

mgr inż. Wiesław Gronowski

WZMACNIACZ HI-FI 10 W

Amatorów dobrej muzyki zainteresuje zapewne opis niniejszego wzmacniacza o bardzo dobrych własnościach.

DANE TECHNICZNE

Moc wyjściowa: 10 W

Pasma przenoszenia: 30 Hz ÷ 25 kHz \pm 1 dB

Regulacja charakterystyki częstotliwości:

60 Hz: +6 ÷ -14 dB; 10 kHz: +6 ÷ -14 dB
względem 1 kHz

Czułość: 100 mV przy mocy wyjściowej 8 W

Wyjście niskooporowe: 15 Ω

Podskok napięcia przy odłączeniu obciążenia: 1.5 dB

Poziom szumów: -80 dB.

Schemat ideowy wzmacniacza przedstawiony jest na rysunku 1. We wzmacniaczu pracują trzy podwójne lampy: jedna ECC82 i dwie ECL86.

STOPIEK MOCY

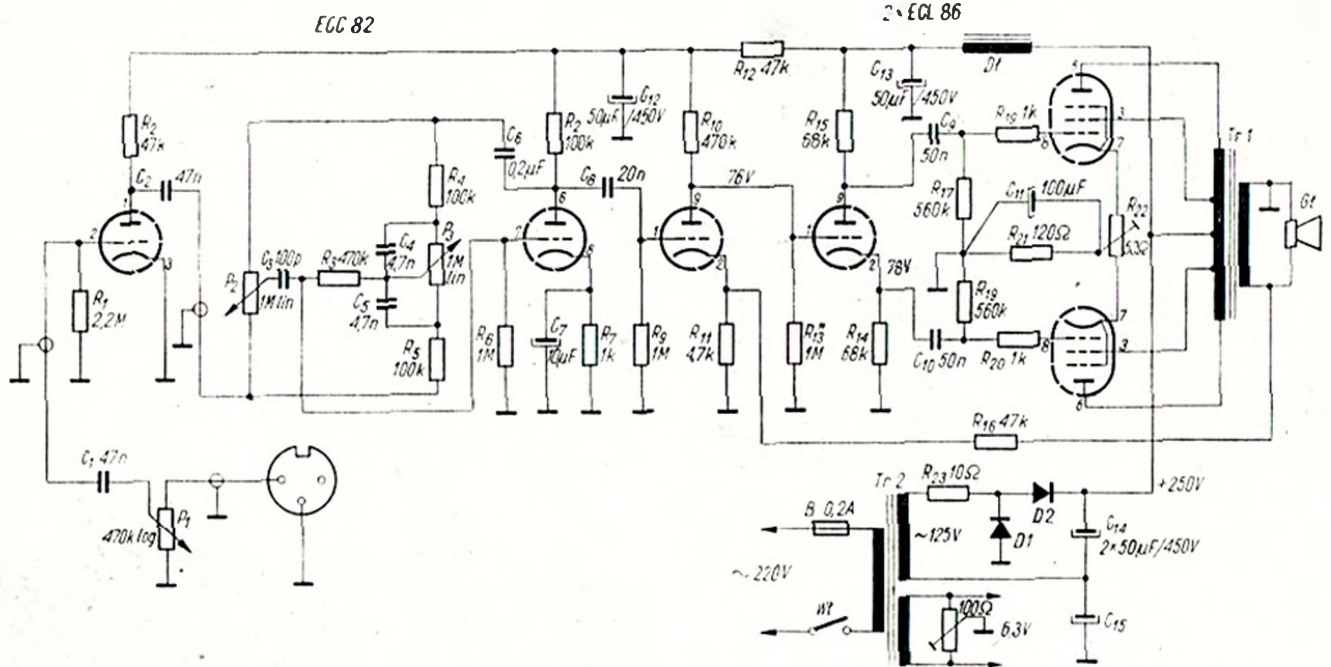
Stopień mocy jest wzmacniaczem przeciwobnym AB z dwoma systemami pentodowymi lamp ECL86 i pracuje w układzie ultralinearnym. Zasilanie siatek ekranowych lamp mocy z odczepów transformatora wyjściowego wprowadza ujemne sprzężenie zwrotne obejmujące transformator i wzmacniacz mocy. Powoduje to zmniejszenie zniekształceń nieliniowych i zmniejszenie oporu wewnętrznego wzmacniacza. Zmniejszenie oporu wewnętrznego wzmacniacza korzystne jest ze względu na dobre odtwarzanie niskich tonów przez współpracujące głośniki.

