitului integrat, corespunzătoare deviației totale a acului indicator, este de ± 1 V. Calibrarea aparatului, în funcție de sensibilitatea și rezistența internă ale microampermetrului, se face din R_{20} .

18.3. Sondele detectoare pentru măsurarea tensiunilor de înaltă frecvență

18.3.1. Sonda detectoare de impedanță mare

Sonda de impedanță mare se folosește la măsurarea tensiunilor de înaltă frecvență în diverse puncte ale unui montaj. Cunoscând că impedanța de intrare a sondei este de ordinul zecilor de kilohmi, variabilă în funcție de nivelul și frecvența semnalului, se va aprecia în ce punct al montajului este permisă măsurarea.

Detectorul, fig. 18.2. a, fiind de tip derivație cu intrare pe condensator, măsurarea nu este afectată de componenta continuă a semnalului.

Sonda se conectează la intrarea B_1 a voltmetrului, printr-un cablu coaxial de lungime convenabilă.

Pentru determinarea tensiunii de înaltă frecvență se folosește diagrama de corespondență a tensiunilor con-

tinue, care se citesc pe scara aparatului, cu tensiunile alternative care se aplică sondei. Această diagramă se ridică experimental și este un unicat, deoarece este puțin probabil să corespundă mai multor diode, chiar de același tip.

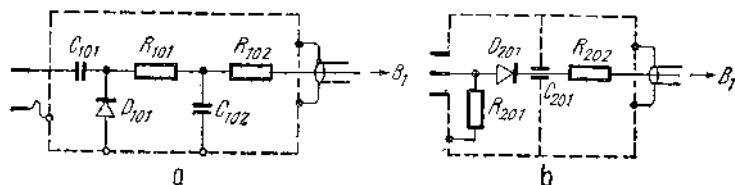


Fig. 18.2. Schemele electrice ale sondelor detectoare:
a — sonda de impedanță mare; b — sonda de 75 ohmi.

La frecvențe foarte înalte, în special peste 100 MHz pot apare erori importante datorită reactanțelor parazite ale vîrfurilor de măsurare.

18.3.2. Sonda detectoare de 75 ohmi

Sonda detectoare de 75 ohmi (fig. 18.2. b) se folosește pentru măsurarea semnalelor de ieșire ale montajelor a căror rezistență de sarcină este de 75 ohmi (amplificatoare de înaltă frecvență, generatoare etc). Sonda se conectează în locul sarcinei.

Sonda detectoare de 75 ohmi permite măsurarea cu o precizie mult mai bună decît sonda detectoare de impedanță mare, deoarece vîrfurile de măsurare ale acesteia din urmă sînt înlocuite cu o mufă tată coaxială care se conectează direct la obiectul de măsurat.

Și pentru această sondă se va ridica diagrama de corespondență: $V_{ca} = f(V_{cc})$.

18.3. Valorile pieselor electrice

Rezistoare:

R_1 : 8,00 Mohmi $\pm 1\%$

R_2 : 1 Mohm $\pm 2\%$

R_3 : 1,11 Mohmi $\pm 1\%$

R_4 : 684 kohmi $\pm 1\%$

R_5 : 327 kohmi $\pm 1\%$
 R_6 : 900 kohmi $\pm 1\%$
 R_7 : 101 kohmi $\pm 1\%$
 R_8 : 968 kohmi $\pm 1\%$
 R_9 : 31,7 kohmi $\pm 1\%$
 R_{10} : 990 kohmi $\pm 1\%$
 R_{11} : 10,0 kohmi $\pm 1\%$
 R_{12} : 997 kohmi $\pm 1\%$
 R_{13} : 3,16 kohmi $\pm 1\%$
 R_{14} : 999 kohmi $\pm 1\%$
 R_{15} : 1,00 kohmi $\pm 1\%$
 R_{16} : 100 kohmi $\pm 10\%$
 R_{17} : 10 Mohmi $\pm 2\%$
 R_{18}, R_{19} : 100 kohmi semireglabil
 R_{20} : 6,8 Mohmi $\pm 10\%$
 R_{21} : 100 kohmi $\pm 5\%$
 R_{22} : 1 Mohm $\pm 5\%$
 R_{23}, R_{24} : 10 kohmi $\pm 10\%$
 R_{25} : 6,8 kohmi $\pm 5\%$
 R_{26} : 5 kohmi semireglabil
 R_{101} : 150 kohmi $\pm 10\%$
 R_{102}, R_{202} : 15 kohmi $\pm 10\%$
 R_{201} : 75 ohmi $\pm 1\%$, cu peliculă metalică, nespiralată

Toate rezistoarele sînt de 0,5 sau 0,25 W.

Rezistoarele R_1 R_{15} se obțin prin sortare.

Condensatoare:

C_1 : 47 nF $\pm 20\%$
 C_2 : 2,2 nF $\pm 20\%$
 C_{101}, C_{102} : 1 nF/500 V ceramic
 C_{201} : 1 nF/350 V ceramic, de trecere.

Diode:

D_1, D_2 : PL 4 V 7 Z
 D_3, D_4 : BA 243, BA 244
 D_{101}, D_{201} : EFD 106 — sortat.

Circuit integrat: μA 741, βA 741 K.

Tub cu gaz: tensiunea de aprindere: cca 130 V.

Microampermetru: 100 μA .

18.4. Punerea în funcțiune

1. Compensarea curentului de polarizare și a tensiunii de decalaj de intrare.

Reglajele se fac cu comutatorul K în poziția „0,1 V”.

a. Borna B_1 — în scurtcircuit;

— se aduce acul microampermetrului la zero din R_{19} .

b) borna B_1 — în gol

— se aduce acul microampermetrului la zero din R_{18} .

c) se repetă succesiv punctele a și b, pînă cînd acul microampermetrului rămîne la zero, indiferent dacă borna B_1 este în gol sau în scurtcircuit.

2. Calibrarea aparatului:

— comutatorul K — în poziția „1 V”

— se aplică la borna B_1 o tensiune de 1 V $\pm 1\%$;

— se reglează rezistorul R_{25} , pentru a aduce acul microampermetrului la indicația 100.

Notă: indicația 100, corespunzătoare gamelor: 0,1; 1; 10; 100 V se află în dreptul indicației 31, 62, corespunzătoare gamelor: 0,316; 3,16; 31,6 V.

3. Ridicarea diagramei $V_{ca}=f(V_{cc})$ pentru sondele detectoare:

— se conectează ieșirea sondei la borna B_1 a voltmetrului electronic și intrarea ei, la borna de ieșire a unui generator de înaltă frecvență, care permite citirea cu precizie a nivelului de ieșire. Se va respecta adaptarea generatorului;

— se reglează nivelul de ieșire al generatorului între 10 mV și tensiunea maximă de ieșire. Se stabilesc mai multe perechi de valori V_{ca} (tensiunea de ieșire a generatorului) și V_{cc} (tensiunea indicată de voltmetru). Se trasează caracteristica $V_{ca}=f(V_{cc})$ prin punctele astfel determinate.

18.5. Recomandări constructive

Deoarece rezistoarele atenuatorului au valori mari se vor lua măsurile necesare de reducere la minimum a curenților de fugă prin comutatoarele $K I$ și $K II$, prin piețele suport ale rezistoarelor și între bornele de intrare.

Amplificatorul se va monta pe o placă de cablaj imprimat.

Tensiunea maximă care poate fi măsurată cu sondele detectoare depinde de tipul diodei folosite (pentru EFD 106, $V_{R\max}=25\text{ V}$).

Diodele detectoare vor fi sortate, în scopul obținerii unei indicații constante a aparatului în funcție de frecvență, în domeniul care interesează.

Realizarea practică a sondei are o mare importanță pentru buna funcționare a ei, de aceea se va ține seama de următoarele recomandări:

- piesele electrice se vor monta într-un blindaj, în ordinea indicată în fig. 18.2;

- dimensiunile orientative ale blindajului sînt:

$\varnothing 15 \times 40\text{ mm}$;

- terminalele pieselor vor fi cît mai scurte;

- se vor evita cuplajele parazite dintre piese;

- mufa de intrare a sondei de 75 ohmi va corespunde mufei obiectului de măsurat.

Amplificatorul se alimentează de la două grupuri a cîte 4 baterii de 1,5 V sau de la un alimentator de $\pm 6\text{ V}$. Variația tensiunii de alimentare cu $\pm 20\%$ nu afectează buna funcționare a aparatului.

19.1. Generalități

Termometrul electronic poate avea utilizări multiple, printre care și măsurarea temperaturilor montajelor electronice de putere. De asemenea el poate fi folosit ca detector de nivel termic, în instalații de automatizare, în locul instrumentului indicator, putându-se folosi un sistem de declanșare cu prag de tensiune.

