

Dwukanałowy wzmacniacz akustyczny

inż. W. Moszczakow

Pasmo częstotliwości akustycznych opisywanego wzmacniacza zawiera się w zakresie 30 Hz ÷ 15 kHz. Współczynnik zawartości harmoniczných jest równy 0,5% przy częstotliwości 1000 Hz, a na krańcach pasma nie przekracza 2%. Moc wyjściowa kanału większych częstotliwości akustycznych wynosi 2 VA, a kanału mniejszych częstotliwości — 4 VA. Czulość wzmacniacza — 150 mV. Przydźwięk sieci jest co najmniej o 50 dB niższy od poziomu napięcia znamionowego kanału mniejszych częstotliwości. Współczynnik zniekształceń intermodulacyjnych kanału większych częstotliwości nie przekracza 1,5%.

Pierwszy stopień wzmacniacza jest wspólny dla obu kanałów. Na wejściu znajduje się potencjometr słu-

Budowa coraz doskonalszych urządzeń elektroakustycznych jest jedną z intensywnie rozwijających się gałęzi działalności radioamatorskiej. Podstawową częścią zestawu elektroakustycznego jest dobry wzmacniacz. W urządzeniach najwyższej klasy stosuje się często wzmacniacze dwukanałowe, umożliwiające obniżenie do minimum zniekształceń intermodulacyjnych oraz upraszczające budowę i regulację zespołów głośnikowych. Poniżej podajemy tłumaczenie opisu doskonałego dwukanałowego wzmacniacza akustycznego, który był opublikowany w radzieckim miesięczniku „Radio” nr 51961 r.

Redakcja

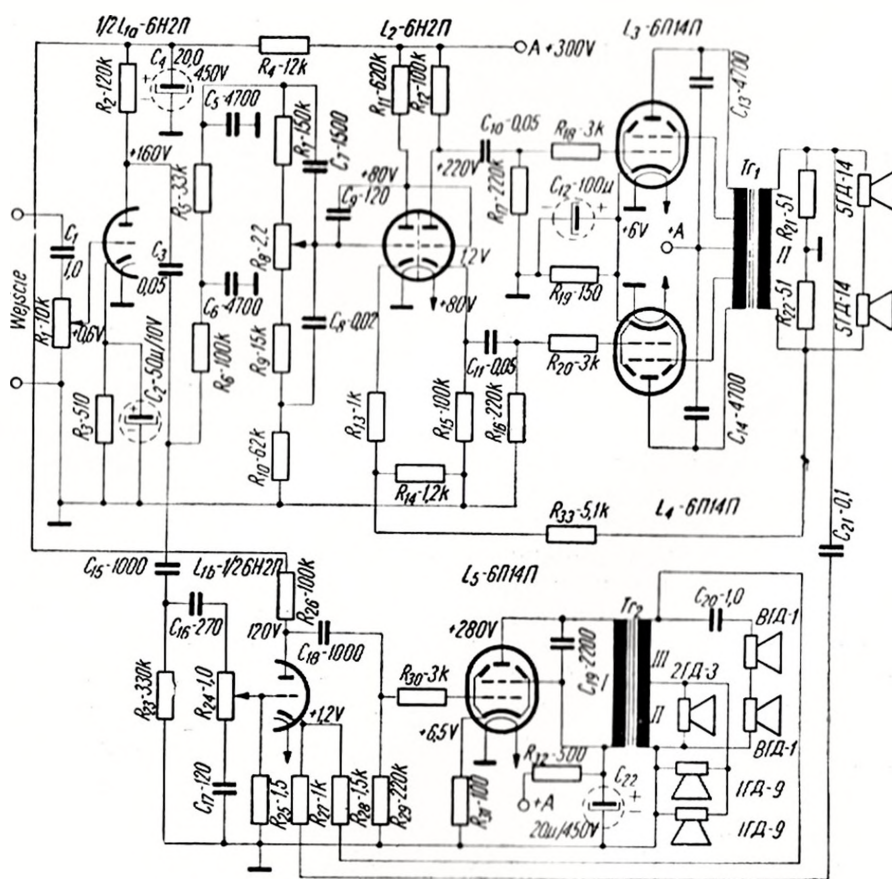
żący do regulacji wzmocnienia całego wzmacniacza. Zastosowano potencjometr o niewielkiej oporności (10 kΩ), co zmniejsza wpływ niepożądanych pól elektromagnetycznych na obwód siatkowy lampy. Niewielką oporność wejściową

wzmacniacza należy brać pod uwagę przy doborze źródeł audycji. W przypadku, np. adaptera krystalicznego należy zastosować potencjometr o większej oporności (0,3 MΩ ÷ 1 MΩ).

