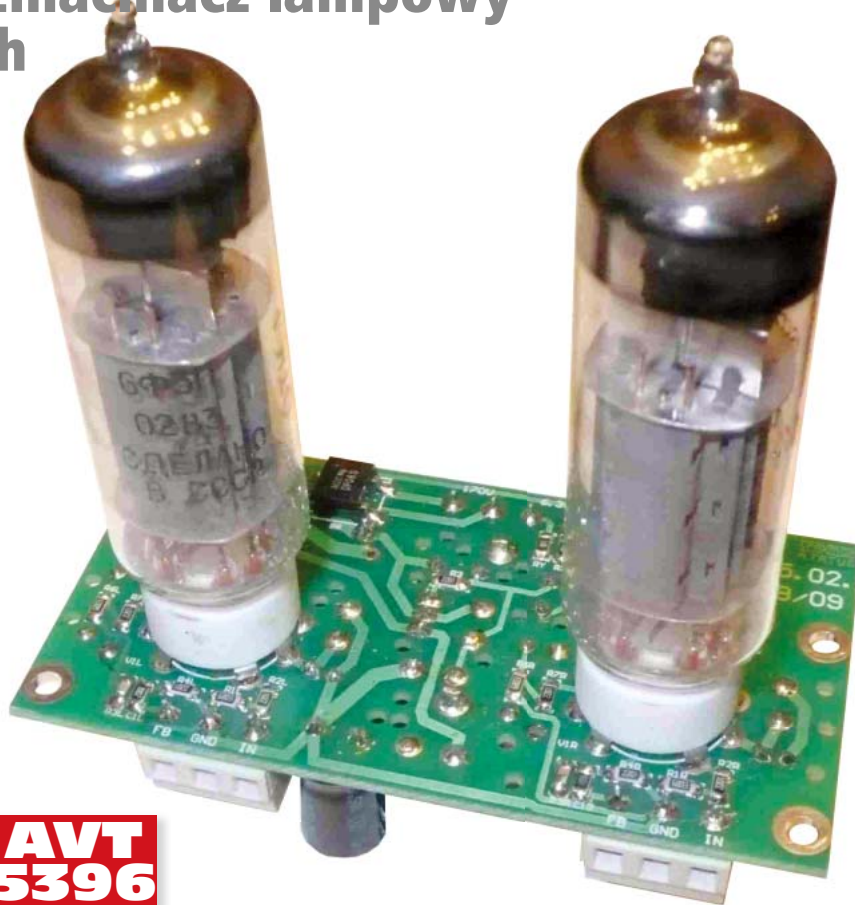


ECL82SE

Stereofoniczny wzmacniacz lampowy dla początkujących

Wzmacniacz o typowej konstrukcji wykonany w konfiguracji wzmacniacza dwustopniowego. Stopień mocy napięciowego zrealizowano na triodzie, natomiast stopień mocy na pentodzie. Ze względu na zastosowanie lampy dwusystemowej (trioda i pentoda w jednej bańce) konstrukcja jest dosyć zwarta, a użycie popularnych lamp ECL82 umożliwia uzyskanie mocy wyjściowej około 1,5...2 W w konfiguracji SE.

Rekomendacje: nieskomplikowany wzmacniacz dla osób rozpoczynających przygodę z elektroniką lampową – zastosowane lampy ECL82 są łatwo dostępne i niedrogie.



**AVT
5396**

Schemat ideowy wzmacniacza pokazano na rysunku 1. Elementy kanału lewego mają oznaczenia zakończone literą L, kanału prawego literą R, zaś elementy wspólne kanałów nie mają dodatkowych oznaczeń. Jak wspomniano, zastosowanie lamp ECL82 umożliwia wykonanie wzmacniacza lampowego o mocy wyjściowej około 1,5...2 W w konfiguracji SE. Możliwe jest także użycie rosyjskich zamienników typu 6F3P lub amerykańskich 6BM8. Po zmianie napięcia żarzenia na ok. 16 V/0,6 A można też użyć lamp PCL82.