Elementul foarte important, care condiționează întreaga schemă este senzorul de temperatură. Dintre elementele de circuit uzuale, trei pot fi folosite ca senzor:

— termistorul care are variație mare a valorii cu tem-

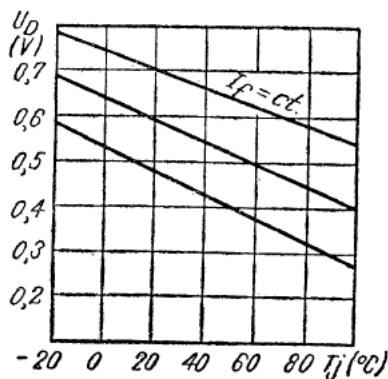


Fig. 19.1. Caracteristica $U_D = f(T_j)$, pentru o diodă cu siliciu.

peratura, însă prezintă dezavantajul de a fi instabil în timp;

— tranzistorul care are variație mare cu temperatura, este stabil în timp însă variația curentului și tensiunii cu temperatura este neliniară;

— dioda care are variație liniară a tensiunii cu temperatura, este stabilă în timp, însă variațiile sînt mici.

Dintre acestea s-a ales dioda ca fiind elementul cu variația cea mai liniară. Caracteristica de variație a tensiunii cu temperatura pentru un curent constant are alura din fig. 19.1.

Sensibilitatea unei diode cu siliciu este de 2 2,5 mV/°C.

19.2. Schema de principiu

Schema de principiu a termometrului este dată în fig. 19.2.

Sesizorul este dioda D_1 , cu siliciu. Alimentarea sa se face de la generatorul de curent constant T_1 . Datorită diodei D_2 care asigură o tensiune emitor-bază constantă, curentul de colector al lui T_1 va fi constant. El se alege de cca 0,2 mA pentru a nu încălzi dioda și în același timp, pentru că la curenți mici, sensibilitatea diodei este mai mare.

Prin R_7 , semnalul de la diodă se aplică la intrarea ne-inversoare a circuitului integrat operațional CI_1 .

Condensatorul electrolitic C_1 înlătură eventualele semnale parazite culese de cablul de conectare al sondei.

De la dioda stabilizatoare, D_3 , prin divizorul potențio-metric R_4 , R_6 și prin R_5 , se culege o tensiune care se aplică la intrarea inversoare. Dioda este diodă stabilizatoare Zener de 6,2 V, care are o foarte bună stabilitate termică.

Circuitul integrat operațional lucrează cu reacție negativă și are amplificarea $A_u = \frac{R_8}{R_6}$. Se alege $A_u = 10$.

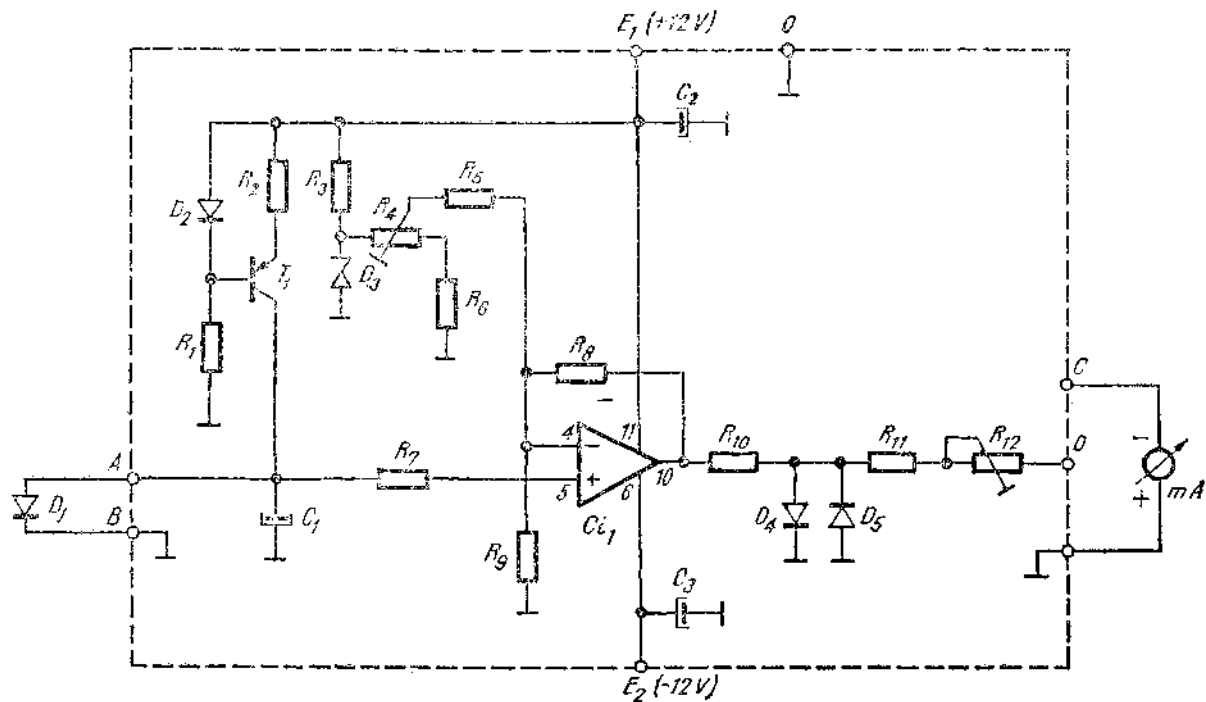


Fig. 19.2. Schema electrică a termometrului electronic.

Alimentarea circuitului integrat se face de la o sursă simetrică cu $+12\text{ V}$ și -12 V (bornele E_1 și E_2 din fig. 19.2).

Condensatoarele electrolitice C_2 și C_3 realizează filtrarea tensiunii de alimentare.

În circuitul de ieșire se montează instrumentul de măsură.

Dacă se presupune că termometrul este etalonat pentru 100°C , rezultă la ieșire o tensiune de circa 2 V pentru indicația maximă (amplificarea 10). Instrumentul ales fiind de 1 mA , trebuie ca suma valorilor rezistoarelor R_{10} , R_{11} și R_{12} să fie de circa 2 kohmi . Avînd în vedere faptul că la întreruperea diodei D_1 sistemul se dezechilibrează punînd în pericol instrumentul, se iau două măsuri de protecție:

— Dioda sesizoare se conectează printr-o mufă la montaj, conform fig. 19.3.

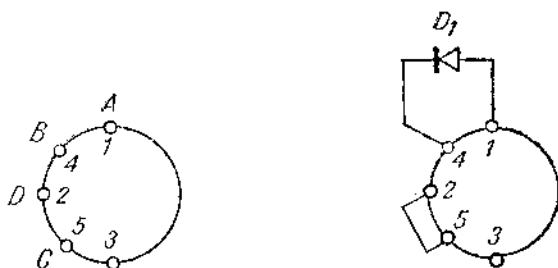


Fig. 19.3. Conectarea diodei sesizoare la aparat.

La mufa mamă (fig. 19.3. a.) se conectează montajul din fig. 19.2, iar la mufa tată dioda D_1 , ca în fig. 19.3. b. Se remarcă faptul că instrumentul se conectează (scurt circuit între bornele C și D) numai cînd este conectată dioda D_1 .

— Al doilea sistem de protecție se realizează cu diodele D_4 , D_5 . Aceste diode sînt diode stabilizatoare de $1,8\text{ V}$ realizate prin inserierea unor joncțiuni în conducție. Același rezultat se poate obține înlocuind fiecare din diode cu cîte trei diode cu siliciu inseriate.

Prin montarea lor ca în schemă, se limitează curentul prin instrument la o valoare superioară curentului maxim, însă suficient de mică pentru a nu periclita viața instrumentului.

Alimentatorul montajului poate fi realizat cu diferite scheme. În fig.19.4. se dă o schemă simplă de alimentator stabilizat simetric.

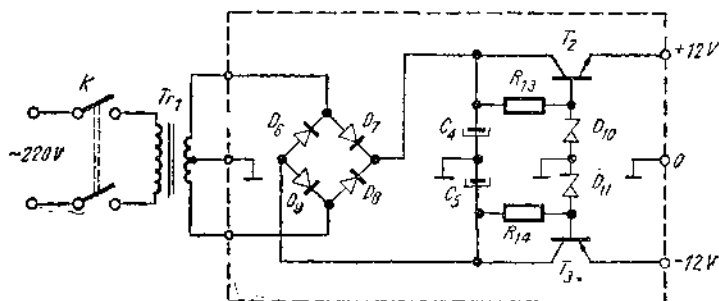


Fig. 19.4. Schema electrică a alimentatorului.

Transformatorul Tr_1 asigură în secundar pe cele două secțiuni câte 15 V_{ef} . Redresorul poate fi o punte sau patru diode redresoare obișnuite.

Condensatoarele C_4 și C_5 realizează filtrajul alimentării.

Diodele stabilizatoare D_{10} , D_{11} și tranzistoarele T_2 și T_3 asigură o bună stabilizare a tensiunilor simetrice de alimentare $+12\text{ V}$ și -12 V .

