

Redukcja zakłóceń w lampowych wzmacniaczach m.cz. (2)



W „Elektronice Praktycznej” 5/2010 zamieściliśmy wskazówki konstrukcyjne niezbędne wszystkim, którzy budują wzmacniacze lampowe. Publikujemy dalszy ciąg unikatowych, w dzisiejszych cyfrowych czasach, wskazówek konstrukcyjnych. W tym odcinku rozważymy wady i zalety żarzenia lamp prądem stałym oraz podamy zalecenia montażowe.

Zasilanie włókien żarzenia lamp przedwzmacniacza prądem stałym

Niedostateczna izolacja pomiędzy włóknem żarzenia i katodą, a także mała bezwładność cieplna katody pierwszego lampy przedwzmacniacza są źródłem tego, że nawet przy zasilaniu anod lamp stałym napięciem (np. z akumulatora) na wyjściu wzmacniacza mimo wszystko jest obecne napięcie przydźwięku (50 Hz i 100 Hz). Przy względnie niewysokiej czułości wzmacniacza (rzędu

0,5...1 V) przydźwięk jest prawie niezauważalny, jednak przy podwyższeniu czułości do 0,01...0,005 V przydźwięk staje się słyszalnym, nieprzyjemnym zakłóceniem sygnału audio.

We wzmacniaczach wysokiej jakości poziom przydźwięku powinien być nie wyższy niż -60 dB (dane dotyczące wzmacniaczy lampowych z 1956 r.). Oznacza to, że przy napięciu sygnału użytkowego na wejściu wzmacniacza rzędu 0,5 V napię-

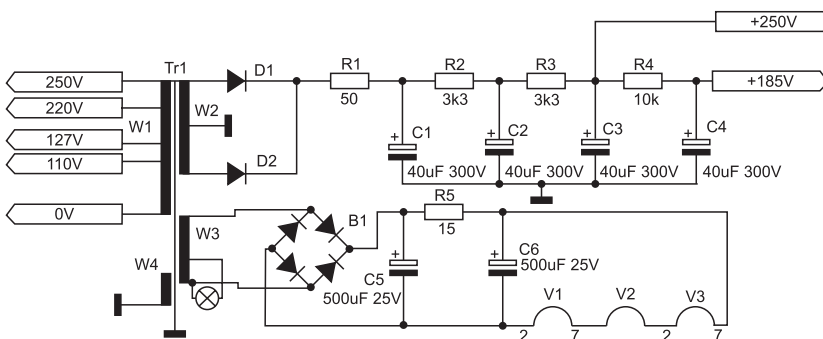
Literatura:
W.B. Grigorov „Снижение уровня шумов в усилителях низкой частоты” (Снижение уровня шумов в усилителях низкой частоты), Москва 1956.

cie przydźwięku nie powinno przekraczać 0,5 mV. W takim wypadku dość skutecznym sposobem jest rezygnacja z zasilania żarzenia lamp przedwzmacniacza prądem przemiennym na rzecz prądu stałego, mimo komplikacji źródła zasilania. Przykład takiego zasilacza żarzenia zamieszczono na rys. 6.