Signal wejściowy z gniazda L jest doprowadzany do potencjometru regulacji głośności RV1L/R, a stąd do złącza J1L-1. Dalej, bez kondensatora separującego składową stałą (praktycznie wszystkie urządzenia mają separację, więc jej powielanie nie ma sensu) na siatkę sterującą triody V1L poprzez rezystor „antywbudzeniowy” R2L. Lampa V1L pracuje w układzie polaryzacji automatycznej. Do wytworzenia napięcia ujemnego na siatce sterującej ustalającego punkt pracy jest wykorzystywany spadek napięcia, wywołowany dzięki przepływowi prądu anodowego przez rezystor katodowy R4L. Wzmocniony signal wejściowy steruje poprzez kondensator C2L (separujący składową stałą) siatkę pentody V1L. Rezystor R7L – podobnie jak wcześniej

– pełni funkcję antywbudzeniową tworząc z pojemnością wejściową lampy filtr dolno-przepustowy. Wzmacniacz jest objęty pętlą globalnego sprzężenia zwrotnego (rezystor R3L, kondensator C1L).

Rezystor R8L i kondensator CE1L zapewniają automatyczną polaryzację pentody. Rezystor R4 i kondensator CE3 zapewniają dodatkową filtrację napięcia zasilającego stopnie wstępne oraz siatki drugie (G2) pentod. Napięcie anodowe jest dostarczone z uzwojenia 170 V AC transformatora sieciowego. Po wyprostowaniu i „wygładzeniu” jest filtrowane w stopniu aktywnym z tranzystorem Q1. Tranzystor wymaga niewielkiego radiatora. Napięcie żarzenia 6,3 V jest dostarczone z drugiego uzwojenia transformatora TS1. Aby zminimalizować przydźwięk od żarzenia, zastosowano symetryzację rezystorami Rx i Ry.

Dodatkowego opisu wymaga kondensator C3L/R. Ze względu na indukcyjny charakter obciążenia, którym jest transformator głośnikowy oraz wysoką impedancją wyjściową pentodowego stopnia mocy, jest konieczna w wypadku niektórych typów transformatorów kompensacja wzrostu obciążenia w funkcji wzrostu częstotliwości. Brak kompensacji może objawiać się uprzy-

W ofercie AVT*

AVT-5396 A

Podstawowe informacje:

- Wzmacniacz stereofoniczny o mocy 2x1,5...2 W.
- W konstrukcji zastosowano tanie, łatwo dostępne lampy ECL82.
- Napięcie zasilania: 230 V AC.
- Obciążenie: 8 Ω.
- Pasma przenoszenia 90 Hz...22 kHz.
- Zniekształcenia nieliniowe dla f=1 kHz, Pwy=1,5 W: 0,6%

