

inż. Zbigniew Faust

BUDUJEMY WZMACNIACZ STEREOFONICZNY

Podaję opis konstrukcyjny wzmacniacza stereo, przeznaczonego do współpracy z gramofonem stereofonicznym. Wzmacniacz zawiera dwa kanały: lewy i prawy. Każdy kanał składa się ze stopnia wejściowego, układów regulacji głośności i balansu oraz stopnia końcowego. W stopniu wejściowym odbywa się wstępne wzmocnienie słabych sygnałów z adaptera, a także korekcja charakterystyki częstotliwościowej odtwarzanych nagrań płyt przez odpowiednie podniesienie lub obniżenie tonów niskich i wysokich. Układ regulacji głośności pozwala zmieniać w sposób ciągły siłę dźwięku nagrań płytowych, natomiast regulacja balansu umożliwia wyrównanie głośności odtwarzania obu kanałów. Stopień końcowy nie różni się niczym od podobnego stopnia wzmacniacza monofonicznego.

Konstrukcyjnie wzmacniacz został podzielony na 3 człony: 1. układ korekcji barwy dźwięku, 2. dwustopniowy wzmacniacz końcowy, 3. zasilacz sieciowy.

Poszczególne człony układu montuje się na oddzielnych płytkach bakelitowych, dzięki czemu jest ułatwione eksperymentowanie z układem.

Dane techniczne

Moc wyjściowa: max 2 x 4 W

Czułość: około 100 mV

Pasma przenoszenia: 5 Hz ÷ 20 kHz (-3 dB)

Współczynnik zniekształceń nieliniowych: poniżej 5%

Zasilanie z sieci 220 V/50 Hz, moc pobierana około 80 W.

UKŁAD KOREKCJI BARWY DŹWIĘKU

Zawiera on w każdym kanale dwa stopnie wzmocnienia napięciowego oraz układ regulacji barwy dźwięku, oddzielnie dla niskich i wysokich tonów.

Schemat ideowy przedstawiono na rysunku 1. Oba kanały wzmacniacza są jednakowe i wobec tego wystarczy opis tylko jednego z nich. Sygnał wejściowy z adaptera stereofonicznego przechodzi przez znormalizowane gniazdo wejściowe W_e i kondensator sprzęgający C_1 do regulatora siły dźwięku R_1 , a następnie poprzez kondensator C_2 do siatki sterującej lampy L_{1a} . Opornik upływowy siatki ma wartość 1 M Ω . W obwodzie katodowym lampy znajduje się opornik R_2 do wytworzenia napięcia polaryzacji siatki, zblokowany kondensatorem C_3 . Wzmocniony w obwodzie anodowym sygnał doprowadza się poprzez opornik R_4 i kondensator C_4 do układu regulacji barwy dźwięku. Aby wysokie tony nie zostały za bardzo osłabione, opornik R_4 jest zbocznikowany kondensatorem C_5 . W pierwszym stopniu wzmocnienia występuje ponadto sprzężenie zwrotne między anodą i siatką lampy L_{1a} (opornik R_1).

Dzięki temu sprzężeniu uzyskuje się bardziej liniową charakterystykę przenoszenia i mniejszy współczynnik zniekształceń nieliniowych.

Układ regulacji barwy dźwięku składa się z dwóch obwodów RC. Pierwszy obwód obejmuje elementy $R_7R_8R_9C_6$ przeznaczone do regulacji w zakresie niskich tonów, drugi zaś ($C_8R_{10}C_{10}$) pozwala zmieniać charakterystykę przenoszenia w obszarze tonów wysokich. Opornik R_{10} jest elementem od sprzęgającym obwód regulacji tonów niskich od obwodu regulacji tonów wysokich.

Ponieważ układ regulacji barwy dźwięku powoduje znaczne tłumienie sygnału, przeto zastosowano drugi stopień wzmocnienia z triodą L_{1b} . Opornik R_{11} i kondensator C_{11} przeznaczone są do wytworzenia napięcia polaryzacji siatki. Zasilanie anody lampy odbywa się przez opornik obciążenia R_{14} .