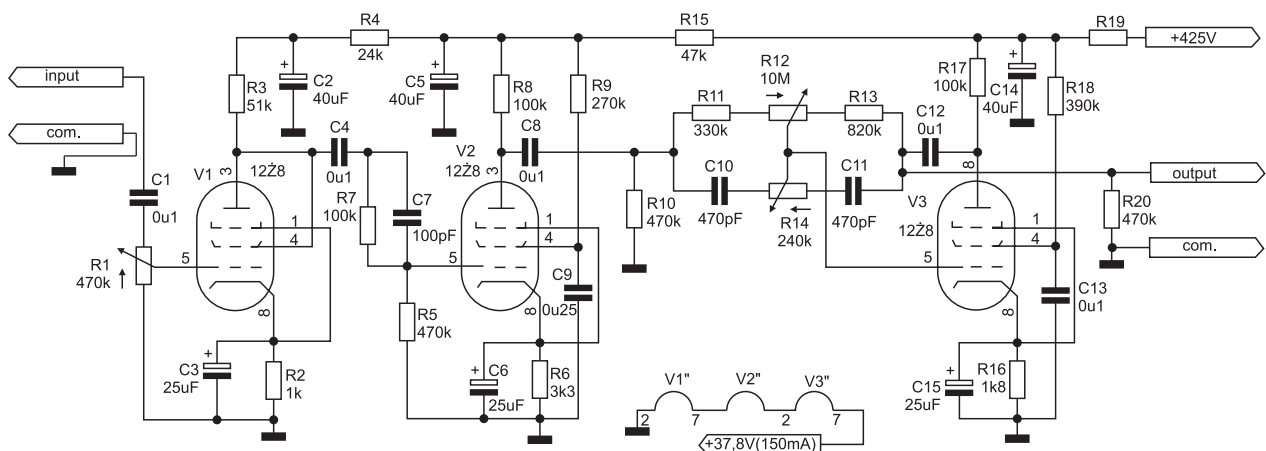
Włókna żarzenia lamp (w danym wypadku trzech podwójnych triod 6N2P) najwygodniej jest połączyć szeregowo. W tym wypadku dla otrzymania odpowiedniego napięcia na wyjściu (18,9 V) uzwojenie transformatora powinno dostarczać napięcie biegu jałowego o wartości około 20 VAC.

W niektórych przypadkach zasilanie prądem stałym włókien żarzenia lamp przedwzmacniacza można zrealizować i bez specjalnego prostownika. Na rys. 7 pokazano schemat przedwzmacniacza zbudowanego w oparciu o trzy lampy 12Z8. Ich włókna żarzenia są zasilane prądem anodowym lamp układu wyjściowego (rys. 8) i jednocześnie są wykorzystywane jako opornik katodowy automatycznej polaryzacji lamp tego układu.

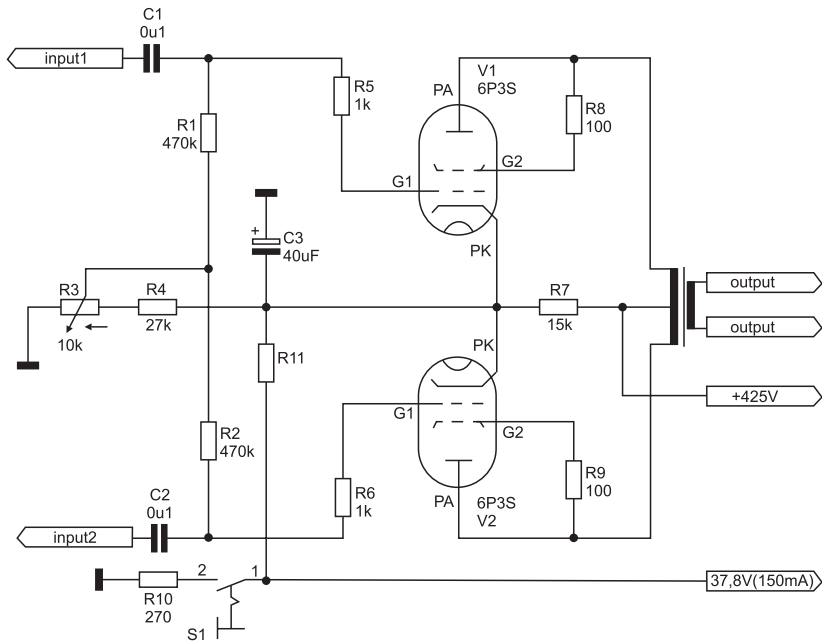
Do zasilania żarzenia trzech połączonych szeregowo lamp 12Z8 przedwzmacniacza prądem 150 mA niezbędne jest napięcie



Rys. 6. Blok zasilania przedwzmacniacza z osobnym prostownikiem do zasilania żarzenia prądem stałym



Rys. 7. Przedwzmacniacz z zasilaniem żarzenia prądem stałym



Rys. 8. Układ wyjściowy zasilający włókna żarzenia lamp przedwzmacniacza prądem stałym

37,8 V. Układ wyjściowy na dwóch lampach 6P3S pracujących jako triody wywołuje na oporniku katodowym spadek napięcia około 39 V przy prądzie 125 mA. Brakujący prąd do zasilania włókien żarzenia o wielkości 25 mA można pobrać z zasilania anodowego przez rezystor R7, który oprócz tego chroni elektrolityczne kondensatory filtra od gwałtownych skoków napięcia przy włączeniu prostownika (analogicznie do rezystorów R1 i R2 na schematach z rys. 3 i 4 w EP 5/2010). Jeśli przedwzmacniacz nie jest używany, katody lamp wyjściowych łączy się z rezystorem automatycznej polaryzacji za pomocą przełącznika „P”.