Przy budowie wzmacniacza szczególnie wiele uwagi należy poświęcić na wykonanie transformatora wyjściowego. Niedbale wykonanie go może zniweczyć cały trud i koszty poniesione przy budowie wzmacniacza. Transformator wyjściowy nawinięty jest na rdzeniu

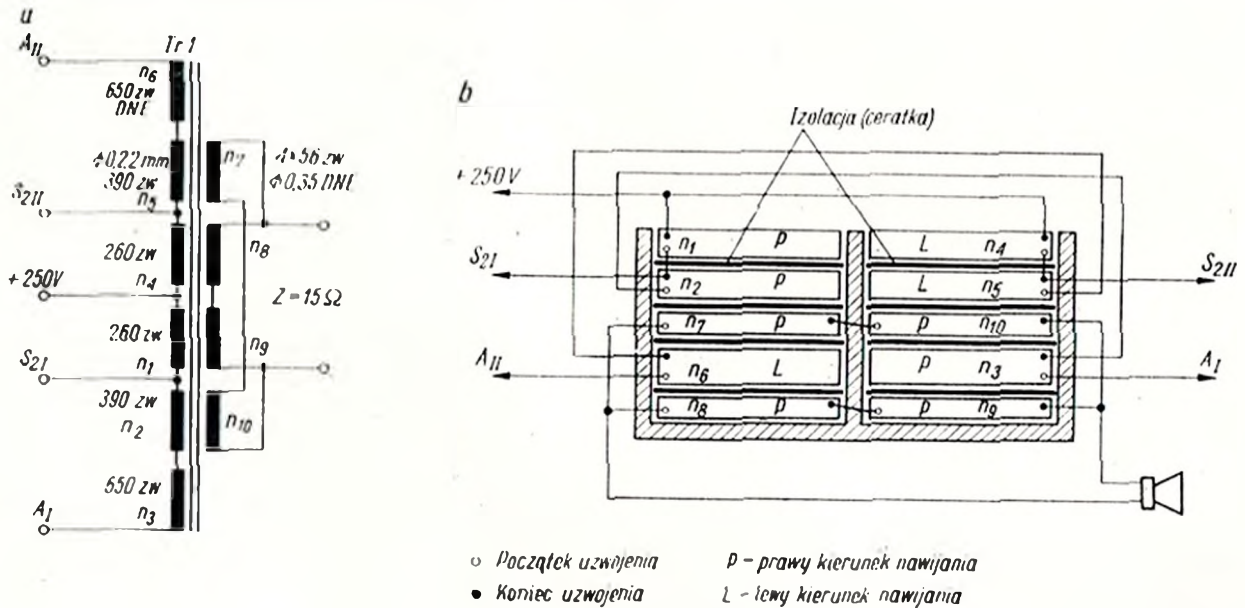
z uszkodzonego transformatora sieciowego od odbiornika „Tatry” lub podobnego o przekroju rdzenia ok. 9 cm². Liczba zwojów, średnice drutu nawojowego oraz schemat połączeń poszczególnych sekcji uzwojeń uwiidoczniiono na rysunku 2a.

ODWRACACZ FAZY (INWERTOR)

Odwracacz fazy wykonałem w układzie wtórnika katodowego na części triodowej lampy ECL86. Zaletą tego układu jest praca z bardzo małymi zniekształcenia-



Rys. 1. Schemat ideowy wzmacniacza Hi-Fi 10 W



Rys. 2. Transformator wyjściowy

a — schemat uzwojeń, b — sposób nawijania transformatora

W celu zmniejszenia indukcyjności rozproszenia oraz zachowania symetrii uzwojeń, korpus transformatora podzieliłem na połowę oraz zastosowałem nawijanie sekcjami. Poszczególne warstwy uzwojenia izolowane są bibułką kondensatorową, a sekcje — ceratką olejową. Wykonanie transformatora ilustruje rys. 2b, a szczegółowy opis można znaleźć w RiK nr 10 z 1966 r.

Ze względu na trudność nabycia lamp o identycznych parametrach katody lamp końcowych połączone są nie bezpośrednio z opornikiem katodowym, lecz przez opornik R_{23} , którego odczep połączono z opornikiem katodowym R_{24} . Dzięki temu możliwe jest wyrównanie prądów anodowych obu lamp bez konieczności dobierania parami.

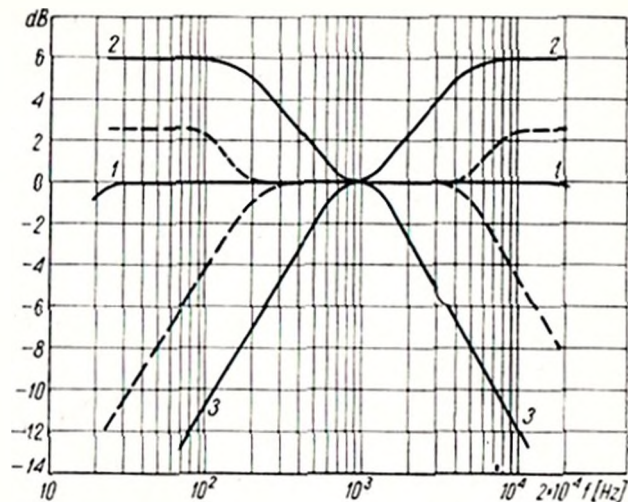
mi nieliniowymi dzięki silnemu ujemnemu sprzężeniu zwrotnemu na oporniku katodowym.