Na wejściu kanału mniejszych częstotliwości znajduje się filtr utworzony z oporników R_5 i R_6 oraz kondensatora C_5 i C_6 . Przebiegi o większych częstotliwościach przedostają się do kanału wzmocnienia tych częstotliwości poprzez kondensatory o niewielkiej pojemności (C_{15} i C_{16}).

Kanał większych częstotliwości (na rys. 1 — dolny) ma dwa stopnie wzmocnienia. Potencjometr R_{24} służy do regulacji wzmocnienia większych częstotliwości składowych audycji. Zakres regulacji wynosi ± 15 dB przy częstotliwości 15 kHz.

W celu dodatkowego stłumienia składowych audycji o mniejszych częstotliwościach, zastosowano obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego poprzez kondensator C_{21} i opornik R_{27} . Zmniejszenie zniekształceń nieliniowych kanału większych częstotliwości uzyskuje się dzięki zastosowaniu ujemnego sprzężenia zwrotnego z wyjścia tego kanału na jego wejście. Napięcie ujemnego sprzężenia zwrotnego pobierane z wyjścia transformatora Tr_2 jest doprowadzane do katody lampy poprzez opornik R_{28} , włączony w szereg z tym uzwojeniem. Dodatkowe ujemne sprzężenie zwrotne (prądowe) uzyskuje się na oporniku R_{31} . Transformator wyjściowy tego kanału (Tr_2) zasila zespół składający się z 5 głośników. Zastosowano dodatkowe rozgraniczenie odtwarzanych częstotliwości przez zastosowanie dwóch głośników wysokotonowych zasilanych poprzez kondensator C_{20} . Głośniki te przeznaczone są do odtwarzania częstotliwości w zakresie od 5 kHz do 15 kHz. Drugą grupę stanowią trzy głośniki średnio-tonowe, przyłączone bezpośrednio do części wtórnego uzwojenia transformatora. Pokrywają one zakres częstotliwości od 1 do 7 kHz.



Rys. 1. Schemat ideowy wzmacniacza

Można zastosować inny zespół głośników, tym bardziej, że dzięki silnemu ujemnemu sprzężeniu zwrotnemu dopuszczalne są pewne odchylenia w dopasowaniu opornościowym obciążenia do wyjścia wzmacniacza.

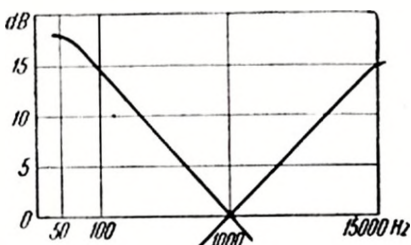
Kanał mniejszych częstotliwości zawiera trzy stopnie wzmocnienia, przy czym ostatni stopień jest przeciwsobny. Potencjometr R_8 służy do regulacji wzmocnienia tego kanału, przy czym zakres regulacji wynosi ± 18 dB przy częstotliwości 50 Hz.

Pierwszy stopień wzmocnienia (Lampa L_2) ma obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego poprzez kondensator C_9 .

Drugi stopień tego kanału jest odwracaczem fazy. Ponieważ siatka sterująca tego stopnia jest połączona bezpośrednio z anodą poprzedniego stopnia, to ujemne napięcie tej lampy określone jest różnicą napięć na anodzie poprzedniego stopnia i katodzie tego stopnia. Przy prawidłowym doborze punktu pracy napięcie to wynosi 1,2 V.