Opisaną wyżej ideę zasilania włókien żarzenia można zastosować do zasilania włókien żarzenia jednej lub dwóch lamp przedwzmacniacza, ustalając wymagany prąd rezystorem R7. W przypadku ogólnym, napięcie żarzenia może być zarówno większe, jak i mniejsze od potrzebnego do automatycznej polaryzacji, katody lampy. W wariantach pierwszym możemy zmniejszyć napięcie polaryzacji podając dodatnie napięcie z potencjometru R3 na siatki lamp wyjściowych. W drugim – zwiększamy je, włączając szeregowo z włóknami żarzenia dodatkowy rezystor R11. Tym sposobem możemy zasilac włókna żarzenia lamp innych typów.

Zalecenia konstrukcyjno-montażowe

Poziom przydźwięk na wyjściu wzmacniacza w dużym stopniu zależy od prawidłowego rozmieszczenia elementów, bloków funkcjonalnych i jakości ich montażu.

Dla uniknięcia przydźwięku wejściowe układy wzmacniacza należy rozmieszczać możliwie jak najdalej od transformatora zasilającego czy dławików filtra zasilania.

W uzasadnionych przypadkach należy umieścić lampę wejściową w uziemionym stalowym ekranie lub zastosować na wejściu metalowe pentody typu 6Ż8 albo 12Ż8 w konfiguracji jako triody. Jak świadczy praktyka, lampy typu 6Ż8 pracujące jako triody mają nader niski poziom szumu wewnętrznego, stabilne parametry i są odporne na zewnętrzne zaburzenia.

We wzmacniaczach o wysokiej czułości na wejściu należy używać specjalnie wybranych triod typu 6S2S (6C2C) jako lampy o najniższym szumie wewnętrznym. Taką lampę warto umieścić w dość grubym, stalowym ekranie, solidnie przymocowanym do chassis. Aby wyeliminować efekt mikrofonowy, podstawkę lampy należy zamocować na podkładkach amortyzujących lub zawiesić na rozciągaczach sprężynowych.

W układach wejściowych czułych wzmacniaczy wysokiej jakości, jeśli to nie jest absolutnie niezbędne, należy stosować rezystorów o dużej rezystancji, ponieważ mogą one być źródłem szumu. Na przykład nie zaleca się używania w układach regulacji głośności i barwy rezystorów o rezystancji ponad 1 MΩ. Obudowy potencjometrów służących do regulacji barwy i siły głosu należy uziemiać, a całe obwody ekranować.

Połączenia pomiędzy poszczególnymi blokami trzeba wykonać przewodem ekranowanym.

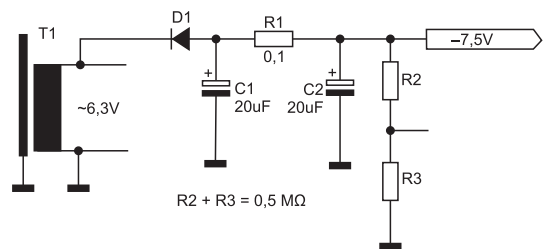
Rezystory katodowe, polaryzujące lampy w pierwszych stopniach wzmacniacza, znacznie podwyższają poziom przydźwięku, który zauważalnie obniża się, jeśli rezystory katodowe są zbocznikowane przez kondensatory o dostatecznej pojemności. Dobre rezultaty daje użycie rezystorów drutowych, a także podanie do obwodu żarzenia niewielkiego, stałego, dodatniego napięcia polaryzacji, rzędu 5...10 V. W takim przypadku efekt zmniejszenia poziomu przydźwięku uzyskuje się na skutek zmniejszenia się różnicy potencjałów między włóknem żarzenia i katodą, co zmniejsza prąd upływu pomiędzy nimi (katoda ma dodatni potencjał względem ziemi na skutek spadku napięcia na rezystorze polaryzującym).