19.3. Detalii constructive

a. Piesele electrice folosite în montaj sînt:

— Rezistoare de 0,25 sau 0,125 W și 100%:

R_1 — 6,8 kohmi;

R_2 — 3,3 kohmi;

R_3 , R_{10} — 1 kohm;

R_5 , R_8 — 100 kohmi;

R_6 — 5,6 kohmi;
 R_7, R_9 — 10 kohmi;
 R_{11} — 470 ohmi;
 R_{13}, R_{14} — 2,7 kohmi;

— Rezistoare semireglabile:

R_4 — 2,5 kohmi;
 R_{12} — 1 kohm

— Condensatoare electrolitice:

C_1 — 10 $\mu\text{F}/5\text{ V}$;
 C_2, C_3 — 10 $\mu\text{F}/15\text{ V}$;
 C_4, C_5 — 100 $\mu\text{F}/15\text{ V}$

— Diode:

D_1, D_2 — BA 243;
 D_3 — PL 6 V 2 z;
 D_4, D_5 — DRD 3 (sau cîte trei diode cu siliciu înseriate pentru fiecare diodă stabilizatoare);
 D_6, D_7, D_8, D_9 — 1 N 4001 sau punte de 40 V și 0,1 A;
 D_{10}, D_{11} — PL 13 Z.

— Tranzistoare:

T_1 — BC 177 A;
 T_2 — BC 107 B;
 T_3 — BC 178 B.

— Circuitul integrat:

CI_1 — $\beta\text{A 741}$ ($\mu\text{A 741}$).

b. Piese mecanice

Piese mecanice sînt constituite din cablașele imprimate pentru montajul din fig. 19.2. și pentru alimentatorul din fig. 19.4.

Configurația cablașelor nu este critică.

La realizarea circuitului imprimat trebuie avut în vedere faptul că terminalele circuitului integrat a căror or-

dine și conectare este dată în fig. 19.5. sînt văzute „de sus“. De menționat că regula aceasta este valabilă pentru toate circuitele integrate, spre deosebire de tuburi și tran-

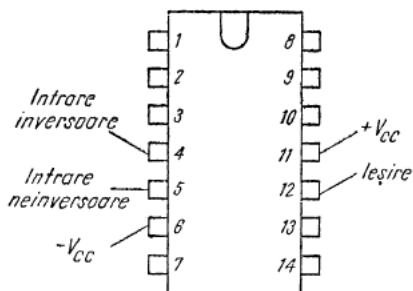


Fig. 19.5. Soclul circuitului integrat $\beta A741$.

zistoare la care ordinea terminalelor este stabilită cînd sînt privite „de jos“ — din spre terminale.

19.4. Punerea în funcțiune și reglarea

După montarea și verificarea „la rece“ a montajului se trece la alimentarea sa, după ce în prealabil s-a controlat că dioda D_1 este conectată la circuit.

Etalonarea termometrului se face cu ajutorul rezistoarelor semireglabile R_4 și R_{12} .

Din R_4 se reglează valoarea minimă a gamei, iar din R_{12} valoarea maximă.

De exemplu, dacă se dorește să se etaloneze termometrul între 0 și 100°C, se introduce dioda D_1 în apă înghețată și după ce s-a stabilizat indicația instrumentului se reglează R_4 pînă ce acul indicator ajunge în dreptul indicației „0“. Se introduce apoi dioda D_1 în apă fiartă și după stabilizarea indicației se reglează R_{12} pînă ce acul indicator ajunge la indicația 100.

Dioda avînd o variație liniară cu temperatura, rezultă că restul indicațiilor scalei vor corespunde în mod automat.

19.5. Recomandări de utilizare

Termometrul poate fi utilizat pentru măsurarea oricărei scări de temperatură, avînd în vedere să dioda prezintă o caracteristică liniară de variație pentru o gamă de temperaturi cuprinsă între circa -200° și $+150^{\circ}$.

Trebuie subliniat că atunci cînd termometrul este folosit pentru măsurări de temperaturi mult diferite de temperatura mediului, trebuie ca dioda senzor, D_1 , să fie montată printr-un cablu mai lung, de mică rezistență la montaj, așa fel ca restul montajului să poată fi păstrat la temperatura mediului. În caz contrar, erorile de măsură pot fi destul de mari ($\pm 1^{\circ}\text{C}$), deși montajul este compensat termic atît prin folosirea diodei D_2 , cu siliciu, cît și prin folosirea diodei stabilizatoare D_3 , de 6,2 V, valoare la care stabilitatea termică este foarte bună.

20.1. Generalități

Cuplorul optoelectronic este un ansamblu alcătuit dintr-un emițător și un receptor de radiații luminoase. Distanța dintre cele două elemente este pe cât posibil de mică, pentru mărirea eficacității sistemului.

Dispozitivul are avantajul că poate transmite o informație fără a fi necesar cuplajul electric între cele două aparate, realizînd astfel separarea atît în c.c. cît și în c.a.

De exemplu, rezolvă problema înregistrării sunetului de la un televizor de tip „universal” (cu șasiul conectat la rețea), pe un magnetofon.

Principiul funcționării acestui dispozitiv este următorul:

Dacă emițătorul de radiații luminoase este o diodă luminescentă, intensitatea luminoasă (I) creată de aceasta este aproximativ proporțională cu curentul care o stabilizește (I_F), fig. 20.1.

Receptorul este un element fotosensibil: fotodiodă, fototranzistor sau fotorezistență. În aplicația de față se va folosi o fotodiodă, ale cărei caracteristici curent-tensiune, la diferite valori ale iluminării sînt date în fig. 20.2.

Fotodiodea se alimentează în sens invers de la o sursă de curent continuu, prin intermediul unei rezistențe. Dacă fotodiodea este expusă unei surse de lumină, prin circuit va trece un curent aproximativ proporțional cu valoarea iluminării.

Pentru buna funcționare a unui astfel de dispozitiv se recomandă:

— Folosirea de diode luminescente și fotodiode cu eficiență cât mai mari.

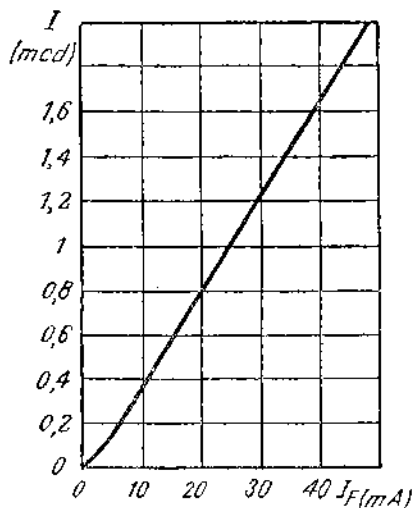


Fig. 20.1. Caracteristica intensitate luminoasă-curent a unei fotodiode uzuale.

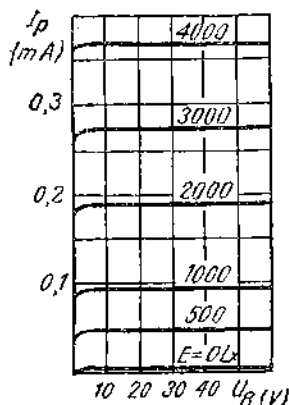


Fig. 20.2. Caracteristica curent-tensiune a unei fotodiode uzuale.

— Dispunerea celor două elemente unul față de celălalt, astfel încât să se obțină transferul maxim $\left(\frac{I_P}{I_F} = \max.\right)$ unde I_P este curentul fotodiodei, iar I_F curentul diodei luminescente).

— Curentul care circulă prin dioda luminescentă să fie proporțional cu semnalul care trebuie transmis, adică să se folosească un generator de curent (nu de tensiune).

20.2. Schema de principiu

Utilizînd principiul descris mai sus, se poate realiza un cuplor optoelectronic cu aplicații în audio frecvență. Schema bloc a unui astfel de montaj este dată în fig. 20.3.

Semnalul care trebuie transmis se aplică amplificatorului (1). Dioda luminiscentă (DL), prin care circulă curentul amplificat, este cuplată optic cu fotodioda (FD).

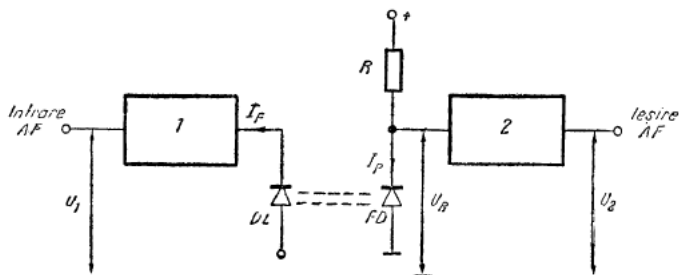


Fig. 20.3. Schema bloc a cuplorului optoelectronic.

Semnalul care apare la bornele fotodiodei este amplificat, obținîndu-se la ieșire un semnal de aceeași formă ca cel de la intrare.