Napięcie zasilające układ korekcji barwy dźwięku pobiera się z zasilacza sieciowego poprzez filtr odsprężający (opornik R_{12} i kondensator C_7).

WYKAZ ELEMENTÓW

Oporniki — masowe OWS

R_1, R_{12} — potencj. masowy podwójny SP-IIIb 1 M Ω /0,5 W/C

$R_2, R_{12}, R_{17}, R_{27}$ — 1 M Ω /0,25 W

$R_3, R_{14}, R_{20}, R_{21}$ — 220 k Ω /0,5 W

$R_4, R_7, R_{10}, R_{11}, R_{24}, R_{25}$ — 100 k Ω /0,25 W

R_6, R_{21} — 4,7 M Ω /0,25 W

$R_8, R_{11}, R_{18}, R_{22}$ — 2,7 k Ω /0,25 W

$R_9, R_{12}, R_{13}, R_{23}$ — potencj. masowy podwójny SP-IIIb 1 M Ω /0,5 W/A

R_5, R_{22} — 15 k Ω /0,25 W

R_{13} — 470 Ω /1 W

Kondensatory

$C_1, C_2, C_3, C_{11}, C_{12}, C_{14}, C_{15}, C_{21}$ — styrofl. KSF 0,02 μ F/400 V

C_7 — elektrolit. KEN 32 μ F/350 V