Rezystor katodowy polaryzujący powoduje znaczne zmniejszenie wzmocnienia układu. Dlatego w tych przypadkach, gdy nie służy on do utworzenia ujemnego, prądowego sprzężenia zwrotnego lub nie jest związany z obwodem napięciowego sprzężenia zwrotnego, można użyć polaryzacji z osobnego źródła napięcia ujemnego.

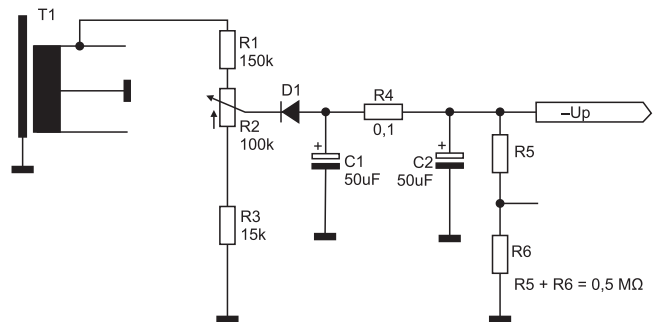
Na rys. 9 i 10 zamieszczono schematy podobnych źródeł. Na rys. 9 napięcie na diodę podaje się z cewki żarzenia transformatora zasilania T1. W schemacie z rys. 10 – z cewki anodowej przez dzielnik zbudowany z R1, R2, R3. Filtry zapewniają bardzo dobrą filtrację, ponieważ pracują, praktycznie nie pobierając mocy.

Jako prostowniki mogą służyć diody półprzewodnikowe, a także diody próżniowe, np. na rys. 11 pokazano schemat prostownika zbudowanego z użyciem podwójnej diody 6H6S (6X6C).

Polaryzację z osobnego źródła warto zastosować w dwustopniowych wzmacniaczach mocy, szczególnie tych pracujących

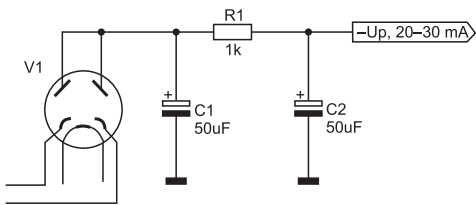


Rys. 9. Źródło ujemnego napięcia uzyskiwanego z cewki napięcia żarzenia transformatora



Rys. 10. Źródło ujemnego napięcia uzyskiwanego z cewki napięcia anodowego transformatora

forum.ep.com.pl



Rys. 11. Źródło napięcia ujemnego na lampie 6H6S (pisownia oryg. 6X6C)

w klasie AB. Wówczas znacznie zwiększa się moc wyjściową, poprawia stabilność i zmniejsza zniekształcenia. Na przykład, przy zastosowaniu triod typu 6S4S (6C4C) takim sposobem można zwiększyć moc wyjściową o 50% i zmniejszyć zniekształcenia o 50...60%.

Zauważymy przy tym, że często stosowany w różnych konstrukcjach wzmacniaczy obwód wytwarzania ujemnego napięcia polaryzującego z rezystorem o wartości 10...50 Ω w obwodzie środkowego wyprowadzenia cewki anodowej transformatora wpływa na znaczne zwiększenia poziomu przydźwięku na wyjściu wzmacniacza.

Przy budowie wzmacniaczy w obwodach anodowych lamp należy używać rezystorów o pewnym zapasie mocy, ponieważ wraz ze wzrostem temperatury opornika rośnie poziom szumów cieplnych oraz zmienia się wartość rezystancji. Rezystor stosowany we wzmacniaczu nie może być pierwszym lepszym z półki.

Znaczne zmniejszenie przydźwięku można osiągnąć, stosując specjalną, uziemioną szynę zerową. Do jej konstrukcji można wykorzystać gruby, pocynowany drut miedziany, którego jeden koniec trzeba uziemić w punkcie wejścia sygnału. Szynę należy przymocować do chassis. Ten dodatkowy przewód uniemożliwia pojawienia się na chassis prądów błądzących, co ogólnie sprzyja zmniejszeniu przydźwięku.