Principalii parametri care trebuie urmăriți la acest montaj sînt următorii:

- factorul de distorsiuni, care depinde în principal de liniaritatea caracteristicilor celor două elemente optoelectronice;

- banda de frecvențe transmisă;

- dinamica, adică raportul dintre valoarea maximă nedistorsionată a semnalului și valoarea zgomotului (în absența semnalului), obținute la ieșire. Aceasta este cu atît mai bună, cu cît amplificatoarele au un zgomot mai redus, și eficacitatea cuplajului optoelectronic este mai mare;

- separarea electrică a celor două unități, care depinde de realizarea practică a montajului.

În fig. 20.4. este dată schema electrică a unui montaj capabil să funcționeze în banda frecvențelor audio.

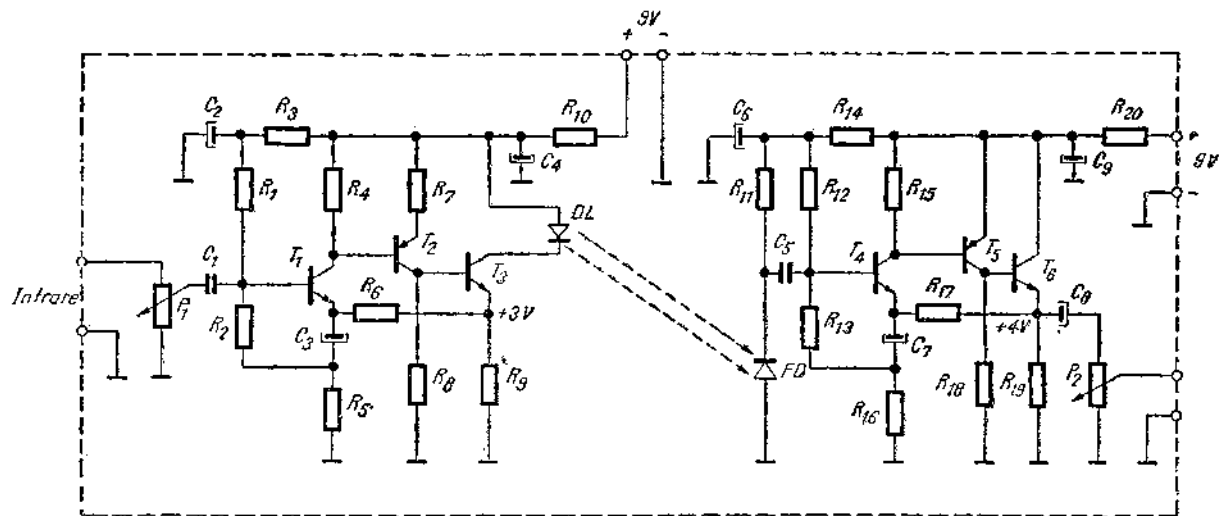


Fig. 20.4. Schema electrică a cuplorului optoelectronic.

Acesta cuprinde două unități: emițătorul și receptorul de radiații luminoase.

Emițătorul este format dintr-un amplificator de audio-frecvență cu rezistență mare de ieșire, care debitează pe o diodă luminiscentă.

Amplificatorul cuprinde trei etaje cuplate galvanic. Semnalul de audiofrecvență se aplică pe baza primului tranzistor prin intermediul potențiometrului P_1 în vederea obținerii unui zgomot cât mai mic, curentul de colector al tranzistorului T_1 este de cca 10 μ A.

Primele două etaje realizează amplificarea necesară de tensiune (cca 22 dB), astfel încît în colectorul tranzistorului T_2 se obține nivelul maxim nedistorsionat (2 Vef) pentru 200 mV la intrare (P_1 — la maxim). S-a ales această valoare a sensibilității deoarece valoarea de vîrf a semnalului obținut la ieșirea demodulatoarelor MF este în general superioară valorii de 100 mV.

Al treilea etaj are rolul de a asigura prin dioda luminiscentă un curent proporțional cu tensiunea aplicată pe bază:

$$I_{C3\sim} = S' \cdot U_{B3\sim}$$

unde $S' \simeq 8 \text{ mA/V}$, pentru $R_9 = 120 \text{ ohmi}$.

Valoarea de repaus a curentului de colector este de 25 mA.

Cele trei etaje sînt cuprinse într-o buclă de reacție de c.c. și c.a., avînd următoarele funcțiuni:

- mărirea rezistenței interne a amplificatorului;
- mărirea rezistenței de intrare;
- reducerea factorului de distorsiuni;
- asigurarea stabilității punctelor de funcționare.

Alimentarea se face de la o sursă de tensiune de 9 V; curentul consumat este de cca 26 mA.

Receptorul are ca element fotosensibil, fotodioda cu germaniu FD cuplată optic cu dioda luminiscentă a emițătorului. La bornele fotodiodei se obține o tensiune de 10...100 mV, în funcție de randamentul diodei luminescente, respectiv de sensibilitatea fotodiodei. Semnalul, astfel obținut, se aplică unui amplificator care îl ridică la un nivel de 1 — 2 Vef.

Amplificatorul cuprinde două etaje de amplificare (T_4 , T_5), similare cu cele de la emițător, și un repetor pe emitor (T_6). Caracteristicile esențiale ale acestui amplificator sînt: rezistență de intrare mare (practic egală cu valoarea lui R_{12}), zgomot mic, rezistență de ieșire scăzută și distorsiuni foarte mici.

Reacția negativă se aplică la emitorul tranzistorului T_4 prin rezistența R_{17} . În curent continuu, reacția negativă este totală, astfel încît tensiunea pe emitorul tranzistorului T_6 este aproximativ jumătate din valoarea tensiunii de alimentare, într-o plajă largă a acesteia (6...20 V), și depinde doar de rezistențele R_{12} și R_{13} . În curent alternativ, factorul de reacție negativă depinde de raportul rezistențelor R_{16} și R_{17} , determinînd valoarea amplificării. Pentru valorile rezistențelor, date la pct. 20.3 se obține o amplificare de cca 28 dB (26 ori).

Cu ajutorul potențiometrului P_2 se reglează nivelul de ieșire, corespunzător aparatului cărui a se aplică semnalul audio (magnetofon, amplificator etc.).

Tensiunea de alimentare este de cca 9 V, valoarea acesteia nefiind critică. Curentul consumat este de 4 mA la 9 V.

Emițătorul și receptorul se alimentează de la două surse de tensiune *separate* (fără masă comună).

20.3. Detalii constructive

Valorile pieselor electrice:

Pentru emițător.

R_1 : 220 kohmi $\pm 5\%$;

R_2 : 150 kohmi (120...180 kohmi);

R_3 : 15 kohmi $\pm 10\%$;

R_4 : 68 kohmi $\pm 5\%$;

R_5 : 470 ohmi $\pm 5\%$;

R_6 : 5,6 kohmi $\pm 5\%$;

R_7 : 330 ohmi $\pm 10\%$;

R_8 : 5,6 kohmi $\pm 10\%$;

R_9 : 120 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{10} : 10 ohmi $\pm 20\%$;
 P_1 : 100 kohmi;
 C_1 : 0,1 $\mu\text{F}/30\text{ V}$;
 C_2 : 10 ... 20 $\mu\text{F}/10\text{ V}$;
 C_3 : 50 ... 100 $\mu\text{F}/10\text{ V}$;
 C_4 : 200 ... 1 000 $\mu\text{F}/10\text{ V}$;
 DL : LD 30 sau similară;
 T_1 : BC 109 C; BC 173 C;
 T_2 : BC 178 B, C; BC 252 B, C;
 T_3 : BC 108 B, C; BC 107 B; BC 171 B, C; BC 172 B, C.

Pentru receptor.

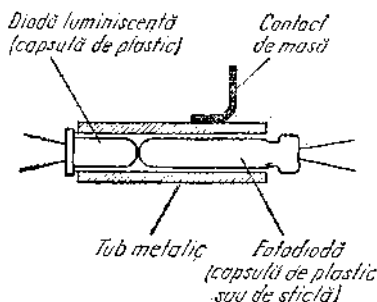
R_{11} : 180 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{12} : 330 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{13} : 470 kohmi (390 560 kohmi);
 R_{14} : 15 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{15} : 100 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{16} : 470 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{17} : 12 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{18} : 8,2 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{19} : 1,5 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{20} : 22 ohmi $\pm 20\%$;
 P_2 : 10 kohmi;
 FD : DF 1; DF 2; DF 3;
 C_5 : 0,1 $\mu\text{F}/30\text{ V}$;
 C_6 : 10 ... 20 $\mu\text{F}/10\text{ V}$;
 C_7 : 50 100 $\mu\text{F}/10\text{ V}$;
 C_8 : 3 ... 10 $\mu\text{F}/10\text{ V}$;
 C_9 : 200 1 000 $\mu\text{F}/10\text{ V}$;
 T_4 : BC 109 C; BC 173 C;
 T_5 : BC 178 B, C; BC 252 B, C;
 T_6 : BC 108 B, C; BC 107 B; BC 171 B, C; BC 172 B, C.