Stopień wyjściowy pracuje w układzie ultraliniowym z transformatorem. Cały kanał wzmocnienia mniejszych częstotliwości akustycznych jest objęty ujemnym sprzężeniem zwrotnym. Napięcie tego sprzężenia jest doprowadzone od opornika R_{22} poprzez opornik R_{33} do opornika R_{14} . Przez zmianę wartości opornika R_{33} można zmieniać głębokość sprzężenia zwrotnego. Należy podkreślić, że napięcia ujemnych sprzężeń zwrotnych, pobierane z wyjścia transformatora $Tr1$ dla kanału mniejszych częstotliwości i dla kanału większych częstotliwości, mają przeciwne fazy. Wynika to z różnej liczby stopni wzmocnienia w poszczególnych kanałach.

Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza (kanałów) jest przedstawiona na rysunku 2.

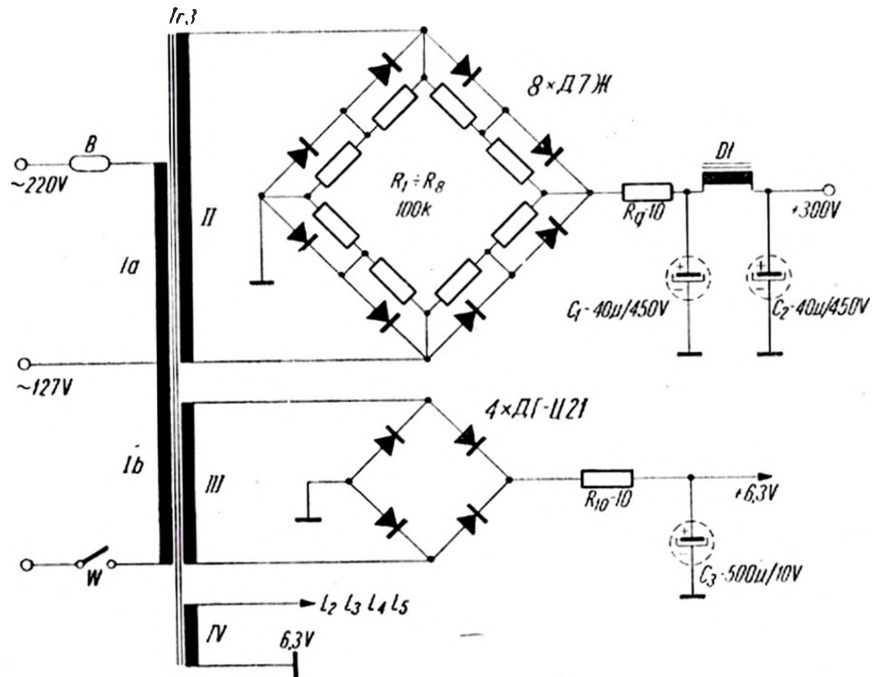


Rys. 2. Charakterystyka częstotliwościowa kanałów

Do zasilania wzmacniacza służy osobno zmontowany zasilacz, którego schemat pokazano na rys. 3. Opornik R_9 ogranicza prąd ładowania kondensatora C_1 w momencie włączenia. Zbyt duża wartość tego

prądu mogłaby uszkodzić diody prostownicze.

Pierwszą lampę wzmacniacza L_1 najlepiej jest żarzyć prądem stałym z osobnego układu pokazanego na rysunku 3. Można jednak żarzyć ją także prądem zmiennym z osobnego uzwojenia, o napięciu obniżonym do 5 V.



Rys. 3. Schemat ideowy zasilacza

Rdzeń transformatora $Tr2$ jest typu płaszczonego o przekroju 16×30 mm i szczelinie powietrznej 0,1 mm. Uzwojenie pierwotne ma 1000 zwojów przewodu o średnicy 0,18 mm. Sekcja III uzwojenia wtórnego ma 30, a sekcja II — 20 zwojów przewodu 0,59 mm w emalii.

Transformator $Tr1$ ma rdzeń o przekroju 22×30 mm. Sekcja Ia i Id transformatora mają po 1140 zwojów, a Ib i Ic po 860 zwojów przewodu o średnicy 0,16 mm. Wtórne uzwojenie transformatora ma 140 zwojów przewodu o średnicy 0,64 mm. Sposób rozmieszczenia uzwojeń tego transformatora jest pokazany na rysunku 4.