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 20637, pass: 7430kucs

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

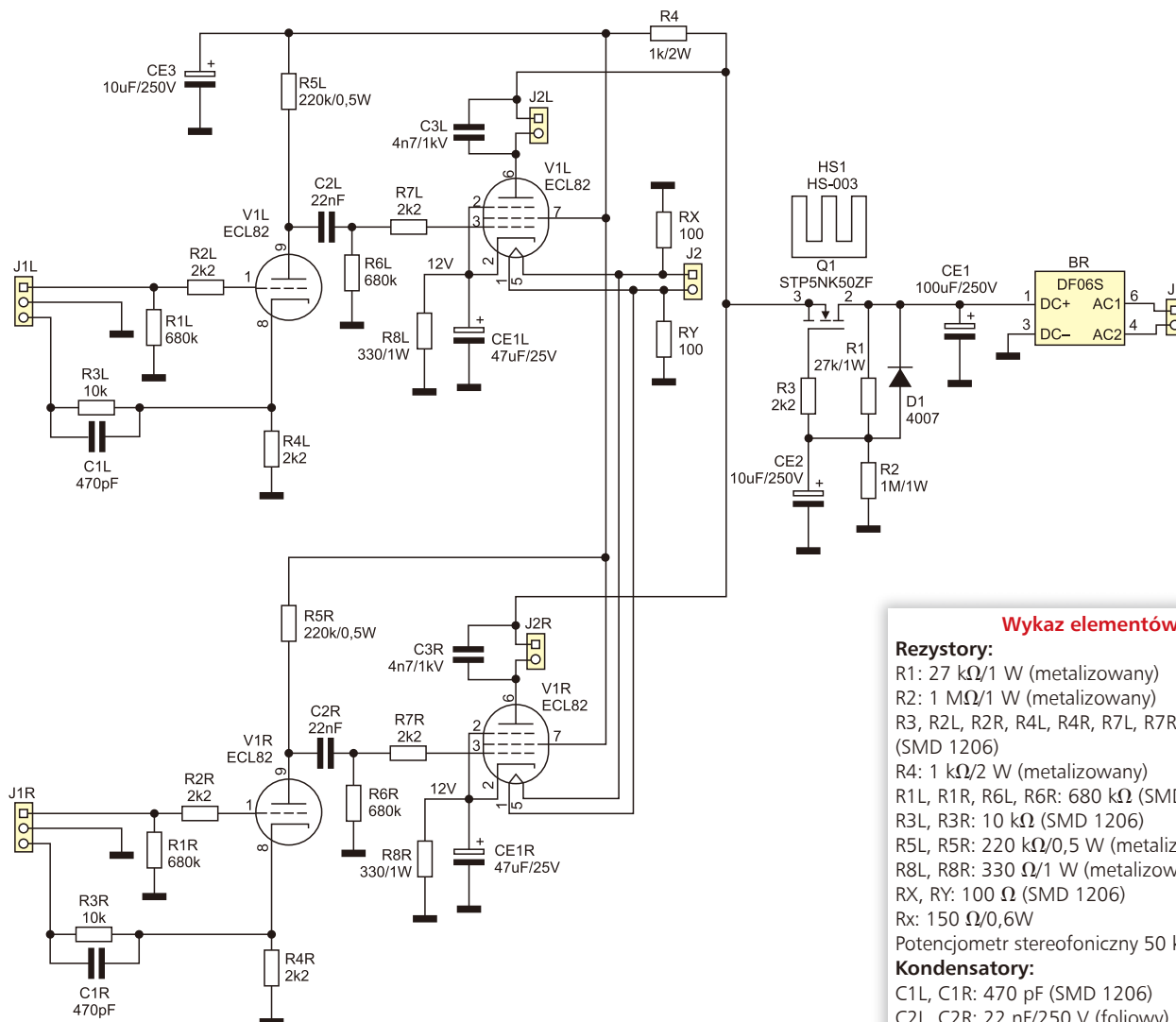
Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5392 Wzmacniacz lampowy 300B SET (EP 4/2013)
- AVT-1719 Automatyka dla wzmacniacza lampowego (EP 1/2013)
- AVT-5365 Wzmacniacz lampowy 2x15 W z lampami 6C33C (EP 10/2012)
- AVT-5327 Lampowy wzmacniacz stereofoniczny (EP 1/2012)
- AVT-5289 Stereofoniczny wzmacniacz lampowy 2x10 W dla każdego (EP 5/2011)
- Projekt 193 Projekt 193 - lampowy wskaźnik występowania (EP 4/2011)
- AVT-5267 Lampowy potencjometr siły głosu (EP 12/2010)
- AVT-5254 Wzmacniacz lampowy dla każdego (EP 09/2010)

* Uwaga:

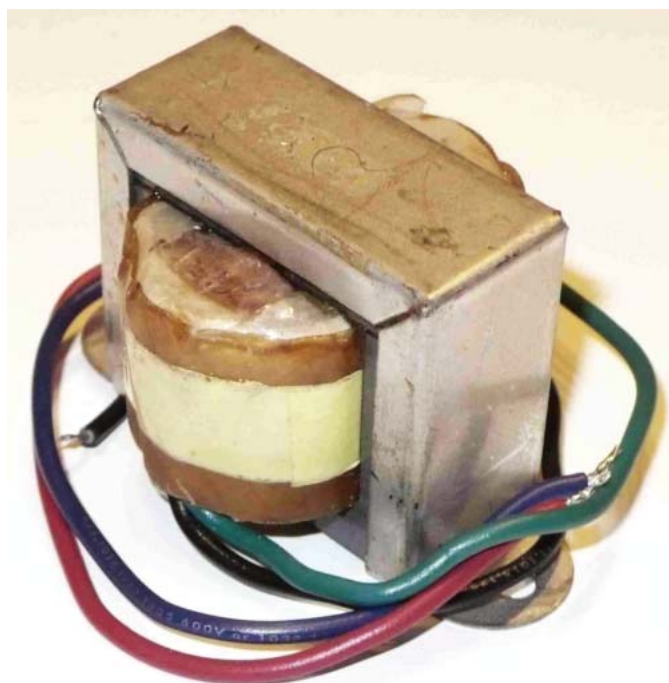
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach: AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych. AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych. AVT xxxx A- płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych. AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu) AVT xxxx CD Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>



Rysunek 1. Schemat ideowy wzmacniacza ECL82SE

wilejowaniem tonów wysokich i zmianą barwy wzmacnianego dźwięku szczególnie,

gdy używany innych transformatorów głośnikowych, niż zastosowane w modelu (nie wymagają montażu C3L/R).