$C_4, C_{12}, C_{16}, C_{22}$ — elektrolit. KES 50 μ F/12 V

C_5, C_{14} — styrofl. KSF 470 pF/250 V

C_6, C_{17} — styrofl. KSF 0,1 μ F/250 V

C_7, C_{19} — styrofl. KSF 2200 pF/250 V

C_8, C_{20} — styrofl. KSF 100 pF/250 V

C_{10}, C_{22} — styrofl. KSF 1000 pF/250 V

Lampy

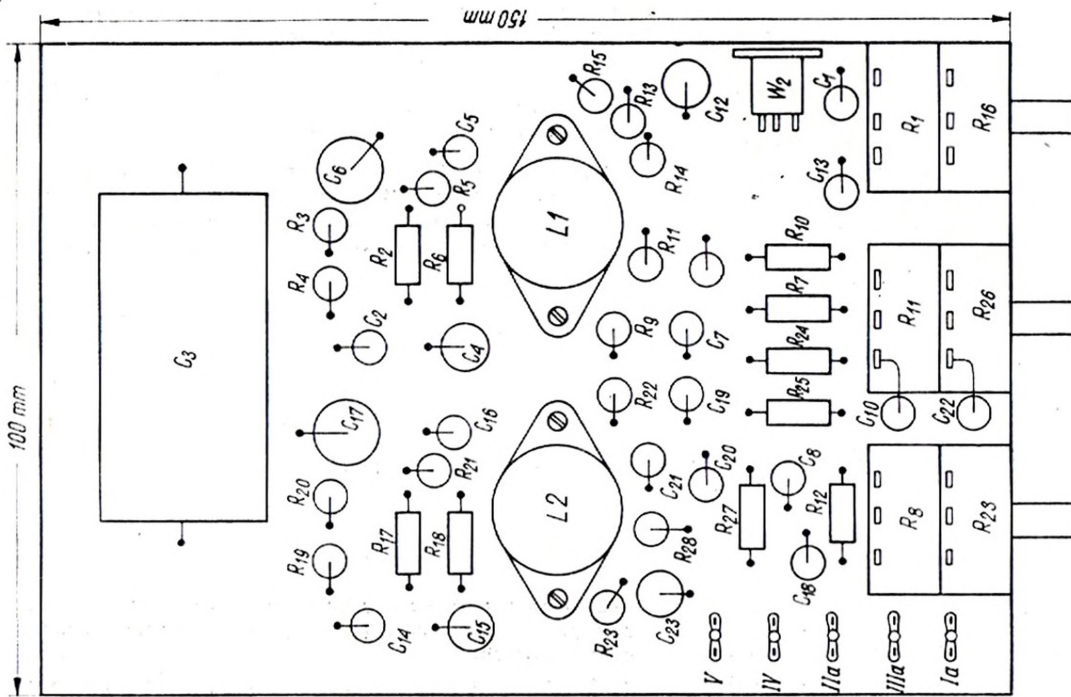
L_{1a}, L_2 — ECC83

MONTAŻ

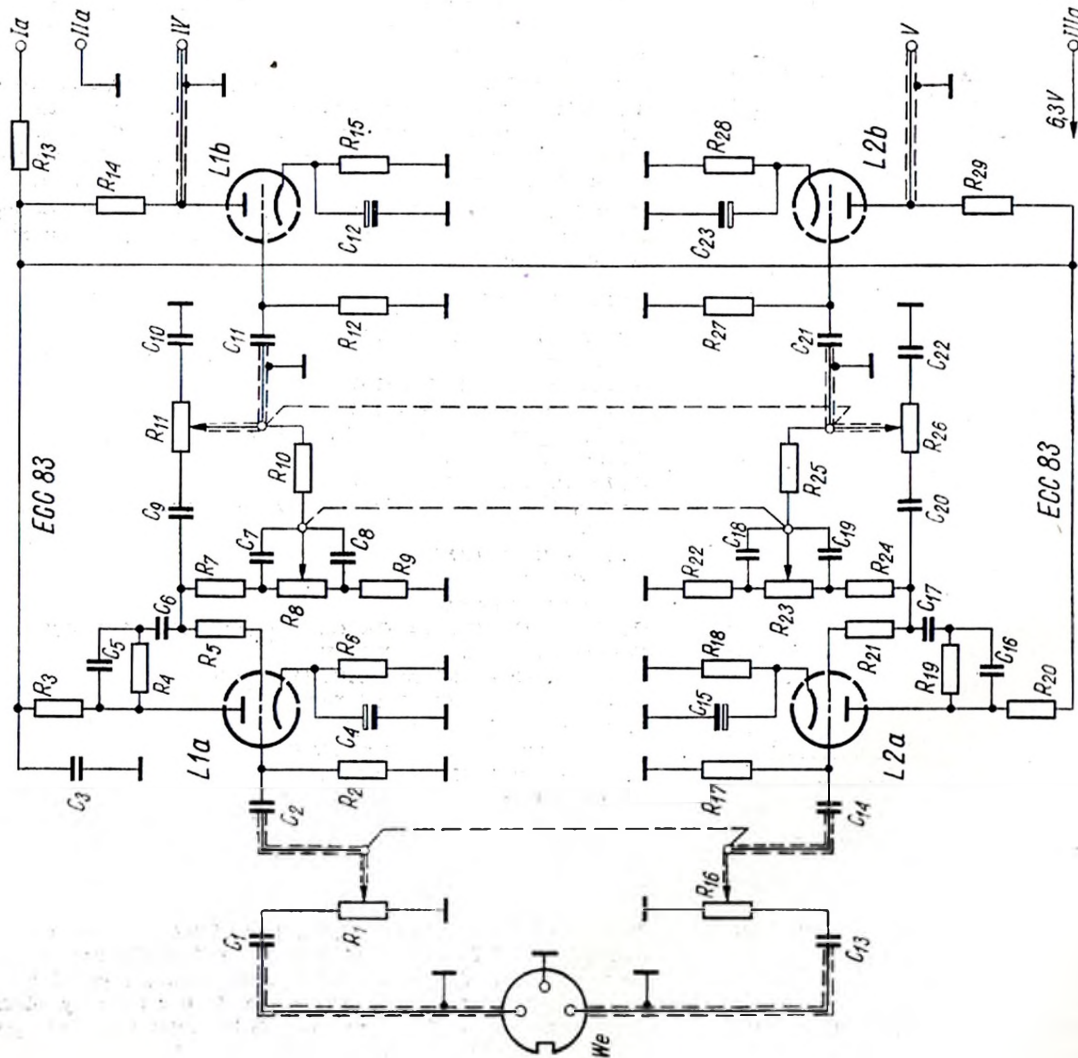
Jako chassis zastosowano płytkę bakelitową (rys. 2) o rozmiarach 150 x 100 x 2 mm. W dolnej części płytki umieszczone zostały podwójne potencjometry do regulacji siły i barwy dźwięku oraz gniazdo wejściowe. Z lewej strony obok potencjometrów umieszczono końcówki lutownicze w ten sposób, aby odpowiadały właściwym końcówkom na płytce

