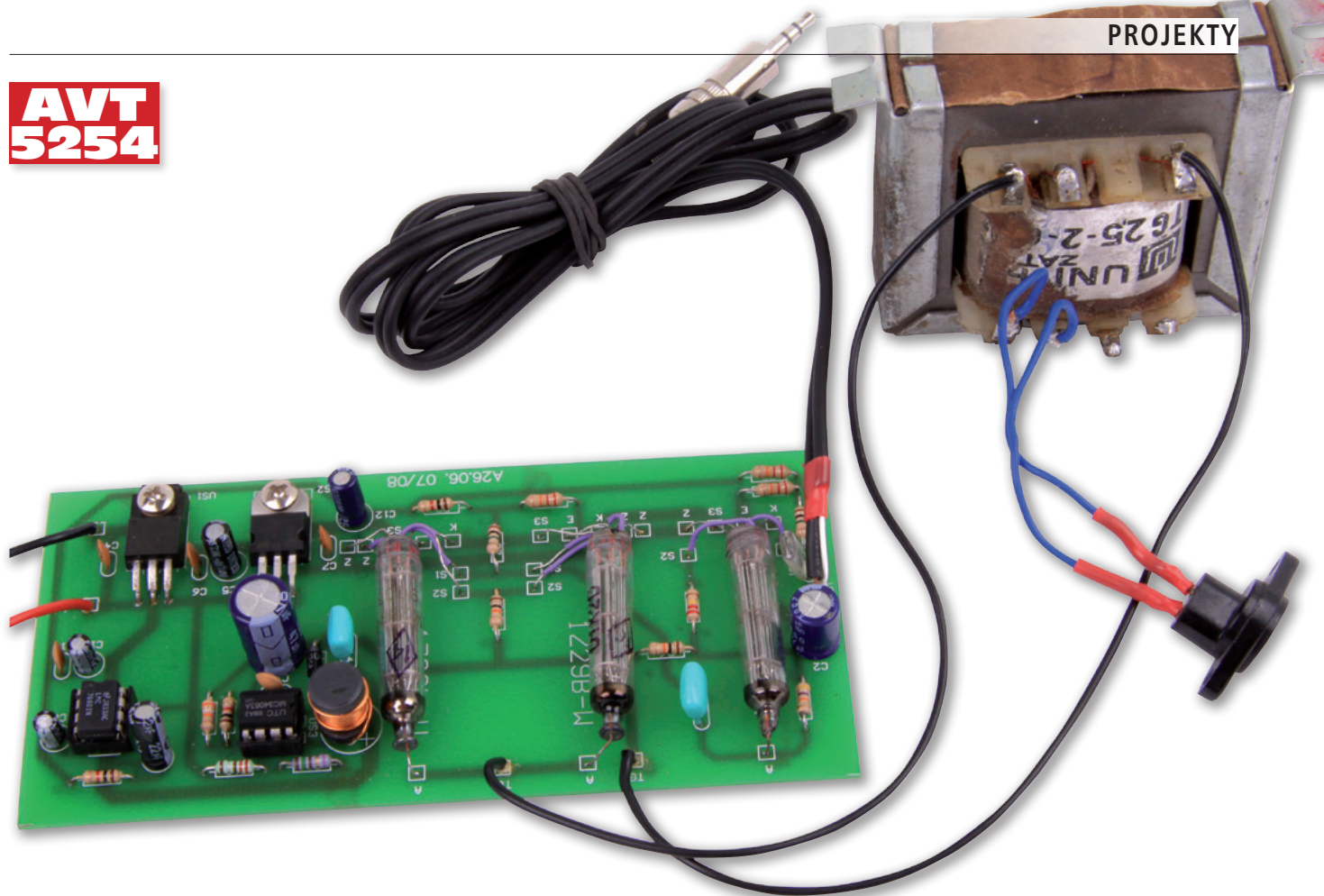


AVT
5254

Wzmacniacz lampowy dla każdego



Budowa wzmacniacza lampowego kojarzy się zazwyczaj z trudnościami technicznymi oraz z koniecznością poniesienia sporych kosztów. Prezentowany projekt jest przykładem, że nie zawsze tak jest. Wzmacniacz można zmontować i uruchomić dosłownie w pół godziny.

Rekomendacje: wzmacniacz może współpracować np. z jakimkolwiek odtwarzaczem MP3, pozwalając cieszyć się „lampowym brzmieniem”. Jest dobrą wprawką dla początkujących „audiofilów lampowych”.