Fotografia 2. Transformator głośnikowy z prototypu

Korekcję należy dobrze eksperymentalnie (C3L: 470 pF...4,7 nF) po doprowadzeniu do wejścia wzmacniacza przebiegu prostokątnego 10 kHz iysterowaniu do mocy ok. 1 W. Kondensator należy dobrać w taki sposób, aby przy odtwarzaniu przebiegu prostokątnego nie było oscylacji, przerzutów, a przebieg był zbliżony do prostokątnego – oczywiście, ze względu na ograniczone pasmo zbrocza przebiegu są nieco nachylone

- Wykaz elementów**
- Rezystory:**
 R1: 27 kΩ/1 W (metalizowany)
 R2: 1 MΩ/1 W (metalizowany)
 R3, R2L, R2R, R4L, R4R, R7L, R7R: 2,2 kΩ (SMD 1206)
 R4: 1 kΩ/2 W (metalizowany)
 R1L, R1R, R6L, R6R: 680 kΩ (SMD 1206)
 R3L, R3R: 10 kΩ (SMD 1206)
 R5L, R5R: 220 kΩ/0,5 W (metalizowany)
 R8L, R8R: 330 Ω/1 W (metalizowany)
 RX, RY: 100 Ω (SMD 1206)
 Rx: 150 Ω/0,6W
 Potencjometr stereofoniczny 50 kΩ/B
- Kondensatory:**
 C1L, C1R: 470 pF (SMD 1206)
 C2L, C2R: 22 nF/250 V (foliowy)
 C3L*, C3R*: 4,7 nF/1 kV (ceramiczny, uwagi w opisie)
 CE1: 100 μF/250 V (elektrolityczny D=18 mm)
 CE2, CE3: 10 μF/250 V (elektrolityczny D=10 mm)
 CE1L, CE1R: 47 μF/25 V (elektrolityczny D=5 mm)
 Cx: 0,1 μF/250 V (foliowy)
- Półprzewodniki:**
 BR: DF06S (mostek prostowniczy 600 V/1 A)
 D1: 1N4007
 Q1: STP5NK50ZF (TO-220 izol.)
- Inne:**
 HS1: HS-003 (TO-220)
 J1, J2, J2L, J2R: złącze ARK2/5 mm
 J1L, J1R: złącze ARK3/5 mm
 V1L, V1R: ECL82 (z podstawkami do druku)
 TGL, TGR: transformator głośnikowy 5 kΩ/8 Ω/3 W
 TS: transformator sieciowy 40 VA, 170 V/120 mA, 6,3 V/2 A
 JP: złącze zintegrowane IEC

i nie przypominają tych z układów cyfrowych. Kondensator C3L, pracuje przy pełnym napięciem anodowym i musi mieć minimalne napięcie przebicia 630 V lub lepiej – 1 kV. W niektórych wypadkach może być konieczna także korekta elementów sprzężenia zwrotnego R3L/C1L. Wygląd transformatora głośnikowego z modelu pokazano na

Tabela 1. Wyniki pomiaru parametrów wzmacniacza

Parametr	Wartość	Jednostka
Napięcie zasilania	230	V
Rezystancja obciążenia	8	Ω
Moc wyjściowa	1,5	W
Zniekształcenia przy mocy znamionowej 100 Hz/1 kHz/10 kHz:	12 /0,6 /3	%
Zniekształcenia przy mocy 1 W 100 Hz/1 kHz/10 kHz:	5/0.5/0.9	%
Pasmo przenoszenia 1 W	90...22000	Hz
Czułość dla mocy znamionowej	800	mV