Trzeba też pamiętać, że rezystancja kontaktów chassis na skutek utleniania się aluminium z upływem czasu może zwiększyć się do dziesiątków, a nieraz i do setek tysięcy Omów. Autorowi znane są takie przypadki, w których takie „kontakty” nie mogły być przebite nawet napięciem 500 V.

Częstym źródłem przydźwięku okazują się przewody idące od wyłącznika zasilania,

szczególnie jeśli ten jest sprzężony z potencjometrem do regulacji siły głosu. Dlatego dobrze jest stosować osobny wyłącznik, który należy umieścić możliwie jak najdalej od obwodów wejściowych. Warto również przemyśleć drogę kabli połączeniowych.

Niektóre wysokiej jakości wzmacniacze są budowane w postaci dwóch osobnych bloków – przedwzmacniacza i wzmacniacza mocy umieszczonych w odrębnych obudowach. Przedwzmacniacz jest realizowany przeważnie w formie bloku na dwóch, trzech lampach. Są w nim włączone regulatory głośności i barwy dźwięku.

Zazwyczaj do zasilania przedwzmacniacza są używane tylko napięcia stałe, co umożliwia w praktyce pełną eliminację zaburzeń indukowanych i przydźwięków na poziomie lepszym niż -80 dB.

Końcówkę mocy najczęściej wykonuje się razem z blokiem zasilania i łączy z przedwzmacniaczem za pomocą kabli ekranowanych.

Jerzy Grnaderjan
jurek14@gazeta.pl

R E K L A M M A

Tektronix
Enabling Innovation

Promocyjne ceny produktów firmy Fluke
Sprawdź najnowsze promocje na
www.tespol.com.pl

FLUKE

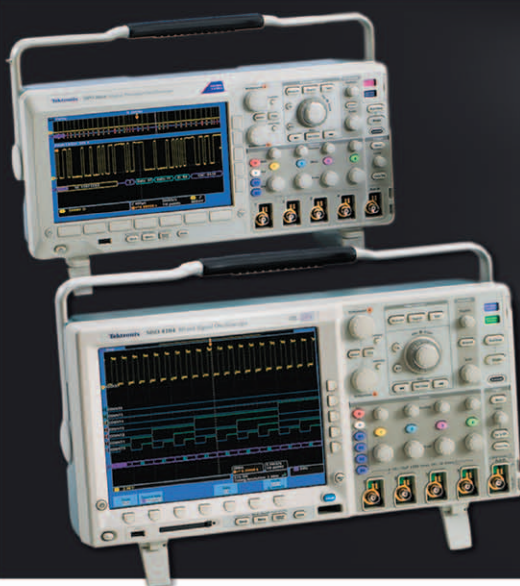
PRZYRZĄDY POMIAROWE

POMIARY RF

POMIARY CZĘSTOTLIWOŚCI

POMIARY TV

TELEKOMUNIKACJA



Oscyloskopy serii DPO2000 / MSO2000

- ▶ modele 100 lub 200 MHz
- ▶ częstotliwość próbkowania do 1 GS/s w każdym kanale
- ▶ 2 lub 4 kanały
- ▶ 16 kanałów cyfrowych (MSO2000)
- ▶ rekord o długości 1 miliona próbek w każdym kanale
- ▶ maksymalna szybkość rejestracji 5000 przebiegów/s
- ▶ opcja dekodowania, analizy i wyzwalania sygnałami I2C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART
- ▶ szeroki kolorowy wyświetlacz LCD o przekątnej 7"
- ▶ efektywna analiza przebiegów z wykorzystaniem WaveInspector
- ▶ regulowany filtr dolnoprzepustowy FilterVu pozwalający na usunięcie niepożądanych szumów z sygnału przy jednoczesnej rejestracji zdarzeń wysokoczęstotliwościowych



TESPOL
Sp. z o.o.

Siedziba Firmy: 54-413 Wrocław, ul. Klecińska 125, tel. 71 783 63 60, fax 71 783 63 61
Biuro Handlowe: 03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 74, tel. 22 675 75 42, fax 22 675 54 47
tespol@tespol.com.pl | www.tespol.com.pl