Układy lampowe odeszły w niepamięć. Zostały bezlitośnie wyparte przez tranzystory. Jedynie garstka muzyków wykorzystuje je w swoich urządzeniach. Czasy świetności lamp pamiętają tylko nieliczni. Mimo to uważa się wolno narastające zainteresowanie tematyką lamp elektronowych, głównie w kręgach hobbystów. Można to tłumaczyć znużeniem ciągłą pogonią za gigahercami, terabajtami i megapikselami. Charakterystyczny, delikatny szum, blask jarzących się katod i dźwięk stygnących mostków mikro-

wych są przedstawicielom dzisiejszego pokolenia całkowicie nieznane. Właśnie z myślą o nich powstał niniejszy układ – prosty do złożenia i uruchomienia oraz niedrogi.

Opis działania

Stosując kryterium funkcjonalne, wzmacniacz można podzielić na dwa bloki:

- wykonany z komponentów półprzewodnikowych – zasilacz,
- zbudowany w oparciu o lampy – wzmacniacz akustyczny.

AVT-5254 w ofercie AVT:
AVT-5254A – płytką drukowaną

Podstawowe informacje:

- Wzmacniacz monofoniczny
- Napięcie zasilania: 5 VDC
- Pobór prądu: ok. 0,25 A
- Moc wyjściowa: ok. 50 mW
- Płytkę o wymiarach 66×137 mm

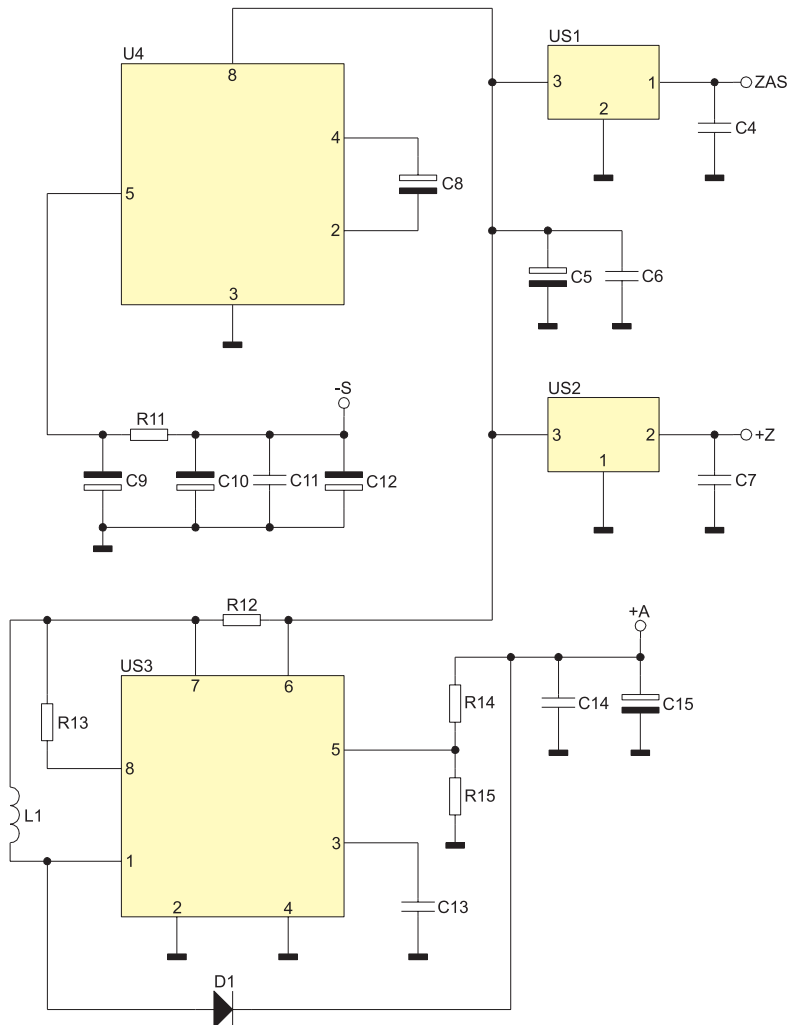
Dodatkowe materiały na CD i FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 14635, pass: 6uc6eled
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD i FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5142 Wzmacniacz lampowy dla nielampowców (EP 8-9/2008)
- AVT-2754 Stereofoniczny wzmacniacz lampowy (EdW 6-7/2005)
- AVT-455 Wzmacniacz lampowy z PCL86 (EP 2/2005)
- AVT-2772 Lampowy wzmacniacz gitarowy (EdW 1/2005)
- AVT-2744 Lampowy wzmacniacz słuchawkowy (EdW 1/2005)
- AVT-2729 Przedwzmacniacz lampowy (EdW 8/2004)
- AVT-2690 Bufor lampowy (EdW 12/2003)
- Lampowy korektor dźwięku (EdW 7/2008)