montażowej wzmacniacza końcowego. W górnej części płytki przykręcono kondensator C₃. Podstawki lampowe wraz z kubkami ekranującymi znajdują się pośrodku płytki montażowej. Kondensatory i oporniki rozmieszczono w pozycji pionowej i poziomej na pozostałych wolnych miejscach płytki. Montaż układu wykonano metodą pseudodruku. Polega ona

na tym, że w płytce bakelitowej, w odpowiednich miejscach (zaznaczonych na rysunku kropkami) zostają przewiercone otwory o średnicy 1,6 mm, w które wprowadza się końcówki oporników i kondensatorów. Po przeciwnej stronie płytki lutuje się te końcówki ze sobą lub z odcinkami przewodu montażowego.



Rys. 2. Schemat montażowy układu korekcji barwy dźwięku



Rys. 1. Schemat ideowy układu korekcji barwy dźwięku

DWUSTOPNIOWY WZMACNIACZ KOŃCOWY

Wzmacniacz końcowy składa się ze stopnia wzmocnienia napięciowego i stopnia mocy oraz z regulatora balansu.

Schemat ideowy wzmacniacza przedstawiono na rysunku 3. Tutaj również ograniczymy opis układu do jednego kanału, ponieważ drugi jest identyczny.

Signal wejściowy zostaje doprowadzony poprzez kondensatory C_1, C_2 do siatki sterującej lampy $L3a$, która pracuje w stopniu wstępnego wzmocnienia. Pomiedzy tymi kondensatorami znajduje się regulator balansu R_3 , stanowiący wraz z opornikami R_1, R_2 dzielnik napięcia. Dzielnik jest tak zaprojektowany, że przy lewym skrajnym położeniu suwaka w regulatorze balansu (sprzężone potencjometry R_1, R_2) signal w pierwszym kanale zostaje stłumiony o około 12 dB, a w drugim wzmacniony o około 12 dB. Przy prawym skrajnym położeniu suwaka w regulatorze balansu uzyskuje się stan odwrotny. Położenia pośrednie umożliwiają wyrównanie głośności odtwarzania obu kanałów. W ten sposób, za pomocą regulatora balansu uzyskuje się właściwe rozmieszczenie kierunku słyszenia pozornych źródeł dźwięku.

sprężenie zwrotne napięciowe. Mamy tu również sprzężenie zwrotne prądowe, gdyż oporniki R_7, R_8 nie zostały zobocznikowane kondensatorami.