Transformator $Tr3$ prostownika ma rdzeń płaszczonego o przekroju $32 \times$

$\times 50$ mm. Dane uzwojeń są następujące: Ia — 280 zwojów przewodu o średnicy 0,59 mm; Ib — 380 zwojów przewodu o średnicy 0,74 mm; uzwojenie II — 700 zwojów przewodu 0,31 mm; uzwojenie III — 19 zwojów przewodu 1,2 mm; uzwojenie IV — 19 zwojów przewodu 0,59 mm.

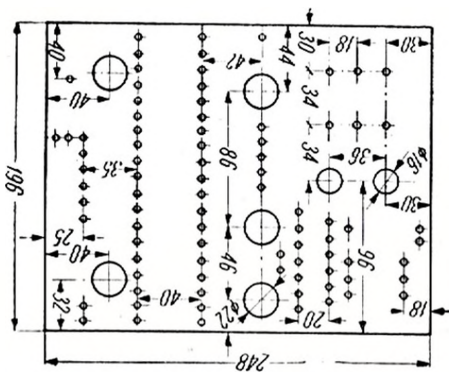
Dławik $D1$ ma rdzeń płaszczonego o przekroju 26×30 mm, a jego uzwojenie ma 2200 zwojów przewodu 0,31 mm.

Wzmacniacz jest zmontowany na płycie izolacyjnej o grubości $1,5 \div 2$ mm i rozmiarach 284×196 mm (rys. 5). Rozmieszczenie poszczególnych części jest pokazane na rysunkach 6 i 7.

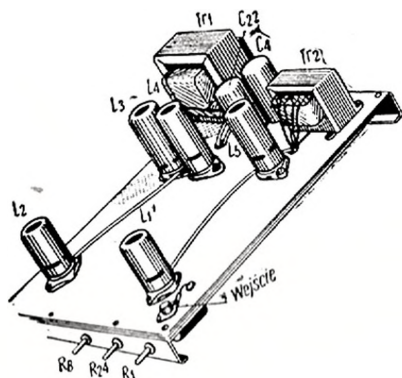
Jeżeli wzmacniacz będzie wykonany ściśle według podanych schematów, przy zachowaniu ogólnych zasad montażu tego rodzaju urządzeń, to uruchomienie jego nie powinno nastęrczać większych trudności. Montaż wzmacniacza zaprojektowano tak, aby uniknąć szkodliwych sprzężeń. Samowzbudzenie wzmacniacza może występować głównie z powodu zbyt małej pojemności kondensatora C_{19} lub niewłaściwego połączenia obwodów ujemnego sprzężenia zwrotnego. W tym ostatnim przypadku należy zmienić miejscami połączenia do uzwojenia wtórnego transformatora $Tr1$ lub uzwojenia I transformatora $Tr2$.



Rys. 4. Rozmieszczenie uzwojeń transformatora $Tr1$



Rys. 5. Szkic płyty montażowej



Rys. 6. Widok zmontowanego wzmacniacza

Przed przyłączeniem głośników należy sprawdzić, czy każda z grup głośników jest połączona prawidłowo, tj. czy membrany głośników poruszają się w jednakowej fazie. Należy także dobrać właściwe przyłączenie grup głośników do wyjść poszczególnych kanałów tak, aby uzyskać dobre brzmienie całego zespołu.

Na rysunku 8 przedstawiono jeden z wariantów zespołu głośnikowego, który może być zastosowany do opisanego wzmacniacza.

