



Bufor lampowy, czyli prosiaczek w domu



Większość z nas chyba lubi słuchać muzyki. Dzisiaj towarzyszy nam ona wszędzie - w samochodzie, w pracy, w sklepie. Gdy przychodzimy do domu, natychmiast włączamy radio lub odtwarzacz CD z ulubioną płytą. Muzyka snuje się „kilometrogodzinami”, czasem aż do przesytu. Zwykle nie zwracamy uwagi na jakość odtwarzanego dźwięku. Ale zdarza się taka chwila, gdy z zaskoczeniem stwierdzamy, że u naszego kolegi czy nawet w sklepie dźwięk jest o wiele ciekawszy, bardziej wciągający niż z naszego zestawu. Czasem impulsem do poszukiwań jest zręczna reklama, ładnie wyeksponowany zestaw audio w sklepie lub entuzjastyczna opi-

nia naszego sąsiada. Rozpoczynamy wtedy wertowanie czasopism audio, katalogów firm produkujących sprzęt audio, odwiedzamy sklepy. Sprzedawcy kuszą nas doskonale grającymi wzmacniaczami, odtwarzaczami czy rewelacyjnymi kolumnami za równie rewelacyjną cenę. Gdy nie mamy chęci na zakup całego zestawu, zaferują nam różne cudowne kabelki, radykalnie poprawiające brzmienie, podstawki pod kolumny doskonale tłumiące szkodliwe rezonanse lub inny cudowny gadżet, który podobno z naszego zestawu uczyni rewelacyjną maszynkę do odtwarzania muzyki.

Innym sposobem na poprawę, a przynajmniej zmianę brzmienia zestawu audio jest użycie lamp. Tak wzmacniacze lampowe, jak i hybrydy lampowo-tranzystorowe są oferowane przez licznych producentów i mają zwolenników, a nawet entuzjastów wśród audiofilów. Obecnie wielu znanych producentów ma w swojej ofercie przynajmniej jeden model wzmacniacza tranzystorowego, gdzie w stopniu wejściowym znajdują się lampy. Zdarzają się nawet odtwarzacze CD z lampą - tym razem na wyjściu. Tańszym rozwiązaniem niż zakup nowego wzmacniacza jest użycie bufora lampowego, który wpina się pomiędzy odtwarzacz CD a wzmacniacz. Jeżeli się nie mylę, to modę na bufor lampowy

powe wylansowała w latach 90. ubiegłego wieku angielska firma Musical Fidelity swoim „prosiaczkiem” X10D, opartym na dwóch lampach ECC88. Ta piśszczotliwa nazwa bufora wzięła się stąd, iż lampy zamknięte są w nieco dziwnej obudowie w kształcie walca, stąd skojarzenie ze świnką.

Bufor lampowy ma złagodzić ostre brzmienie, szczególnie tańszych zestawów, dodać nieco ciepła i czaru słuchanej muzyce.

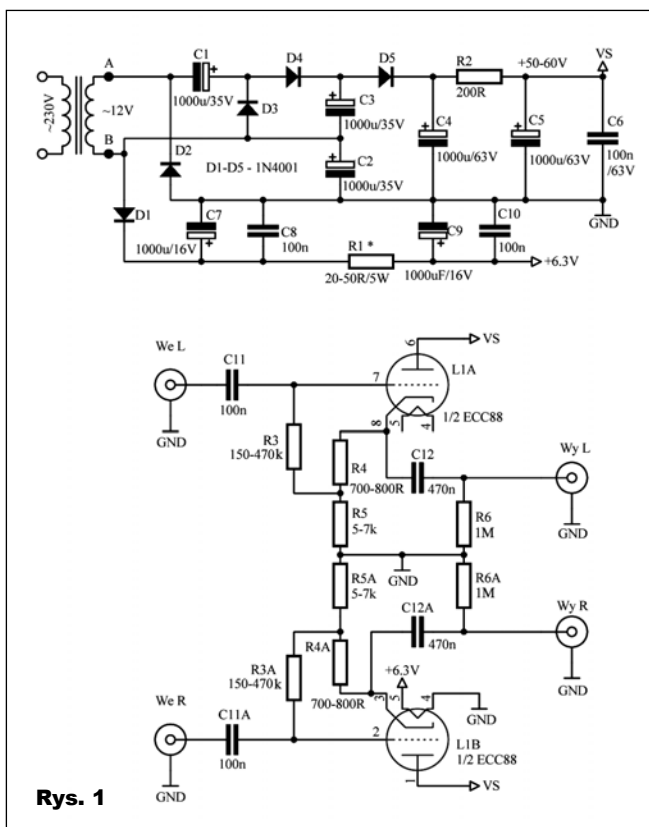
Taki układ nie ma być kompletnym lampowym wzmacniaczem mocy, tylko ma „psuć charakterystykę” klasycznego wzmacniacza półprzewodnikowego, żeby uzyskać charakterystyczny „lampowy”, ciepły dźwięk. Ten „dźwięk lampowy” to głównie efekt różnego typu zniekształceń, w szczególności parzystych harmonicznych. Zapewne wpływ lampy na brzmienie nie będzie tak duży, jak sugerują niektóre reklamy buforów lampowych, ale cóż szkodzi zbudować własny bufor, czy nawet przedwzmacniacz lampowy i przekonać się o tym samemu. Tym bardziej, że jest to naprawdę proste, a koszt niewielki.