Do prawidłowej pracy inwertora i stopnia końcowego oporniki R_{14} i R_{15} powinny mieć te same wartości z dokładnością 1%. Druga trioda pozostałej lampy ECL86 pracuje jako wzmacniacz napięciowy i jest sprzężona galwanicznie z inwertorem dzięki czemu unika się spadku wzmocnienia w zakresie niskich częstotliwości. Właściwy punkt pracy lampy inwertora ($U_r = -2$ V) ustala się doбором opornika R_{13} . Prawidłowego pomiaru napięcia na siatce i katodzie inwertora można dokonać tylko woltomierzem lampowym lub woltomierzem o oporze wewnętrznym $R_w \geq 20$ k Ω /V.

Regulator barwy dźwięku wmontowałem w gałęzi ujemnego sprzężenia zwrotnego (z anody na siatkę sterującą drugiej triody lampy ECC82), co zapewniła małe zniekształcenia nieliniowe. Dla zapewnienia szerokiego zakresu regulacji stopień poprzedzający regulator barwy dźwięku powinien mieć duży opór wyjściowy, dlatego też zastosowałem lampę ECC82.

Potencjometry zastosowane do regulacji pasma przenoszenia wzmacniacza są potencjometrami liniowymi o oporze $1\text{ M}\Omega$. Potencjometrem P_2 reguluje się niskie tony, a potencjometrem P_3 wysokie tony. W dolnym skrajnym położeniu suwaków obu potencjometrów (rys. 1) ujemne sprzężenie jest najmniejsze i następuje podniesienie charakterystyki po stronie niskich i wysokich tonów. Temu położeniu potencjometrów regulatora barwy dźwięku odpowiada krzywa 2 na rysunku 3. W górnym skrajnym położeniu suwaków obu potencjometrów ujemne sprzężenie jest największe i następuje spadek wzmocnienia dla niskich i wysokich tonów. Temu położeniu suwaków potencjometrów odpowiada krzywa 3. W środkowym położeniu potencjometrów otrzymamy płaską charakterystykę przenoszenia w całym pasmie częstotliwości akustycznych, co obrazuje krzywa 1. Pośrednie położenia zaznaczone są linią przerywaną.

Zniekształcenia wprowadzane przez wzmacniacz sprawdzałem orientacyjnie przy użyciu oscyloskopu katodowego. Wyjście wzmacniacza obciążałem opornikiem drutowym $15\ \Omega$. Na wejście wzmacniacza doprowadzałem napięcie sinusoidalne z generatora akustycznego o takiej wartości (potencjometr siły głosu w położeniu maksymalnym wzmocnienia), aby na oporniku obciążenia $15\ \Omega$ otrzymać napięcie $12,26\text{ V}$, co odpowiada mocy 10 W . Następnie porównywałem napięcie wejściowe i wyjściowe na oscyloskopie dwustrumieniowym przy różnych częstotliwościach. Różnice w kształcie sinusoidy napięcia wyjściowego i wejściowego można było zauważyć dopiero przy częstotliwościach mniejszych od 50 Hz i powyżej 16 kHz oraz przy mocy wyjściowej większej od 10 W .



Rys. 3. Charakterystyki częstotliwościowe wzmacniacza

Porównanie to pozwala stwierdzić, że zniekształcenia w całym pasmie częstotliwości akustycznych przy mocy wyjściowej do 10 W są bardzo małe.

ZASILACZ

Prądostownik zasilający wzmacniacz powinien dostarczać około 130 mA prądu, a uzwojenie żarzenia powinno wytrzymywać obciążenia 2 A . Do prostowania użyłem 2 diody krzemowe KA220/0,5 stosowane w telewizorach; pracują one w układzie podwójacza napięcia. Prostownik można też wykonać w układzie konwencjonalnym używając do tego celu lampy prostowniczej, np. typu EZ81. Uzwojenie żarzenia zwarte jest potencjometrem $100\ \Omega$, którego suwak jest uziemiony (usuwanie przydźwięku sieci).

Niski poziom szumu i przydźwięku można osiągnąć stosując bardzo staranny i przemyślany montaż, łącząc poszczególne elementy do wspólnej szyny uziemiającej, połączonej z podstawą wzmacniacza w jednym punkcie, oraz stosując jak najkrótsze połączenia. Ze względu na szerokie pasmo przenoszenia wskazane jest ograniczyć do niezbędnego minimum używanie przewodów ekranowanych.