Rysunek 1. Schemat ideowy bloku zasilacza

Schemat ideowy wzmacniacza zamieszczono na **rysunku 1**. Głównymi elementami zasilacza są cztery układy scalone. Na wejściu jest stabilizator LM7805 (US1), który zapewnia stabilizowane napięcie 5 V reszcie podzespołów. Zalecane jest, aby napięcie zasilające wynosiło nie mniej niż 8 V, więc do zasilania można użyć np. zasilacza wtyczkowego dostarczającego 9 VDC.

Napięcie żarzenia o wartości $1,2\text{ V} \pm 5\%$ zapewnia stabilizator LM317 (US2). Dzięki zwarceniu nóżki ADJ z masą, na jego wyjściu uzyskuje się minimalne napięcie stabilizowane równe napięciu wewnętrznego źródła odniesienia i wynoszące 1,25 V, które mieści się w przedziale wymaganej tolerancji. W trakcie pracy temperatura obudowy LM317 nie przekracza 50°C , zatem można obyć się bez radiatora.

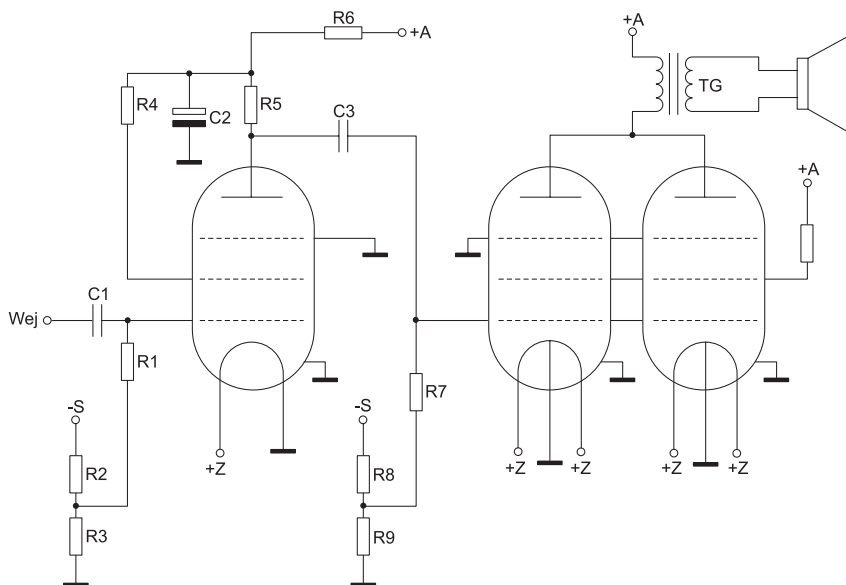
Napięcia zasilania anod i siatek ekranujących dostarcza układ MC34063A (US3). Pracuje on w klasycznym układzie przetwornicy „step-up” z częstotliwością kluczowania ok. 80 kHz, ustaloną kondensatorem C10. Obok układu scalonego, ważnymi elementami przetwornicy są cewka L1 i dioda usprawniająca D1. Rezystory R11 i R12 kontrolują warunki pracy klucza. Na wyjściu przetwornicy jest napięcie 50 V (+A).

Ostatnim blokiem zasilacza jest pompa ładunkowa ICL7660 (US4). Kondensator C13 jest jedynym elementem zewnętrznym koniecznym do jej zadziałania. Elementy C12, R15, C15, C16 i C4 tworzą filtr usuwający większość tętnień. Znaczne rozbudowanie tego filtra wcale nie jest przesadzone, ponieważ jakiegokolwiek zakłócenia modulowałyby sygnał użyteczny.

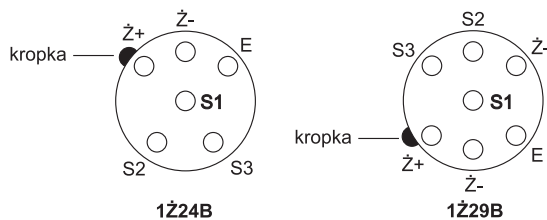
Schemat ideowy bloku wzmacniacza zamieszczono na **rysunku 2**. Przedwzmacniacz zbudowałem z użyciem lampy 1Ж24Б, a końcówkę mocy tworzą połączone równolegle 1Ж29Б. Wybrałem je ze względu na: niską cenę, małe wymiary, pracę przy niskich (jak na układy lampowe) napięciach anodowych, gotowość do pracy już w kilka sekund od załączenia zasilania, brak konieczności stosowania (często trudnych do zdobycia) podstawek, długowieczność (5000 godzin), małą wartość prądu żarzenia (60 mA dla 1Ж29Б i tylko 13 mA dla 1Ж24Б).