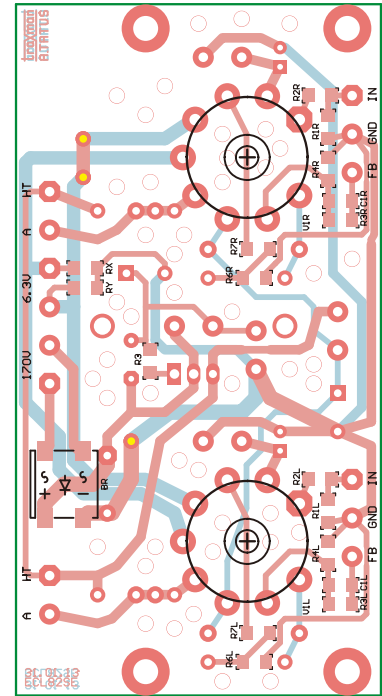
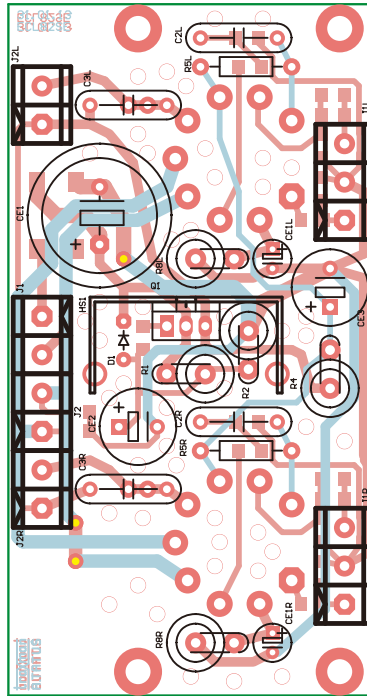
fotografii 2. Można go nabyć np. w sklepie www.Amptone.pl.

Montaż wzmacniacza

Wzmacniacz zmontowany jest na dwustronnej płytce drukowanej – rozmieszczenie elementów przedstawia rysunek 3. Aby umożliwić wyeksponowanie lamp, podstawki montowane są na warstwie TOP, na której nie ma innych wystających elementów. Ułatwia to mocowanie płytki do górnej części obudowy wzmacniacza za pomocą słupków dystansowych o długości 10...12 mm. Wszystkie gniazda połączeniowe płytki są łatwo dostępne od spodu obudowy.

Montaż wzmacniacza podzielono na dwa etapy. W pierwszej kolejności montujemy płytkę drukowaną. Kolejność montażu jest typowa i nie wymaga opisu. Należy pamiętać, aby wszystkie rezystory o mocy większej niż 0,5 W oddalić od powierzchni płytki drukowanej, co umożliwi odprowadzenie ciepła. W płytce przewidziano kilkanaście otworów ułatwiających cyrkulację powietrza wokół lamp i nagrzewających się elementów.

Drugi etap to montaż wzmacniacza w obudowie, zgodnie ze schematem monta-



Rysunek 3. Rozmieszczenie elementów na płytce wzmacniacza ECL82SE

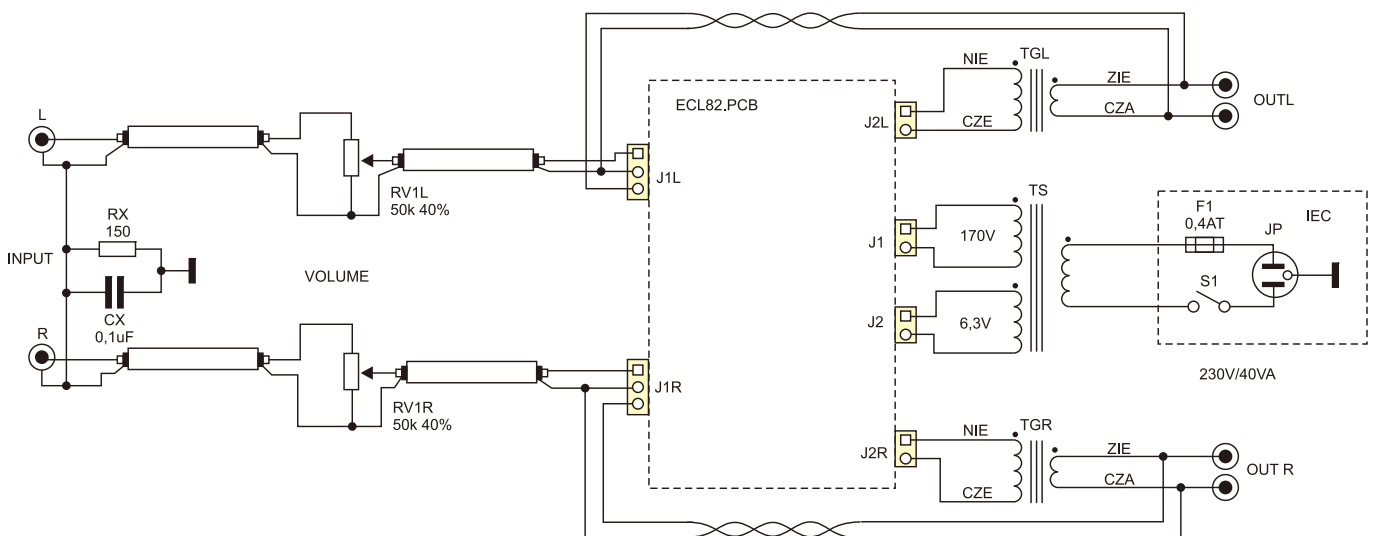
żowym z rysunku 4. Ze względu na różnorodność obudów ten etap musi być przemysłany indywidualnie, zależnie od obudowy. Należy jednak starać się odsunąć lampy i transformatory głośnikowe od transformatora sieciowego. Polecam też zastosowanie transformatora toroidalnego, charakteryzującego się mniejszym polem rozproszenia. Połączenia sygnałowe warto poprowadzić przewodem w ekranie, pozostałe przewo-