Toate rezistoarele sînt la 0,25 W. În cazul alimentării receptorului de la o sursă de tensiune mai mare de 9 V, condensatoarele electrolitice vor avea tensiunea maximă corespunzătoare acestuia.

Întreg montajul (emițător și receptor) se execută pe o placă de cablaj imprimat.

Fiecare unitate este blindată separat pe ambele fețe pentru a împiedica pătrunderea în montaj a semnalelor parazite (brum de rețea, impulsuri de la trafa linii etc.).

Fig. 20.5. Detaliu de montare a elementelor optoelectronice.



Cele două elemente optoelectronice sînt montate într-un tub metalic (fig. 20.5) conectat la masa receptorului.

20.4. Punerea în funcțiune și reglarea

După montarea pieselor pe placa de cablaj imprimat, se măsoară tensiunile pe emitoarele tranzistoarelor T_3 și T_5 . Dacă acestea nu corespund valorilor date în schema de principiu (fig. 20.4), se vor înlocui rezistențele R_2 , respectiv R_{13} cu alte valori apropiate, pînă cînd se vor obține tensiunile specificate, într-o toleranță de $\pm 5\%$.

Reglarea nivelelor de audiofrecvență se poate face astfel:

a) Se aplică la intrare semnalul audio (de exemplu, semnalul de la ieșirea demodulatorului MF). Se conectează un osciloscop în emitorul tranzistorului T_3 . Se reduce nivelul cu ajutorul potențiometrului P_1 , pînă la dispariția distorsiunilor de limitare; se recomandă reducerea în continuare a nivelului cu cca 10 dB. În cazul în care cursorul potențiometrului este foarte aproape de capătul „rece”, se poate mări rezistorul R_5 , aceasta neafectînd punctele de funcționare în c.c.

b) Se conectează osciloscopul la ieșire. Dacă semnalul este limitat, se va mări rezistorul R_{10} .

c) Se conectează aparatul de audiofrecvență care urmează a fi folosit, la borna de ieșire a montajului. Se reglează potențiometrul P_2 , pînă cînd se obține nivelul dorit.

20.5. Parametrii electrici

Folosind schema din fig. 20.4, cu valorile de la paragraful 20.3. s-au obținut următoarele performanțe:

- Factorul de distorsiuni corespunzător unui semnal de ieșire de 1 Vef: $< 1\%$.
- Dinamica: cca 65 dB.
- Banda de trecere la 1 dB: 10 Hz ... 30 kHz.

20.6. Recomandări de utilizare

Cuplorul optoelectronic, descris în acest capitol, permite cuplarea a două aparate în scopul transmiterii semnalelor de audiofrecvență fără a fi necesară conectarea meselor celor două aparate. O aplicație a acestui montaj este înregistrarea sunetului de la un televizor (cu șasiul conectat la rețea) pe un magnetofon. În acest caz, cele

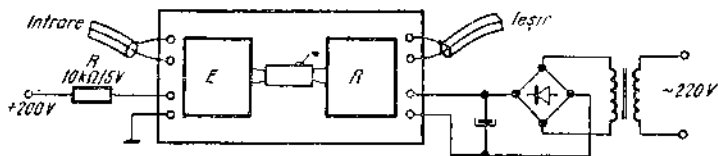


Fig. 20.6. Schema bloc de montare și alimentare a cuplurului optoelectronic.

două unități vor fi alimentate în curent continuu, conform schemei din fig. 20.6. Valoarea rezistorului R , se alege astfel încît tensiunea de alimentare a blocului emițător să fie de $9\text{ V} \pm 0,3\text{ V}$. Alimentarea blocului receptor se face de la o sursă separată.

21.1. Generalități

În acest capitol este prezentată o orgă de lumini, avind următoarele caracteristici:

- puterea maximă de ieșire: 3×300 VA;
- nivelul de intrare corespunzător puterii maxime de ieșire: max. 100 mVef;
- frecvențele de separare ale filtrelor: 300 Hz și 3 kHz;
- tensiunea de alimentare: 220...240 V alternativ.

Aparatul este prevăzut cu următoarele reglaje exte-
rioare:

- reglaj de nivel general;
- reglaj de nivel pe fiecare canal;
- reglajul curentului de repaus al becurilor de putere pe fiecare canal.

Bornele de intrare și șasiul aparatului sînt izolate de rețeaua de curent alternativ, asigurînd securitatea operatorului și a celorlalte aparate cu care se cuplează.

La cele trei prize de ieșire se conectează trei becuri (sau trei grupe de becuri), avînd în față cîte un filtru: roșu — pentru frecvențe joase, verde — pentru frecvențe medii și albastru — pentru frecvențe înalte.

Conectarea sursei de semnal la orga de lumini se face ca în fig. 21.1. Pentru ca intensitatea luminii să nu fie afectată de nivelul sunetului, intrarea orgii se conectează înaintea potențimetrului de volum al lanțului de redare.

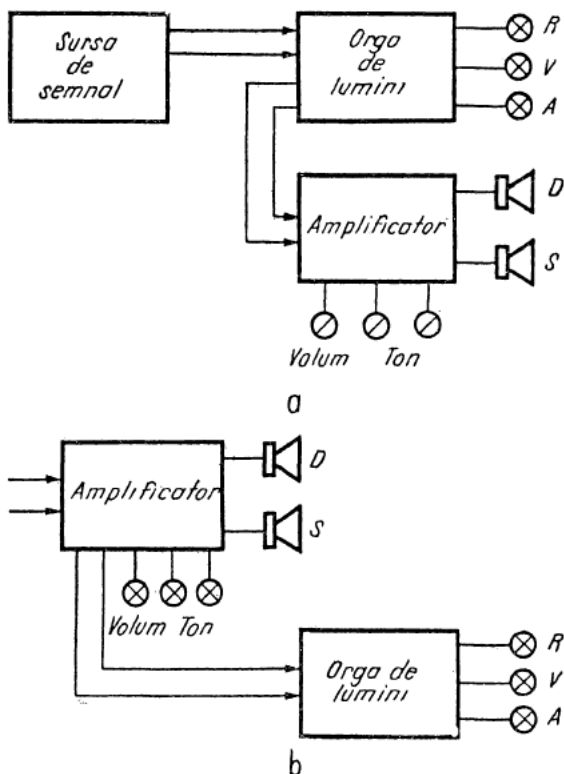


Fig. 21.1. Conectarea orgii de lumini la lanțul electroacustic.

21.2. Descrierea schemei electrice

Orga de lumini, a cărei schemă electrică este dată în fig. 21.2. cuprinde următoarele blocuri funcționale.

21.2.1. Preamplificatorul

Prin rezistoarele R_1 și R_2 se însumează semnalele celor două canale (stînga și dreapta). Datorită valorii mari a acestora, diafonia introdusă este neînsemnată.

Primul etaj este un repetor a cărui impedanță de intrare este de cca 5 M ohmi. Semnalul maxim admisibil la intrare este de 4 Vef.

Potențiometrul de nivel general (P_1) este conectat în emitorul repetorului.

Amplificatorul format din tranzistoarele T_2 , T_3 , T_4 realizează o amplificare de 24 dB în toată gama frecvențelor audio.

Cele trei canale fiind conectate în paralel la ieșirea preamplificatorului, impedanța sa de ieșire trebuie să aibă o valoare cît mai mică. Aceasta este asigurată prin folosirea repetorului (T_4) și a reacției negative (prin R_{11}).

21.2.2. Amplificatorul semnalelor de frecvență joasă

Schema electrică a amplificatorului este în principiu asemănătoare cu o schemă de amplificator de joasă frecvență folosit în radioreceptoarele portabile (T_5 — amplificator de tensiune, T_6 — pilot, T_7 , T_8 — final complementar).

Cu ajutorul potențiometrului P_2 se reglează, după dorință, ponderea culorii roșii față de celelalte.

O particularitate a amplificatorului o constituie grupul D_1 , D_2 , R_{23} , care are rolul de a mări amplificarea la nivele mari, prin micșorarea factorului de reacție datorită deschiderii diodelor. Aceasta conduce la o caracteristică de transfer a amplificatorului, capabilă să compenseze în oarecare măsură caracteristica neliniară a circuitului de comandă.

Caracteristica de frecvență de tip trece jos a amplificatorului este realizată cu trei celule:

- C_9 ; R_{16} — filtru de intrare;
- C_{11} ; R_{19} , R_{21} — în bucla de reacție negativă;
- L_1 ; rezistența dinamică a becului de comandă
- B_1 — filtru de ieșire.

Filtrul de intrare protejează amplificatorul împotriva semnalelor puternice de frecvențe medii și înalte prevenind supracomandarea primului etaj. Filtrul de ieșire are rolul de a opri armonicele eventualelor semnale puternice, deformat de amplificator, care cad în afara benzii de trecere a acestuia.