Sygnał o częstotliwości akustycznej przechodzi przez kondensator C2. Oddziela on składową stałą, która mogłaby w sposób niekontrolowany zmieniać punkt pracy lampy 1Ж24Б. Dalej jest podawany na siatkę pierwszą, wstępnie spolaryzowaną napięciem -2 V pochodzącym z dzielnika R3 i R4. Rezystor R2 zapobiega zwieraniu sygnału do masy – prąd siatki ma wartość ułamków mikroampera, zatem spadek napięcia na nim jest do pominięcia.

Zmiana napięcia na siatce sterującej powoduje zmianę prądu anodowego lampy, a to przekłada się na zmiany napięcia

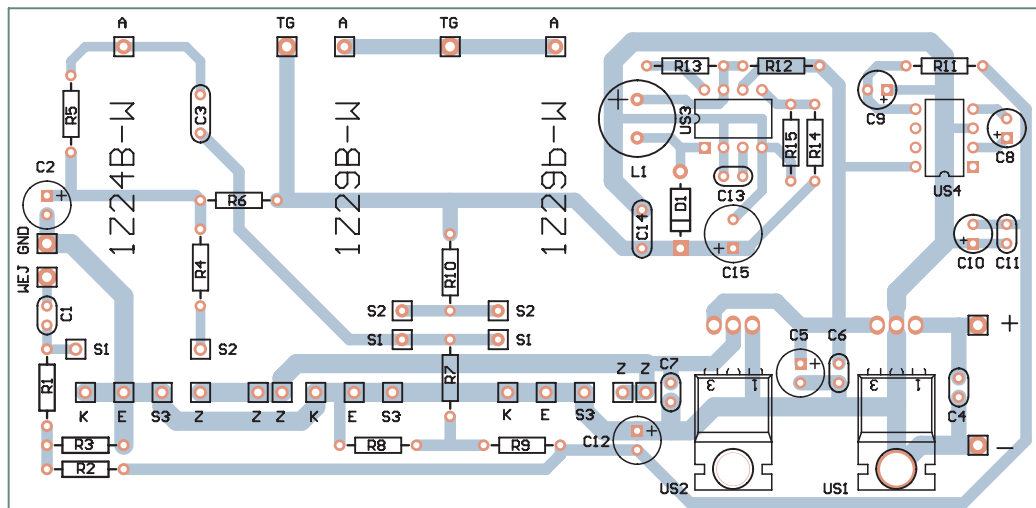


Rysunek 2. Schemat ideowy bloku wzmacniacza



Rysunek 3. Schemat montażowy wzmacniacza lampowego

(zwiększonego o wzmocnienie lampy) na anodzie i rezystorze R1. Rezystor R5 zasila siatkę drugą. Duża wartość jego rezystancji ogranicza prąd siatki. W normalnych warunkach spadek napięcia na tym rezystorze wynosi kilka woltów. Kondensator C1 z opornikiem R6 tworzą filtr uniemożliwiający powstanie dodatkowego sprzężenia zwrotnego mogącego wywołać nieprzyjemne dla ucha wzbudzenie się wzmacniacza. Zadaniem kondensatora C3 jest odseparowanie wysokiego napięcia dodatniego występującego na anodzie lampy przedwzmacniacza od siatek sterujących lamp stopnia mocy pracującego w klasie A. Zastosowano w nim dwie jednakowe lampy, by zwiększyć moc wyjściową przy jednoczesnym zachowaniu prostoty układu. R8, R9 i R10 ustalają prawidłowy punkt pracy, zaś R7 nie dopuszcza do przeciążenia siatek drugich w przypadku przerwania połączenia między anodami a zasilaczem.



Rysunek 4. Rozmieszczenie wyprowadzeń lamp

Montaż i uruchomienie

Cały wzmacniacz został zmontowany na płytce o wymiarach 66×137 mm (rysunek 3). Montaż przeprowadza się typowo, wmontowując lampy na samym końcu, po wcześniejszym przetestowaniu zasilacza. Wyjście stabilizatora LM317 należy obcią-

żyć rezystorem o wartości 10 Ω/1 W w celu zasymulowania żarników lamp. Również przetwornicę napięcia anodowego należy obciążyć rezystorem z przedziału 22...27 kΩ/1W. Zmierzone napięcia powinny zawierać się w granicach:

- żarzenie: 1,2...1,26 V,
- anodowe: 45...55 V,
- na nóżce 5 układu US4: -4,2...-4,4 V.