WYKAZ ELEMENTÓW

Oporniki — masowe OWS

R_1, R_{17} — 100 k Ω /0,25 W

R_4, R_{18} — 33 k Ω /0,25 W

R_3, R_{19} — potencj. masowy podwójny SP-IIIb I 1 M Ω /0,5 W/A

$R_6, R_9, R_{12}, R_{25}, R_{28}, R_{31}$ — 1 k Ω /0,25 W

$R_5, R_{10}, R_{11}, R_{13}, R_{21}, R_{24}, R_{27}$ — 1 k Ω /0,25 W

R_8, R_{19} — 220 k Ω /0,5 W

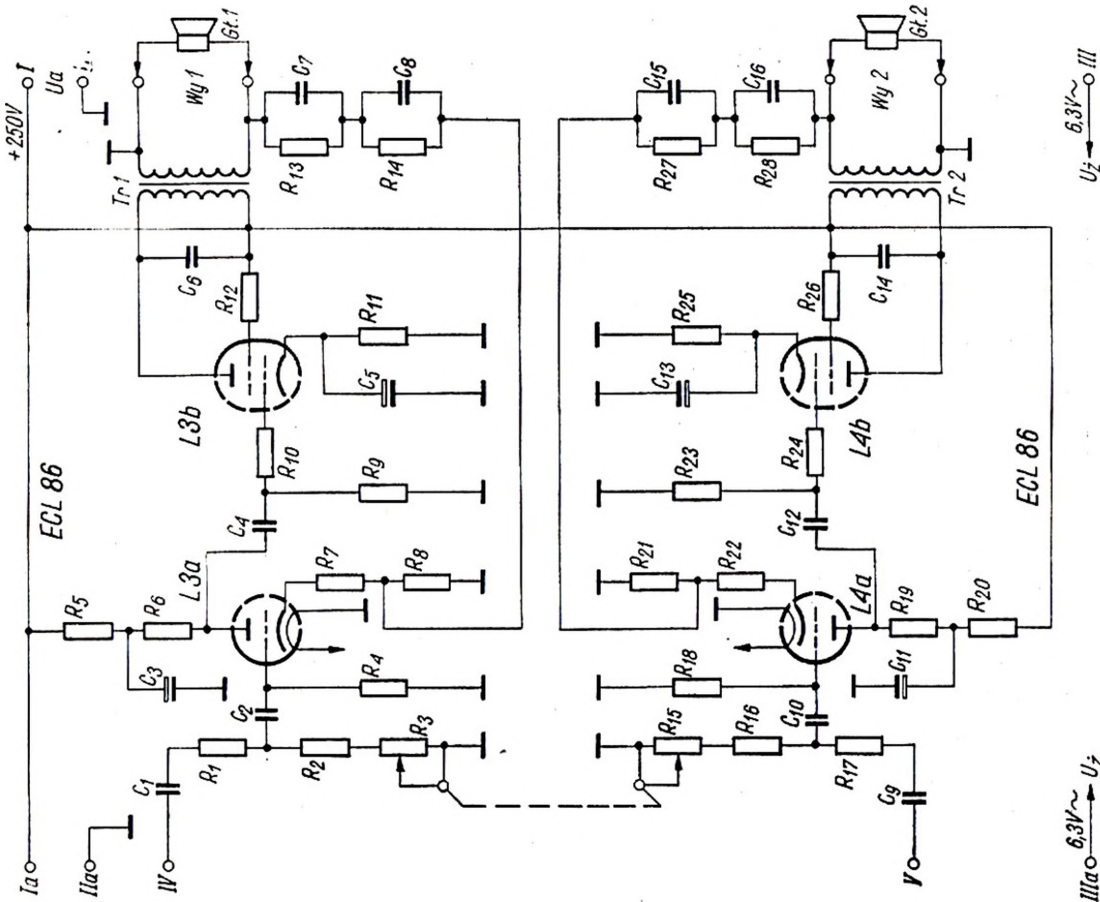
R_7, R_{22} — 2,2 k Ω /0,25 W

R_2, R_{11} — 1,5 k Ω /0,25 W

R_{13}, R_{23} — 170 Ω /0,25 W

R_{14}, R_{26} — 22 k Ω /0,25 W

R_{16}, R_{17} — 220 k Ω /0,25 W



Rys. 3. Schemat ideowy dwustopniowego wzmacniacza końcowego

W obwodzie anodowym lampy $L3a$ znajduje się opornik R_4 oraz filtr złożony z opornika R_5 i kondensatora C_3 . Filtr służy do odsprężenia stopnia mocy z lampą $L3b$ od stopnia wstępnego wzmocnienia. Następnie, poprzez kondensator sprzęgający C_4 i opornik R_{11} który zapobiega powstawaniu drgań wielkiej częstotliwości, wzmacniony signal wejściowy dochodzi do siatki sterującej lampy końcowej $L3b$. W obwodzie katodowym lampy znajduje się opornik R_{11} do wytworzenia napięcia polaryzacji siatki oraz dołączony do niego równolegle kondensator C_6 . Anoda lampy $L3b$ zasilana jest z pierwotnego uzwojenia transformatora wyjściowego $Tr1$.