OD REDAKCJI

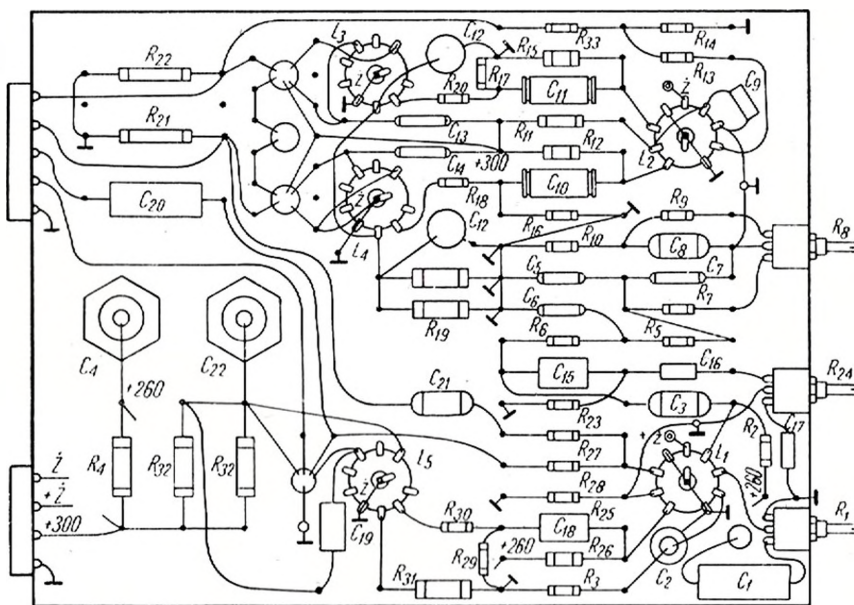
Odpowiednikiem lampy radzieckiej 6П14П jest krajowa lampa EL 84. Lampa radziecka 6H2П nie ma odpowiednika, ale może być zastąpiona lampą ECC 83 przy nieznacznych zmianach wartości oporników katodowych. Dane głośników radzieckich są następujące:

5ГД-14 jest głośnikiem owalnym o mocy 5 W, oporności 4 Ω, przeznaczonym do odtwarzania pasma 60 ÷ 10000 Hz;

2ГД-3 jest głośnikiem okrągłym o mocy 2 W, oporności 4 Ω, przeznaczonym do odtwarzania pasma 100 ÷ 10000 Hz;

1ГД-9 jest głośnikiem owalnym o mocy 1 W, oporności 6,5 Ω, przeznaczonym do odtwarzania pasma 100 ÷ 7000 Hz;

БГД-1 jest głośnikiem wysokotonowym o średnicy 105 mm, mo-



Rys. 7. Schemat montażowy wzmacniacza

cy 3 W, oporności 4,5 Ω (oporność cewki dla prądu stałego) przeznaczonym do odtwarzania pasma 800 ÷ 15000 Hz. Oporność tego głośnika przy częstotliwości 3000 Hz będzie wynosiła ok. 8 Ω.

Zamiast głośników radzieckich można zastosować następujący zespół głośników krajowych wytwórni „Tonsil”:

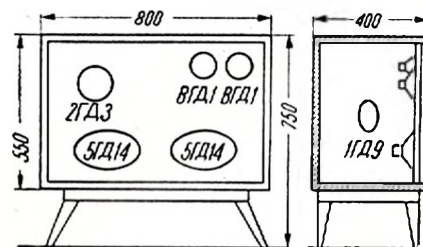
3 głośniki GD 18-13/2 lub lepiej GDS 18-13/2 o oporności 5 Ω (zamiast 1ГД-9 i 2ГД-3);

2 głośniki GDW 12,5/1,5 zamiast głośników wysokotonowych;

2 głośniki GD 26-18/3 zamiast głośników 5ГД-14; ponieważ głośniki krajowe mają w tym przypadku oporność równą 15 Ω, a głośniki radzieckie 4 Ω, należy więc zastosować równoległe połączenie dwóch głośników zamiast szeregowego.

Można zastosować także inny zespół głośników krajowych lub importowanych, zwracając uwagę na zachowanie właściwego dopasowania opornościowego. W razie potrzeby należy zaprojektować inaczej uzwojenia wtórne transformatorów Tr1 i Tr2.

Zaletą wzmacniaczy dwukanałowych jest także możliwość zasto-



Rys. 7. Szkic obudowy zespołu głośnikowego

sowania transformatorów wyjściowych zaprojektowanych i wykonanych z mniejszą precyzją niż jest to konieczne w przypadku jednokanałowego wzmacniacza Hi-Fi tej samej klasy. Wynika to z zastosowania dwóch transformatorów, z których każdy odtwarza węższe wybrane pasmo. W opisanym wzmacniaczu może być zastosowany jako Tr2 transformator wyjściowy od odbiornika „Bolero” lub „Tatry”. Tr1 należy wykonać we własnym zakresie, lecz z powodzeniem można zastosować inny rdzeń zmieniając odpowiednio liczbę zwojów.

Prostownik może być dowolnego typu — lampowy lub lepiej selewny, albo z krajowych diod.