Transferul informației de la amplificator la circuitul de comandă al becului de putere se face prin cuplorul optoelectronic format din becul de comandă B_1 și fotodioda D_{10} . Curentul care circulă prin fotodiodă depinde de intensitatea luminoasă a becului de comandă, determinată de valoarea eficace a curentului de filament. Curentul are două componente: una de joasă frecvență — de la amplificator și una de curent continuu, dată de tranzistorul T_9 . Prin reglajul componentei continue cu potențiometrul P_5 se obține nivelul inițial de „roșu“.

21.2.3. Amplificatorul semnalelor de frecvență medie

Principiul de funcționare este similar cu al amplificatorului semnalelor de frecvență joasă, cu deosebirea că acesta are o caracteristică de transfer de tip trece bandă, realizată cu două rinduri de celule: trece sus și trece jos.

Celulele care determină caracteristica trece sus sînt:

- C_{16} ; P_3 ;
- C_{20} ; R_{38} , R_{39} , D_4 , D_5 ;
- C_{22} ; C_{23} ; rezistența dinamică a becului de comandă B_2 .

Celulele care determină caracteristica trece jos sînt:

- C_{17} ; R_{32} ;
- C_{19} ; R_{35} ; R_{37} ;
- L_2 ; rezistența dinamică a becului de comandă B_2 .

21.2.4. Amplificatorul semnalelor de frecvență înaltă

Caracteristica de transfer a acestui amplificator este de tipul trece sus, determinată de celulele:

- C_{24} ; P_4 ;
- C_{26} ; R_{53} ; R_{54} ; D_7 ; D_8 ;
- C_{28} ; rezistența dinamică a becului de comandă B_3 .

Caracteristicile de transfer în funcție de frecvență ale celor trei amplificatoare sînt date în fig. 21.3. Se observă că panta caracteristicilor este de 18 dB/octavă la atenuări mari, valoare la care atenuarea semnalelor de frecvență străină este suficientă.

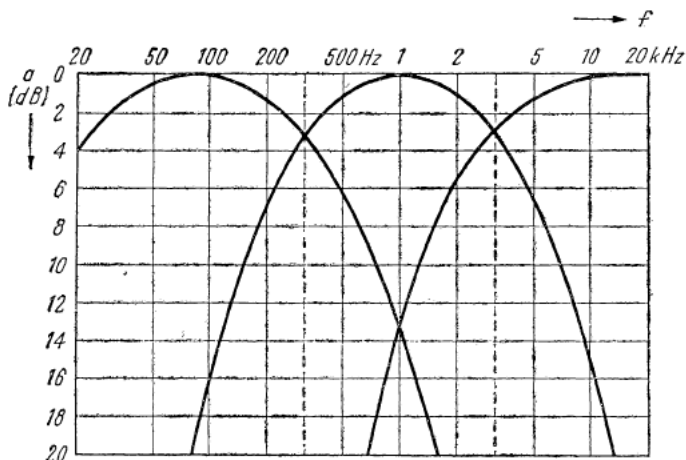


Fig. 21.3. Caracteristica de transfer a amplificatoarelor, în funcție de frecvență.

nuări mari, valoare la care atenuarea semnalelor de frecvență străină este suficientă.

Cele trei caracteristici se intersectează două câte două la o atenuare de 3 dB, ceea ce asigură compunerea corectă a culorilor.

21.2.5. Circuitele de comandă a becurilor de putere

Tranzistoarele T_{20} , T_{21} , montate ca în figură sînt echivalente cu un tranzistor unijonțiune (TUV), la care: emitorul tranzistorului T_{20} reprezintă anodul, baza tranzistorului T_{20} și colectorul tranzistorului T_{21} — poarta, iar emitorul tranzistorului T_{21} — catodul. Montajul reprezintă un oscilator de relaxare. Poarta TUV-ului echivalent este conectată la divizorul de tensiune R_{63} , Th_1 , R_{64} și R_{65} .

Alimentarea oscilatorului se face de la o sursă de tensiune trapezoidală — fig. 21.4.

Condensatorul C_{29} se încarcă de la sursa de alimentare (V1) prin fotodioda D_{10} , echivalentă cu un generator de curent constant. Valoarea curentului este determinată

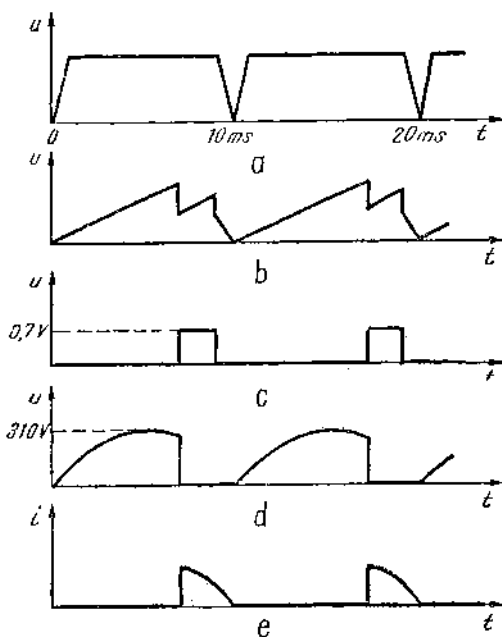


Fig. 21.4. Formele de undă ale semnalelor în circuitul de comandă:

a — Tensiunea de alimentare a oscilatoarelor; b — Tensiunea pe anodul TUJ-ului; c — Tensiunea pe poarta tiristorului; d — Tensiunea anod-catod a tiristorului; e — Curentul prin becul de putere.

de iluminarea diodei de către becul de comandă B_1 . Când tensiunea anodică a TUJ-ului depășește tensiunea de poartă cu 0,7 V, acesta se deschide și condensatorul C_{20} se descarcă prin TUJ, dioda D_{11} și poarta tiristorului T_{21} .

Tiristorul odată amorsat își menține starea de conducție până la dispariția tensiunii anodice. Alimentarea tiristorului se face de la puntea redresoare $D_{16} \dots D_{23}$, pentru a putea fi folosite ambele alternanțe.

Trecerea prin zero a tensiunii de alimentare a tiristorului coincide cu trecerea prin zero a tensiunii trapezoidale de alimentare a oscilatorului. Aceasta face ca tiristorul să fie cu siguranță blocat în momentul începerii oscilației *TUJ*-ului, la fiecare perioadă.

În fig. 21.4. sînt date formele de undă ale semnalelor în cîteva puncte ale schemei circuitului de comandă. Se vede că valoarea eficace a curentului prin becul de putere este cu atît mai mare cu cît viteza de încărcare a condensatorului C_{29} este mai mare, aceasta fiind dictată de valoarea curentului prin becul de comandă.

Influența temperaturii asupra fotodiodei este compensată de termistorul Th_1 , care se montează în imediata vecinătate a fotodiodei.

Bobina L_3 și condensatorul C_{30} atenuează perturbațiile produse de funcționarea tiristorului.

Cele trei circuite de comandă au aceeași schemă electrică. Tiristoarele sînt alimentate de la aceeași punte redresoare. Oscilatoarele se alimentează separat, pentru a se evita interacțiunea circuitelor de comandă.

21.2.6. Alimentatorul

Alimentatorul cuprinde două unități separate:

1. Alimentatorul stabilizat de +20 V, echipat cu tranzistoarele T_{29} , T_{30} , T_{31} , pentru alimentarea preamplificatorului și a amplificatoarelor celor trei căi de semnal.

Tranzistorul T_{29} se montează pe radiator.

2. Alimentatorul oscilatoarelor din circuitele de comandă.

Tensiunea bazelor tranzistoarelor T_{26} , T_{27} , T_{28} se obține prin limitarea tensiunii redresate de diodele $D_{24} \dots D_{27}$, cu dioda Zenner D_{28} . Aceeași tensiune, redusă cu 0,7 V se regăsește în emitoarele tranzistoarelor mai sus menționate.