Podane na początku artykułu pasmo przenoszonych przez wzmacniacz częstotliwości uzyskano dzięki wprowadzeniu do układu szeregu elementów. Jednym z nich jest kondensator C_3 dołączony równolegle do pierwotnego uzwojenia transformatora wyjściowego. Do innych zaliczają się obwody RC umieszczone między wtórnym uzwojeniem transformatora $Tr1$ a obwodem katodowym lampy $L3a$. Powstaje w ten sposób

Kondensatory

C_1, C_2, C_3, C_{10} — styrofl. KSF 0,047 μ F/250 V

C_8, C_{11} — elektrol. KEN 32 μ F/350 V

C_4, C_{12} — styrofleks. KSF 0,1 μ F/250 V

C_5, C_{14} — elektrolit. KES 100 μ F/12 V

C_6, C_{15} — styrofleks. KSF 470 pF/250 V

C_7, C_{16} — styrofleks. KSF 1000 pF/250 V

C_9, C_{17} — styrofleks. KSF 0,01 μ F/250 V

Inne

$L3, L4$ — lampy ECL86

$Gt1, Gt2$ — głośnik dynamiczny typu GD-18-13/2/5 opór cewki 4 Ω

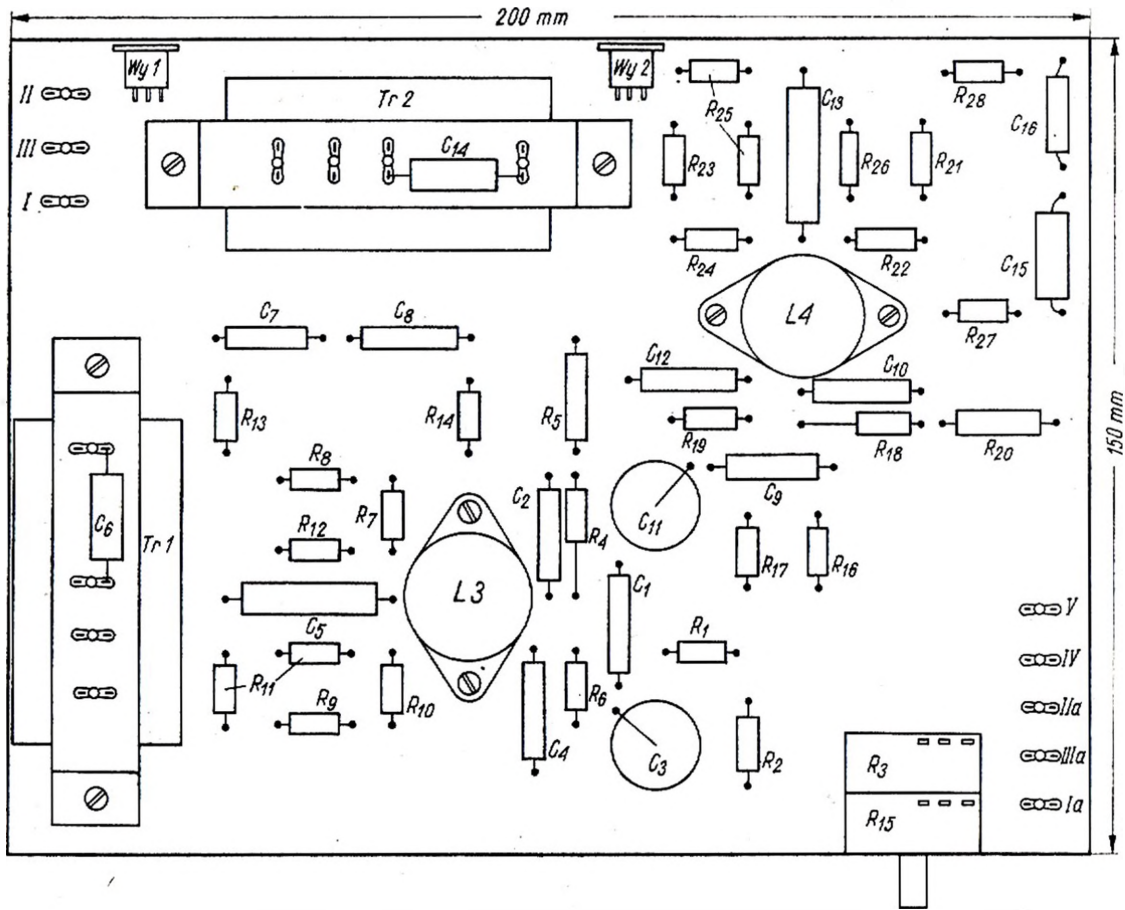
$Tr1, Tr2$ — transformator wyjśc. typu TG-2-3166 stosowany w radioodbiorniku „Relaks 2”