Opis układu

O buforze

Zaprezentowany na rysunku 1 bufor nie jest kopią „prosiaczka” Musical Fidelity, lecz spełnia podobną rolę. Jest układem najprostszym z możliwych – do jego budowy wystarczy jedna podwójna trioda małej mocy. Do zasilania tej lampy użyjemy jednego napięcia zmiennego 12V, uzyskanego z transformatora małej mocy.

Bufor ten to po prostu wtórnik katodowy - jego odpowiednikiem w technice tranzystorowej jest wtórnik emiterowy. Ma wysoką impedancję wejścia i niską wyjścia. Impedancja wyjścia w przybliżeniu wynosi $R_{wy} = 1/S_a$. S_a to nachylenie charakterystyki, podawane w katalogu lampy. W przypadku ECC88 (PCC88) S_a wynosi 12,5V/V. Wtórnik nie wzmacnia napięcia sygnału (nawet go nieco



Rys. 1

osłabia), ale ma znaczny współczynnik wzmocnienia prądowego. Dzięki niskiej impedancji wyjścia doskonale nadaje się jako separator stopni, bufor czy nawet stopień końcowy.

Nasz wtórnik katodowy ma szerokie pasmo przenoszenia, a charakterystyka wzmocnienia jest płaska, praktycznie od 10Hz do 200kHz.

Krótko o działaniu

Sygnal wejściowy przez kondensator C11 przechodzi do siatki lampy. Siatka jest spolaryzowana napięciem ujemnym względem katody, uzyskanym z dzielnika rezystorowego R4 i R5, które poprzez rezystor R3 „przedostaje” się na siatkę, polaryzując ją o spadek napięcia uzyskany na rezystorze R4. W naszym przypadku jest to ok. -1...-1,2V. Zmieniając wartość R4, zmieniamy prąd anodowy płynący przez lampę (zmieniamy „punkt pracy”). Jak pamiętamy, wtórnik pracuje w klasie A, przez lampę płynie cały czas prąd anodowy, zależny od napięcia anodowego, rodzaju lampy, wartości rezystorów katodowych i od napięcia polaryzacji siatki. Przesuwając punkt pracy lampy w kierunku zagęszczenia charakterystyki zwiększamy ilość harmonicznych, co daje zmianę charakteru dźwięku. Dokonujemy tego za pomocą rezystora R4, którego wartość możemy zmieniać od 0 do kilku kiloomów.

Wartość R5 będzie miała wpływ na wartość prądu anodowego i tym samym (pośrednio) na ustalenie punktu pracy.

Wejściowy sygnał zmienny moduluje napięcie siatki, które z kolei moduluje prąd anodowy lampy. Wyjściowy sygnał zmienny pobierany jest z katody lampy i przez kondensator C12 podawany do wyjścia.