dy – szczególnie doprowadzające żarzenie – należy poprowadzić skręconą parą i w miarę możliwości daleko od przewodów sygnałowych. Przewody sieciowe, napięcia anodowego, uzwojeń anodowych transformatorów głośnikowych należy dodatkowo zaizolować rurką termokurczliwą lub koszulką olejową. Nie wolno zapominać o zapewnieniu odpowiedniej cyrkulacji powietrza wokół lamp poprzez wykonanie otworów wentylacyjnych w obudowie wzmacniacza. Zmontowaną płytkę przedstawia fotografia 5.

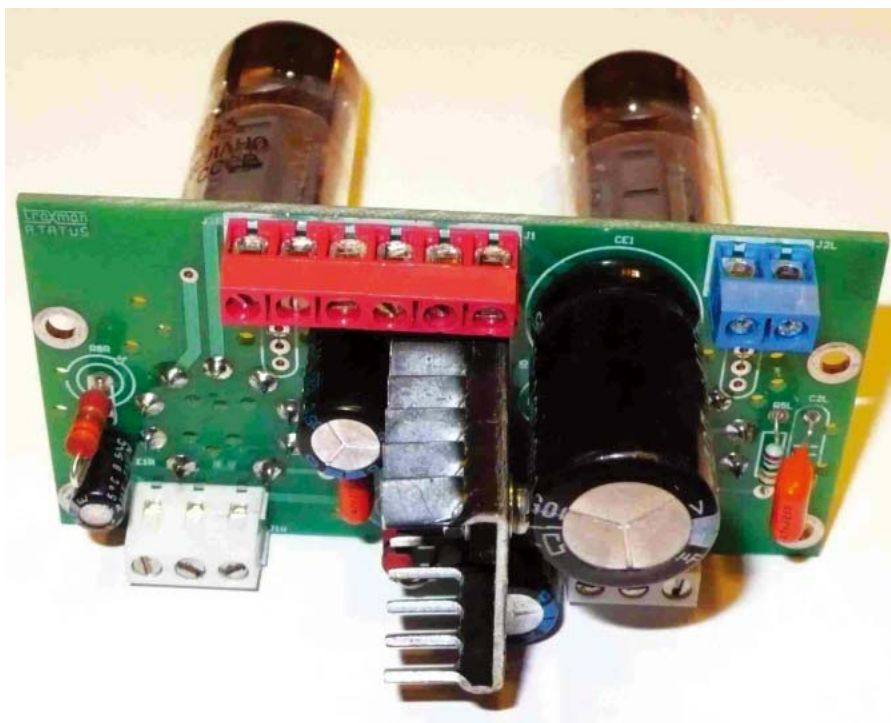
Uwaga! We wzmacniaczu występują wysokie niebezpieczne dla życia napięcia (200 V DC) oraz wysoka temperatura. Uruchamianie należy przeprowadzić z zachowaniem szczególnej ostrożności. Wszelkie manipulacje, zmiany wartości elementów wykonujemy po wyłączeniu wzmacniacza i rozładowaniu się kondensatorów elektrolitycznych. Wzmacniacz musi być podłączony do sprawnej instalacji zasilającej poprzez gniazdo sieciowe 230 V AC z bolcem uziemiającym.