MONTAŻ

Wszystkie elementy wzmacniacza końcowego (z wyjątkiem głośników) przymocowuje się do płytki bakelitowej o rozmiarach 200×150×2 mm. Aby zapobiec powstawaniu niepożądanych sprzężeń w układzie, zaleca się rozmieścić elementy według schematu montażowego uwidocznionego na rysunku 4.

WYKAZ ELEMENTÓW

C_1, C_2 — kondensatory elektrolity. KEN 50 $\mu\text{F}/450\text{ V}$
 D_1, D_2, D_3, D_4 — diody DZG7 lub prostownik selenowy SP5-6B-250-C100
 Tr_3 — transformator sieciowy TS6071-6076 stosowany w radioodbiorniku „Carmen-Steéeo”. Można go również wykonać sa-

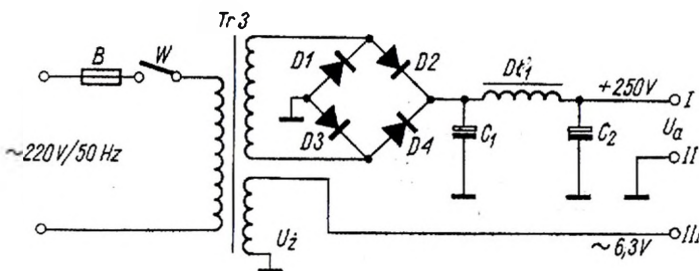


Rys. 4. Schemat montażowy dwustopniowego wzmacniacza końcowego

Montaż układu wykonuje się również metodą pseudodruku. Doprowadzenie napięć zasilających odbywa się poprzez końcówki lutownicze znajdujące się na skraju w lewej części płytki montażowej.

ZASILACZ SIECIOWY

Schemat ideowy zasilacza przedstawiono na rysunku 5. Zasilacz składa się z prostownika pełnokresowego oraz filtru. Prostownik selenowy w układzie mostkowym prostuje napie-



Rys. 5. Schemat ideowy zasilacza sieciowego

cie zmienne z wtórnego uzwojenia transformatora sieciowego Tr_3 . Filtr zasilacza zawiera dławik i dwa kondensatory elektrolityczne.