Lampa

Najłatwiej chyba zdobyć niskonapięciową lampę ECC88 o napięciu żarzenia 6,3V i prądzie żarzenia 365mA lub jej „telewizyjny” odpowiednik PCC88. Ta ostatnia ma nieco wyższe napięcie żarzenia, które wynosi około 7,2...7,6V. Około, ponieważ ważniejszy jest tutaj prąd żarzenia, który powinien wynosić 300mA ($\pm 5\%$). ECC88 ma „lepszą” wersję - E88CC. Inne odpowiedniki tej lampy to: amerykańska 6DJ8, rosyjska 6N23P. Można też eksperymentować z rosyjską (radziecką) 6N3P, która może być zasilana niskim napięciem, lecz jej prąd żarzenia jest wyższy, a lampa ma inny układ wyprowadzeń. Jeżeli zbudujemy powielacz dający wyższe napięcie anodowe, można zastosować inną lampę, jak np. ECC81, 82 czy cieszącą się doskonałą opinią 6SN7 (jej radziecki odpowiednik to 6N8S). W tym ostatnim przypadku musimy zakupić inną podstawkę - typu octal (lampa ma 8 nóżek) oraz wziąć pod uwagę wyższy prąd żarzenia lampy - 0,6A.

Zasilanie

Układ zasilany jest napięciem zmiennym z transformatora o mocy ok. 10W i napięciu pracy 11-13V. Może być wyższe niż 13V, pod warunkiem że nie przekroczy napięcia pracy kondensatorów.

Napięcie to służy tak do zasilania żarzenia, jak i do zasilania anody lampy. Napięcie żarzenia o wartości ok. 6,3V ($\pm 5\%$) uzyskuje się z prostownika jednopółkowego (diody D1 i D2), a po odfiltrowaniu (C7-C10) za pomocą rezystora R1 redukuje do wymaganej wartości. Rezystor powinien mieć moc 3-5W, ze względu na sporą ilość ciepła wydzielającą się na rezystancji. Jego wartość należy dobrać doświadczalnie, tak by otrzymać odpowiednie napięcie lub prąd żarzenia.

„Wysokie” napięcie anodowe uzyskuje się z powielacza napięcia.

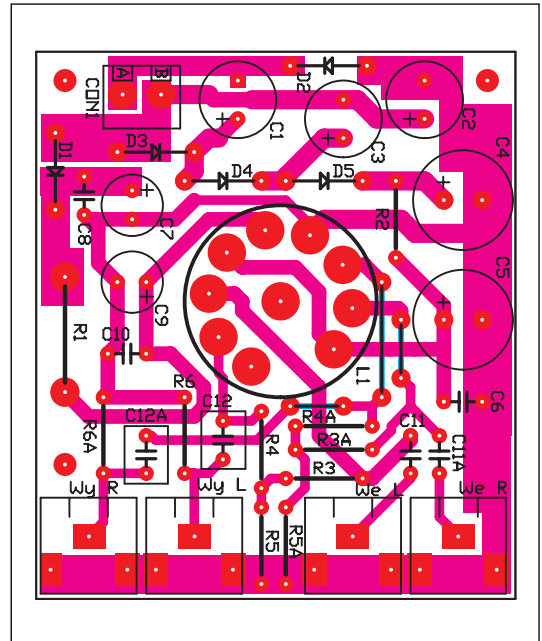
Najprostszym powielaczem jest podwajacz napięcia, który widzimy na **rysunku 2**. Za jego pomocą możemy podnieść napięcie dwukrotnie. Gdy żądane napięcie będzie zbyt małe, musimy użyć powielacza napięcia. W tym przypadku użyłem potrajacza napięcia, który na biegu jałowym daje napięcie ok. 60V. Po obciążeniu napięcie wyjściowe zmniejszy się. Wadą powielaczy jest silna zależność napięcia wyjściowego od obciążenia i niezbyt duża wydajność prądowa, zależna głównie od pojemności kondensatorów elektrolitycznych.

Powielanie napięcia realizowane jest na diodach D2-D4 i kondensatorach C1-C3. Napięcie zmienne jest powielane (i przy okazji prostowane) 4 - 5-krotnie (mimo że jest to potrajacz), w naszym przypadku do 50-60V. Podczas pracy lampy napięcie spada do ok. 45-48V. Są powielacze zwiększające napięcie wielokrotnie, np. w telewizorach do zasilania kineskopów napięcie jest powielane do kilkudziesięciu kV.

Powielone i wyprostowane napięcie jest jeszcze wygładzone w filtrze składającym się z diody D5, rezystora R2 i kondensatorów C4-C6 i dopiero wtedy podawane na anody lampy. Diody D5 w zasadzie nie jest potrzebna, ale bez niej, po dołączeniu kon-

satorów filtrujących (C4-C6) zdarza się, że zasilacz pracuje niestabilnie.