Lampy należy wlutowywać w płytkę, pamiętając o tym, aby nie zginać ich doprowadzeń bezpośrednio przy szkle. Grozi to ich odłamaniem lub pęknięciem szklanej bańki lampy. Jeśli istnieje możliwość zwarcia ze sobą wyprowadzeń, należy je odseparować, stosując np. rurkę termokurczliwą. Na rysunku 4 pokazano rozmieszczenie wyprowadzeń lamp.

Kilka słów trzeba poświęcić transformatorowi głośnikowemu. Miejsce na niego nie jest przewidziane na płytce. Możliwe jest więc użycie różnych transformatorów. W układzie modelowym użyłem transformatora TG2,5-2-666 produkcji Zatry. Moc oddawana do obciążenia jest naprawdę niewielka (wynosi ok. 50 mW), zatem nie warto przejmować się dokładnym dopasowaniem. Krajowy transformator z rodziny TG2 również będzie dobrym rozwiązaniem. Najlepszym obciążeniem dla wzmacniacza są słuchawki dynamiczne.

Transformator można też wykonać własnoręcznie. W tym celu nawijamy na karkas 2500 zwojów drutu DNE 0,1 i 60 zwojów drutu DNE 0,5. Środkowa kolumna rdzenia winna mieć przekrój min. 4 cm², aby całe uzwojenie zmieściło się bez trudu. Rdzeń musi mieć szczelinę powietrzną w magnesotwodzie, celem uniknięcia jego nasycenia przez składową stałą. Szerokość szczeliny powinna wynosić ok. 0,2 mm. W trakcie nawijania warto pomyśleć o sekcjonowaniu, czyli przeplataniu części uzwojenia pierwotnego z wtórnym, oczywiście stosując odpowiednie przekładki. Zabieg ten powoduje poszerzenie pasma przenoszenia w górę.

I co dalej?

Zaprezentowany wzmacniacz pozwala na wzmocnienie sygnału tylko jednego kanału. Skonstruowanie wersji stereofonicznej sprowadza się do wykonania drugiej płytki i drugiego transformatora. Celowe może okazać się dodanie potencjometru regulacji głośności na wejściu.

Wzmacniacz może być użytecznym gadżetem zasilanym z portu USB komputera. Zintegrowanie z niedużym głośnikiem pozwoli na zastąpienie wewnętrznych głośniczków notebooka. W tym celu należy wlutować stabilizator US1, a jego skrajne nóżki zastąpić zworą. Pobór prądu wynosi ok. 250 mA, zaś wydajność prądowa złącza USB to 500 mA, zatem pozostaje spory zapas. Należy jednak zastosować bezpiecznik (koniecznie szybki), aby zapobiec ewentualnemu uszkodzeniu portu w przypadku jakiegось zwarcia.

Co bardziej dociekliwi zauważą, że spora moc tracona jest na stabilizatorze US2. Zachęcam do prób zastąpienia go stabilizatorem impulsowym. W zaprezentowanym układzie priorytetem była prostota budowy i jej niski koszt, stąd brak takiego rozwiązania.

Michał Kurzela
futrzaczek@o2.pl

R E K L A M A

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym



Wykaz elementów

Rezystory: (0,25 W)

- R1, R8: 1 MΩ
- R2, R3, R9: 22 kΩ
- R4: 220 kΩ
- R5: 47 kΩ
- R6, R10: 10 kΩ
- R8, R11, R15: 1 kΩ
- R12: 2,2 Ω/0,5
- R13: 180 Ω
- R14: 39 kΩ

Kondensatory:

- C1, C3: 22 nF/100 V
- C2: 2,2 μF/100 V elektr.
- C4, C6, C7, C11: 2,2...10 nF ceram.
- C5: 47 μF/16 V elektr.
- C8, C10: 10 μF/16 V elektr.
- C12: 22 μF/16 V elektr.
- C13: 470 pF ceram.
- C14: 47 nF/100 V
- C15: 47 μF/100 V elektr.

Półprzewodniki:

- US1: LM7805
- US2: LM317
- US3: MC34063A
- US4: ICL7660
- D1: UF4004

Inne

- 1Z24B (1Ж24Б) 1 szt.
- 1Z29B (1Ж29Б) 2 szt.
- L1: 470 μH min. 0,3 A pionowy
- Transformator głośnikowy: opis w tekście