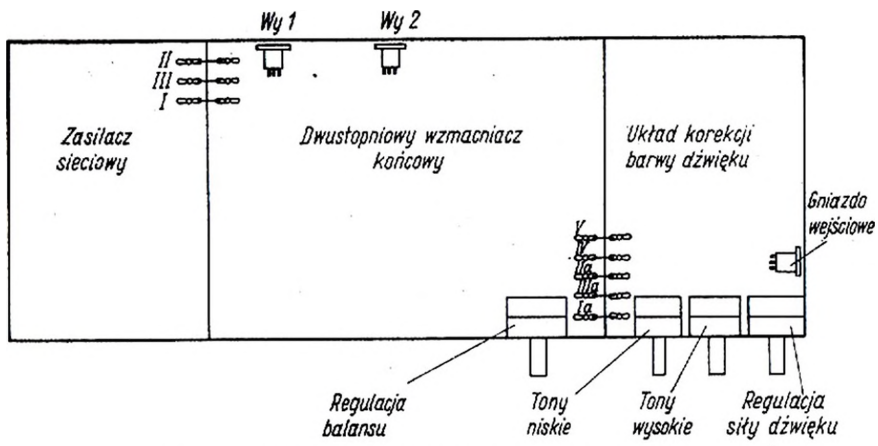
Zasilanie włókien żarzenia lamp wzmacniacza odbywa się z oddzielnego uzwojenia na transformatorze sieciowym.

memu. Do tego celu jest potrzebny rdzeń o przekroju 11,5 cm^2 , na którym należy nawinąć uzwojenie: pierwotne — 880 zw. drutu $\varnothing 0,4\text{ mm}$ w emalii; wtórne anodowe — 840 zw. drutu $\varnothing 0,35\text{ mm}$ w emalii; wtórne żarzeniowe — 28 zw. drutu $\varnothing 1,1\text{ mm}$ w emalii.

D_{11} — dławik filtru zasilacza typu C-4245-212 stosowany w odbiornikach TV „Turkus” i „Smaragd”.

Montaż kompletnego wzmacniacza można zrealizować w oparciu o rozmaite rozwiązania konstrukcyjne, z których najprostszym jest przymocowanie trzech płytek montażowych do chassis z blachy aluminiowej. Płytki te można przykręcić wprost do chassis, po uprzednim wycięciu w nim prostokątnych otworów. W przypadku płytki o rozmiarach 150×100 mm wycięcie powinno mieć długość 142 mm i szerokość 92 mm, natomiast dla większej płytki — 142 mm i 192 mm. Chodzi o to, aby był zapewniony dostęp do płytek również od spodu, gdzie znajdują się przewody łączące poszczególne elementy. Zaleca się rozmieszczenie pomiędzy płytkami ścianek rozdzielających z blachy. Takie ścianki ekranują jeden człon wzmacniacza od drugiego. Połączenia między poszczególnymi członami wykonujemy sztywnym przewodem w izolacji, którego odcinki przylutowuje się do odpowiednich końcówek lutowniczych na płytkach montażowych, jak to uwidoczniono na rysunku 6.

Innym rozwiązaniem konstrukcyjnym jest umieszczenie chassis w obudowie składającej się z płyty czołowej i pokrywy. W tym przypadku wszystkie elementy regulacyjne, wyłączniki oraz gniazda wejściowe i wyjściowe wymontowuje się z płytek i przykręca do płyty czołowej. Przewody łączące regulatory siły oraz barwy dźwięku i gniazdo wejściowe po-



Rys. 6. Sposób połączeń poszczególnych członów wzmacniacza

winne być zaekranowane. Pokrywą wykonaną z cienkiej blachy należy zaopatrzyć w otwory wentylacyjne dla lepszego odprowadzenia ciepła z nagrzewających się części wzmacniacza.

Głośniki umieszczamy w drewnianych obudowach i łączymy za pomocą kabli z gniazdami wyjściowymi wzmacniacza.

Opracowano na podstawie „Funktechnik” nr 23, 24/1965 i nr 2/1966.