Uruchomienie

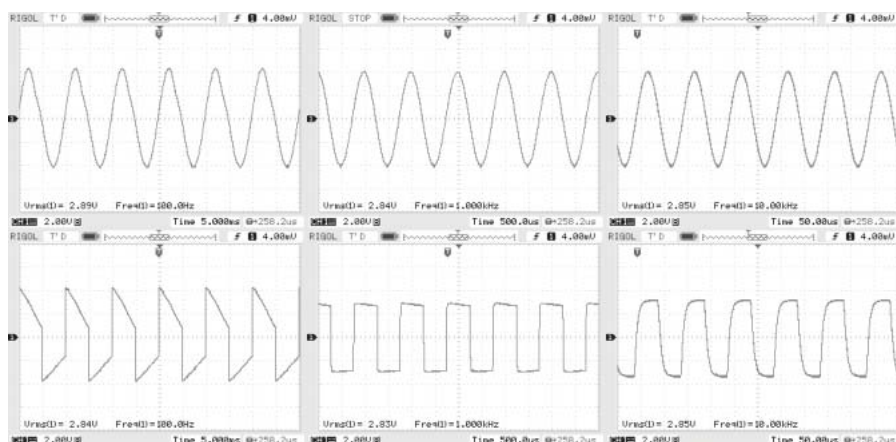
Po sprawdzeniu poprawności montażu, wyjmujemy lampy z płytki i dołączamy wzmacniacz do sieci zasilającej (najlepiej przez autotransformator). Sprawdzamy obecność napięć żarzenia (6,3 V AC), anodo-



Rysunek 4. Schemat montażowy wzmacniacza ECL82SE



Fotografia 5. Zmontowana płytkę ECL82SE



Rysunek 6. Przykładowe przebiegi uzyskane podczas testów wzmacniacza

wego ok. 200...220 V DC i jeżeli nic nie budzi naszych wątpliwości, wyłączamy wzmacniacz. Czekamy na rozładowanie się pojemności, umieszczamy lampy w podstawkach i ponownie włączamy zasilanie: lampy powinny się żarzyć, napięcie anodowe powinno wynosić ok. 200 V DC, na rezystorach katodowych napięcie względem masy powinno wynosić ok. 12 V (w zależności od stanu lamp). Jeżeli wszystko jest w porządku, wzmacniacz jest gotowy do eksploatacji.

Pomimo prostoty układu i niewielkich transformatorów głośnikowych wzmacniacz ma przyjemne brzmienie i całkiem znośne parametry. Wyniki jego pomiarów umieszczono w tabeli 1.

Duże zniekształcenia w zakresie niskich częstotliwościach są spowodowane niewielkim przekrojem rdzenia transformatora (EI48), natomiast transformator całkiem przyzwoicie „radzi sobie” z wysokimi częstotliwościami, a to za sprawą zwartej budowy i małych po-

jemności montażowych. Przykładowe przebiegi uzyskane podczas testów przedstawia pokazano na **rysunku 6**. Pokrywają się całkowicie z wynikami pomiarów zniekształceń. Na przebiegu prostokątnym o częstotliwości 100 Hz wyraźnie widać zniekształcenia, do przebiegu 1 kHz nie można mieć zastrzeżeń, z kolei przebieg 10 kHz jest odtwarzany z niewielkim złagodzeniem zbroczy bez zbędnych przerzutów i oscylacji, świadczy to o ograniczonym od góry paśmie przenoszenia wzmacniacza (ograniczenie jest poza zakresem akustycznym).

Ze względu na niewielką moc wyjściową, warto postarać się o efektywne głośniki. Doskonale te kryteria spełniają starsze głośniki szerokopasmowe. Prototyp uprzyjemnia pracę przy komputerze, do odsłuchu z niewielkiej odległości moc jest wystarczająca nawet do wysterowania takich „mięnot efektywnościowych”, jak szerokopasmowe głośniki o skuteczności 83 dB/W. Miłego słuchania!

Adam Tatuś, EP