21.3. Valorile pieselor electrice:

— Rezistoare:

R_1, R_2 : 1 Mohm $\pm 20\%$;
 R_3 : 220 kohmi $\pm 5\%$;
 $R_4, R_5, R_7, R_{17}, R_{33}, R_{49}$: 270 kohmi $\pm 5\%$;
 R_6 : 47 kohmi $\pm 10\%$;
 R_8 : 470 kohmi $\pm 5\%$;
 R_9, R_{77}, R_{80} : 1 kohm $\pm 10\%$;
 R_{10}, R_{11}, R_{12} : 15 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{13} : 680 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{14} : 4,7 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{15} : 390 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{16}, R_{32}, R_{48} : 33 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{18}, R_{34}, R_{50} : 150 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{19}, R_{35}, R_{51} : 8,2 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{20}, R_{36}, R_{52} : 5,6 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{21}, R_{37} : 220 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{22}, R_{38}, R_{53} : 270 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{23}, R_{39}, R_{54} : 1,2 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{24}, R_{40}, R_{55} : 3,9 kohmi $\pm 10\%$;
 $R_{25}, R_{26}, R_{41}, R_{42}, R_{56}, R_{57}$: 22 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{27}, R_{43} : 2,2 kohmi $\pm 20\%$;
 R_{28}, R_{44}, R_{58} : 330 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{29}, R_{45}, R_{59} : 2,5 kohmi semireglabil;
 R_{30}, R_{46}, R_{60} : 5,1 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{31}, R_{47}, R_{61} : 820 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{62}, R_{67}, R_{72} : 1,8 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{63}, R_{68}, R_{73} : 1,5 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{64}, R_{69}, R_{74} : 390 ohmi $\pm 5\%$;
 R_{65}, R_{70}, R_{75} : 1 kohm $\pm 5\%$;
 R_{66}, R_{71}, R_{76} : 180 ohmi $\pm 10\%$;
 R_{78} : 15 ohmi $\pm 10\%$ /1 W;
 R_{79} : 3,3 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{81} : 1,5 kohmi $\pm 10\%$;
 R_{82} : 4,7 kohmi $\pm 5\%$;
 R_{83} : 3,6 kohmi $\pm 5\%$;

Rezistoarele a căror putere nu este specificată sînt de 0,5 W.

Potențiometre:

P_1 : 100 kohmi logaritmici;
 P_2, P_3, P_4 : 5 kohmi liniari;
 P_5, P_6, P_7 : 500 ohmi liniari.

Becuri:

B_1, B_2, B_3 : 12 V/50 mA

Termistoare tip N:

Th_1, Th_2, Th_3 : 1 kohm (la 25°C).

Condensatoare:

C_1 : 4,7 nF \pm 20% ceramic;
 C_2 : 4,7 μ F/25 V electrolitic;
 C_3 : 1 μ F/25 V electrolitic;
 C_4 : 10 μ F/25 V electrolitic;
 C_5 : 0,1 μ F/30 V ceramic;
 C_6 : 22 μ F/25 V electrolitic;
 C_7 : 220 μ F/25 V electrolitic;
 C_8 : 5 μ F/25 V electrolitic;
 C_9 : 10 nF \pm 5% polistiren;
 C_{10} : 0, 1 μ F/30 V ceramic;
 C_{11} : 33 nF \pm 5% poliester;
 C_{12} : 50 μ F/25 V electrolitic;
 C_{13} : 470 pF \pm 20% ceramic;
 C_{14}, C_{15} : 100 μ F/25 V electrolitic;
 C_{16} : 0,22 μ F/ \pm 5% cu hirtie;
 C_{17} : 1 nF \pm 5% polistiren;
 C_{18} : 22 nF/30 V ceramic;
 C_{19} : 4,7 nF \pm 5% polistiren;
 C_{20} : 1,5 μ F \pm 20%/25 V electrolitic;
 C_{21} : 220 pF \pm 20% ceramic;
 C_{22}, C_{23} : 10 μ F \pm 20%/25 V electrolitic;
 C_{24} : 22 nF \pm 5% poliester;
 C_{25} : 4,7 nF \pm 20% ceramic;
 C_{26} : 0,15 μ \pm 5% cu hirtie;
 C_{27} : 47 pF \pm 20% ceramic;
 C_{28} : 0,82 μ F \pm 10% cu hirtie;
 C_{29}, C_{31}, C_{33} : 47 nF \pm 10% cu hirtie;

$C_{30}; C_{32}; C_{34}$: 22 nF/1 kV;
 $C_{35}; C_{36}; C_{37}; C_{38}$: 2,2 nF/1 kV ceramic;
 C_{39} : 47 nF/1 kV;
 $C_{40}; C_{41}; C_{42}; C_{43}; C_{46}; C_{47}; C_{48}; C_{49}$: 4,7 nF/500 V ceramic;
 C_{44} : 47 nF \pm 20% cu hirtie;
 C_{45} : 0,1 μ F \pm 20% cu hirtie;
 C_{50} : 470 μ F/35 V electrolitic;
 C_{51} : 10 nF \pm 20% poliester;
 C_{52} : 22 μ F/25 V electrolitic.

Diode:

$D_1, D_2, D_4, D_5, D_7, D_8$: BA 243, BA 244;
 $D_3, D_6; D_9$: DRD 2.
 D_{10}, D_{12}, D_{14} : BPX 90, ROL 21, ROL 021, (fotodiode);
 D_{11}, D_{13}, D_{15} : 1 N 4148, BA 243, BA 244;
 $D_{16}, D_{17}, D_{18}, D_{19}, D_{20}, D_{21}, D_{22}, D_{23}$: RA 220;
 $D_{24}, D_{25}, D_{26}, D_{27}$: punte redresoare 50 V/0,1 A;
 D_{28} : PL 10 Z;
 $D_{29}, D_{30}, D_{31}, D_{32}$: punte redresoare 50 V/0,3 A;
 D_{33} : PL 8 V 2 Z.

Tiristoare:

Ti_1, Ti_2, Ti_3 : BT 119, sau echivalente (tensiune maximă: min. 700 V, curent mediu redresat: min. 4 A).

Tranzistoare:

T_1 : BC 109 C, BC 173 C;
 T_2 : BC 108 C, BC 172 C;
 $T_3; T_5; T_8; T_{10}; T_{13}; T_{15}; T_{18}$: BC 178 B, BC 252 B;
 $T_4; T_6; T_7; T_{11}; T_{12}; T_{16}; T_{17}$: BC 108 B, BC 172 B;
 T_9, T_{14}, T_{19} : BC 178 A, B; BC 252 A, B;
 T_{20}, T_{22}, T_{24} : BC 177 A;
 T_{21}, T_{23}, T_{25} : BC 107 A;
 T_{26}, T_{27}, T_{28} : BC 107 A, B; BC 171, A, B;
 T_{29} : BD 135;
 T_{30}, T_{31} : BC 107 B, BC 171 A, B;

Bobine:

L_1 : 30 mH; pe miez de ferită tip E 20; sîrmă Cu \varnothing 0,3.

L_2 : 3 mH; pe miez de ferită tip E 20; sîrmă Cu E $\varnothing 0,3$;
 L_3 ; L_4 ; L_5 : 20 ... 50 μ H pe miez de ferită cilindric;
sîrmă Cu E $\varnothing 1$.

Trafo rețea:

Primar (înfășurare 1—2): 220 V;
Sécundar (înfășurarea 3—4): 22 V;
Secundar (înfășurarea 5—6): 30 V;
Miez: 3 cm²; inducție: 10 kGs.

Siguranțe:

Si_1 , Si_2 , Si_3 : 3 A — rapidă;
 Si_4 : 10 A — temporizată;
 Si_5 : 80 mA — temporizată.

21.4. Punerea în funcțiune

1. Se verifică funcționarea preamplificatorului și a amplificatoarelor celor trei canale, folosind un generator de joasă frecvență, un milivoltmetru și un osciloscop.

2. Se reglează distanța becurilor de comandă față de fotodiode, și rezistoarele R_{29} , R_{45} , R_{59} . Reglajul se face pe fiecare canal. Se reglează nivelul semnalului de intrare (de la generator) la valoarea de 200 mVef și frecvența la 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, corespunzător canalului de frecvențe joase, medii și înalte.

a) — Rezistoarele R_{29} , R_{45} , R_{59} — pe poziție medie;
— potențiometrele P_5 , P_6 , P_7 — pe poziție medie;
— potențiometrele P_1 , P_2 , P_3 , P_4 — la maximum;
— se măsoară tensiunea la bornele becurilor de putere ale fiecărui canal cu un voltmetru de curent continuu. Prin reglajul distanței dintre becurile de comandă și fotodiode trebuie îndeplinite simultan două condiții:

1. tensiunea la bornele becurilor să fie de minimum 160 V, cu potențiometrul P_1 la maximum;

2. becurile de putere să nu pâlpâie, indiferent de poziția potențiometrului P_1 ;

b) — Se închide potențiometrul P_1 ;

— se reglează rezistoarele R_{25} , R_{45} , R_{59} , pentru ca tensiunea la bornele becurilor de putere să fie de 30 V.

c) — Se deschide la maximum potențiometrul P_1 ;

— nivelul semnalului de intrare: 50 mV;

— se reglează fin distanța dintre becurile de comandă și fotodiodele pentru a se obține aceeași tensiune la bornele becurilor de putere.

d) — Se repetă de câteva ori punctele „b” și „c”:

— se verifică punctul „a”;

— se blochează becurile de comandă și fotodiodele în poziția astfel determinată.

3. Verificarea stabilității termice a circuitului de comandă.

— Se reglează intensitatea luminoasă inițială a becurilor de putere la un nivel oarecare;

— se lasă să funcționeze montajul cca o jumătate de oră. Dacă se constată o modificare substanțială a luminii, se vor ajusta valorile rezistoarelor din grupul R_{63} , R_{64} , Th_1 ; R_{68} , R_{69} , Th_2 , R_{73} , R_{74} , Th_3 , astfel încât rezistența totală a grupului la 25°C să fie aceeași.