Rys. 3 Schemat montażowy



Wykaz elementów

Rezystory

R1	.....	20-50Ω/5W - dobierane
R2	.....	200-300Ω
R3,R3A	.....	150-470kΩ
R4,R4A	.....	700-800Ω
R5,R5A	.....	5-7kΩ
R6,R6A	.....	470kΩ-1MΩ

Kondensatory

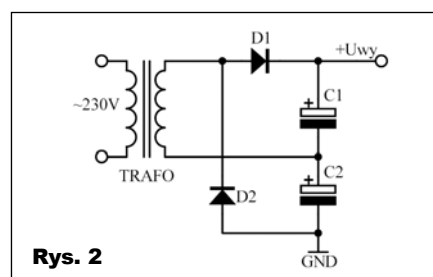
C1-C3	.....	1000μF/35V
C4, C5	.....	1000μF/63V
C6	.....	100nF/63V
C7, C9	.....	1000μF/16V
C8, C10	.....	100nF ceramiczne
C11,C11A	.....	100nF/63V
C12,C12A	.....	470nF/63V

Półprzewodniki

D1-D5	1N4001
-------	-------	--------

Pozostałe

L	.....	lampa ECC88 lub jej odpowiednik
		Podstawka do lampy typu noval
		Transformator 10VA/12V



Rys. 2

Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2690

Montaż i uruchomienie

Układ bufora można zamontować na jednostronnej płytce drukowanej pokazanej na rysunku 3. Lampa umieszczona jest na podstawie typu noval (9 nóżek) wlutowanej w płytkę.

Lampa ze względu na to, że jest źródłem sporej ilości ciepła, oddalona jest od wrażliwych na ciepło elementów (elektrolity). Podobnie jest z opornikiem redukcyjnym R2 zasilacza.

Wejście i wyjście to gniazda RCA wlutowano do płytki, ale oczywiście można z nich zrezygnować i przylutować ekranowane kable.

Bufor można obudować i stosować jako samodzielne urządzenie lub wbudować do odtwarzacza CD - jeżeli będzie w nim trochę miejsca, a okres gwarancji już się skończył. Jeżeli na wejściu bufora mamy potencjometr np. 50-100k/B, to otrzymamy najprostszy przedwzmacniacz lampowy, który wprawdzie nie wzmacnia sygnału, ale może być użyty do regulowania sygnału (głośności) z odtwarzacza CD współpracującego z końcówką mocy.

**Stanisław
Chrząszcz**

P.S. Gdzie można kupić lampy i podstawki?

W Internecie znajdziecie wiele polskich firm, które wyślą Wam tak lampy, jak i podstawki. Niestety ceny nie są najniższe. Lampa typu ECC kosztuje 15-50 zł, podstawka, w zależności od typu 4-15 zł. Do tego do-

chodzą koszty transportu. Taniej kupimy lampy z ogłoszeń, pojawiających się w prasie elektronicznej, jak i w Internecie na niektórych stronach poświęconych lampom czy na grupach dyskusyjnych związanych z audio lub elektroniką.

Tańszym rozwiązaniem, chociaż nie zawsze możliwym do zrealizowania, jest zakup na giełdach elektronicznych. Często można spotkać ciekawe lampy za dobrą cenę. Zwykle są to tzw. NOS-y, czyli lampy nieużywane, lecz długo magazynowane, czasem sprzed wielu lat. Zakup lamp radzieckiej jeszcze produkcji, bezpośrednio u handlowca zza wschodniej granicy jest z reguły okazją, bowiem trioda małej mocy to wydatek 3-5 zł, podobnie jak podstawka. Lampy większej mocy też są w dobrej cenie – 7-20 zł/szt. Dobrą opinią cieszą się militarne wersje lamp.

Ostatnią możliwość zdobycia lamp to przeszukanie strychów czy piwnic i rozmontowanie starego radia lampowego czy telewizora. W telewizorach wprawdzie nie ma zbyt wielu interesujących nas lamp, ale czasem zdarzają się podwójne triody PCC88 czy ECC85. Cenniejsze są podstawki typu noval (jak w buforze) do wlutowania na płytkę drukowaną. Ponadto przydają się drutowe rezystory dużej mocy. W odbiornikach radiowych do użytku nadają się pentody mocy i podstawki, a transformator zasilający może nam się przydać w późniejszych, bardziej zaawansowanych konstrukcjach.