21.5. Citeva recomandări

Montajul se va realiza pe o placă de circuit imprimat. Traseele prin care circulă curenți de intensitate mare vor avea o lățime de circa: 1 mm pentru 1 A, 2,5 mm pentru 4 A, 5 mm pentru 6 A.

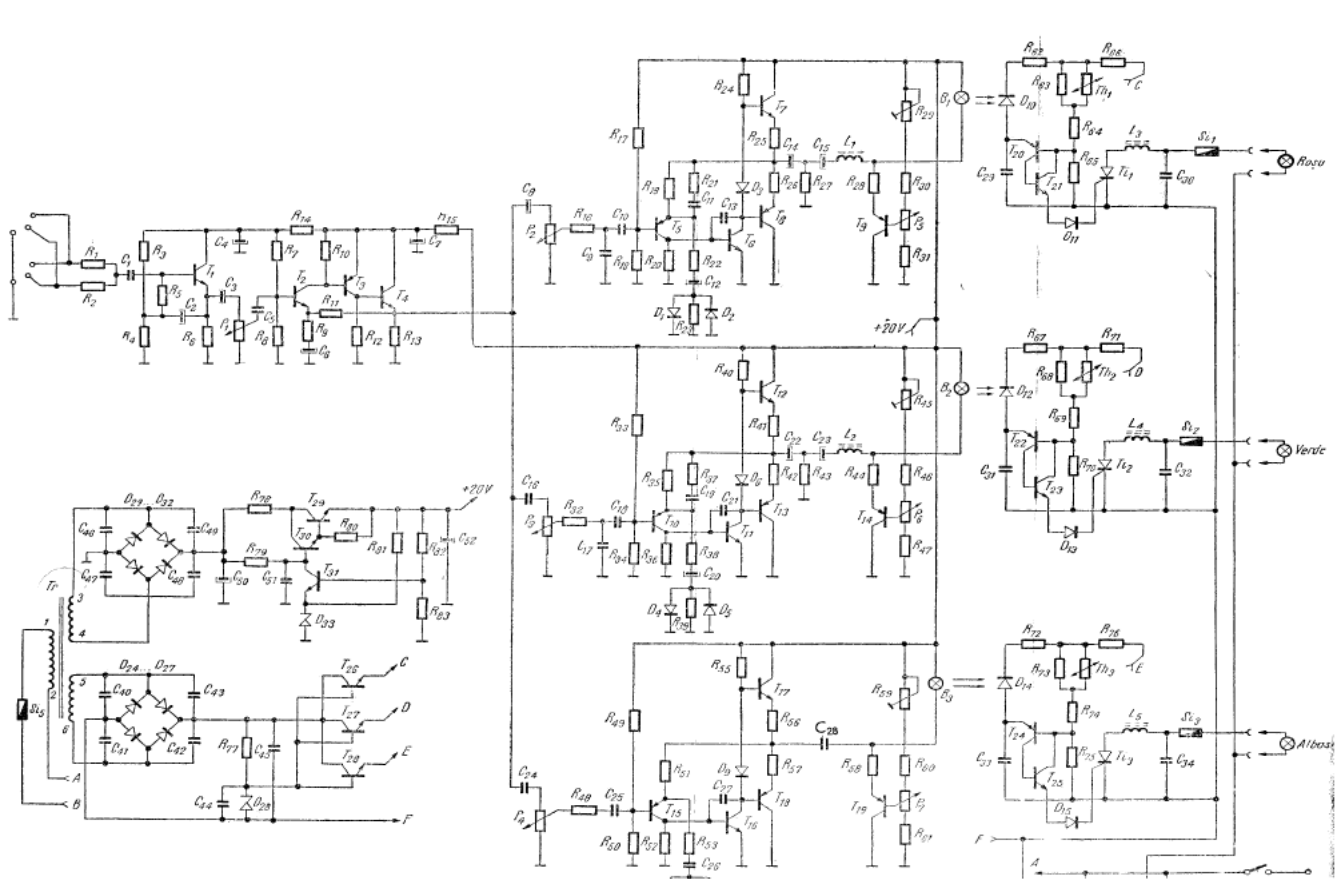
Se vor evita cuplajele capacitive între traseele și piesele amplificatoarelor și ale circuitelor de comandă a becurilor de putere.

Atât în timpul reglajului, cit și în funcționare normală, fotodiodele trebuie ferite de lumina exterioară.

Șasiul aparatului se va conecta la masa montajului într-un singur punct — la masa mufelor de intrare.

Aparatul va fi prevăzut cu trei prize la care se vor conecta becurile de putere cu cite un steker de rețea.

Becurile de putere trebuie să aibă un răspuns rapid la salturile de curent, de aceea se vor folosi becuri sau grupuri de becuri de max. 100 W.



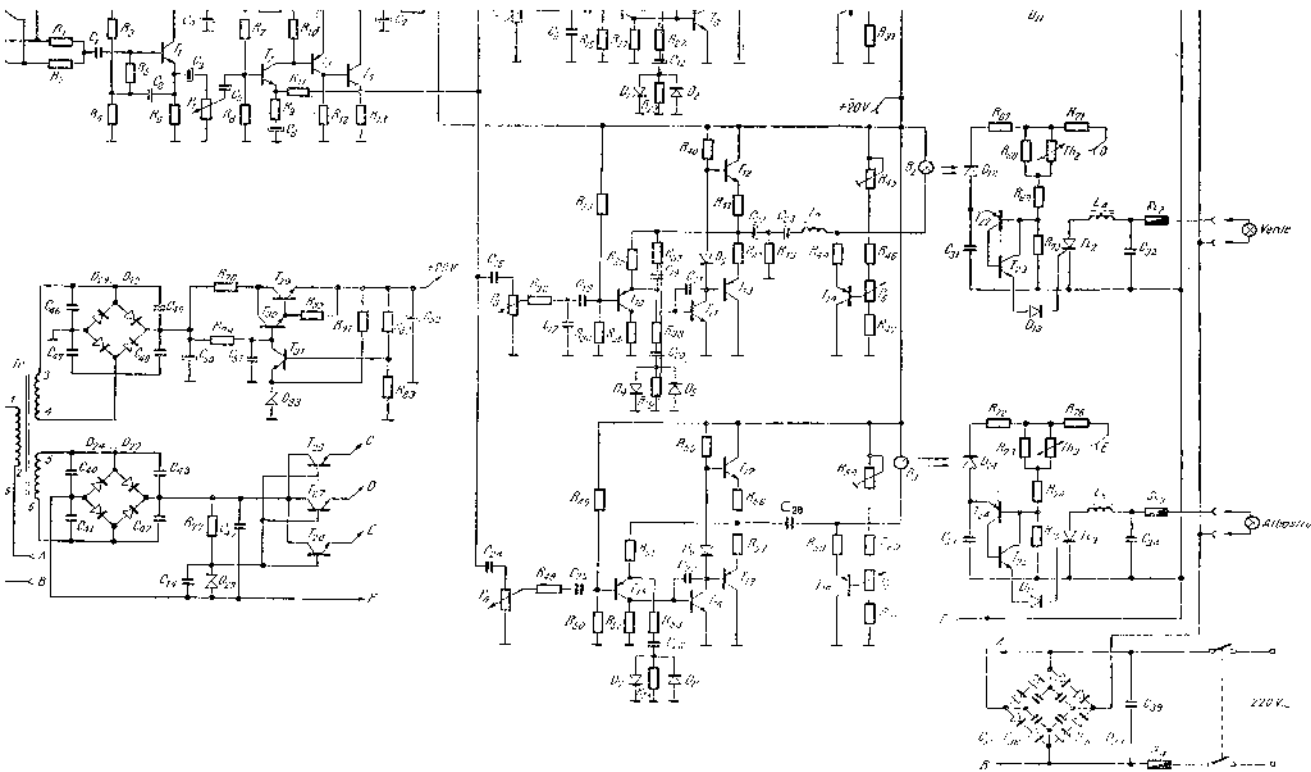


Fig. 21.2. Schema electrică a circuitului de control

Lucrarea prezintă o serie de montaje destinate îmbunătățirii performanțelor aparatelor de recepție radio și TV cum și câteva montaje pentru aparatură electronică necesară abordării unor construcții mai complexe.

Montajele propuse fiind diverse și avînd un caracter de noutate interesează o gamă largă de amatori.

Vor apare:

- | | |
|--------------------------|---|
| I. Ristea ș.a. | Manualul muncitorului electronist |
| Gh. Mitrofan | Generatoare de impulsuri și de tensiune liniar variabilă |
| E. Damachi | Dispozitive semiconductoare multijoncțiune |
| A. Vătășescu ș.a. | Circuite integrate liniare.
Manual de utilizare, vol. II |

