



**AVT
5392**



Wzmacniacz lampowy 300B SET

Wzmacniacz o mocy 2×5 W z „legendarnymi” lampami 300B

Wzmacniacze lampowe ponownie cieszą się sporą popularnością, a legenda brzmienia lamp 300B budzi niepokonowaną ciekawość niemal każdego zwolennika wzmacniaczy lampowych, wzbudzając pragnienie posiadania lub choćby przetestowania takiego urządzenia. We opisywanej konstrukcji zastosowano wyłącznie triody, wzmacniacz nie ma globalnej pętli sprzężenia zwrotnego, a rozwiązania użyte w torze audio przypominają konstrukcje z lat 30-tych ubiegłego stulecia. Pomimo tego zastosowano również nowoczesne rozwiązania, takie jak stabilizacja zasilania żarzenia oraz aktywna filtracja zasilania.

Rekomendacje: wzmacniacz lampowy wysokiej klasy, który jest w stanie zadowolić niejednego miłośnika „lampowego” brzmienia.

We wzmacniaczu zastosowano po dwie lampy na każdy kanał. W stopniu wzmocnienia napięciowego pracuje popularna, podwójna trioda małej mocy 6SN7, a w stopniu mocy żarzona bezpośrednio trioda 300B. Taka obsada lamp umożliwia wykonanie nieskomplikowanego elektrycznie wzmacniacza o mocy ok. 5 W pracującego w konfiguracji SE.

Konstrukcyjnie wzmacniacz podzielony na dwa bloki: wzmacniacza wstępnego, którego zadaniem jest wzmocnienie wejściowego sygnału audio do poziomu wystarczającego doysterowania lamp 300B oraz zasilacza dostarczającego napięć koniecznych do pracy wzmacniacza. Całość uzupełniają dwie płytki z elementami polaryzującymi

W ofercie AVT* AVT-5392 A

Podstawowe informacje:

- Wzmacniacz stereofoniczny o mocy 2×5 W.
- Zasilanie 230 V AC.
- Bez globalnej pętli sprzężenia zwrotnego.
- Po dwie lampy na kanał: 300B w końcówce mocy, 6SN7 w przedwzmacniaczu.
- Konstrukcja hybrydowa - zasilacz z elementów półprzewodnikowych.
- 4 płytki: przedwzmacniacz, wzmacniacz, 2xukład polaryzacji.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 75282, pass: 852sjb64

- 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-1719 Automatyka dla wzmacniacza lampowego (EP 1/2013)
AVT-5365 Wzmacniacz lampowy 2×15 W z lampami 6C33C (EP 10/2012)

* 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 wymienionych 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
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)
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>

lampy mocy oraz kilka elementów dodatkowych. Schemat blokowy wzmacniacza pokazano na **rysunku 1**. Elementy kanału lewego mają oznaczenia zakończone literą L, kanału prawego literą R, zaś elementy wspólne obu kanałów nie mają dodatkowych oznaczeń.

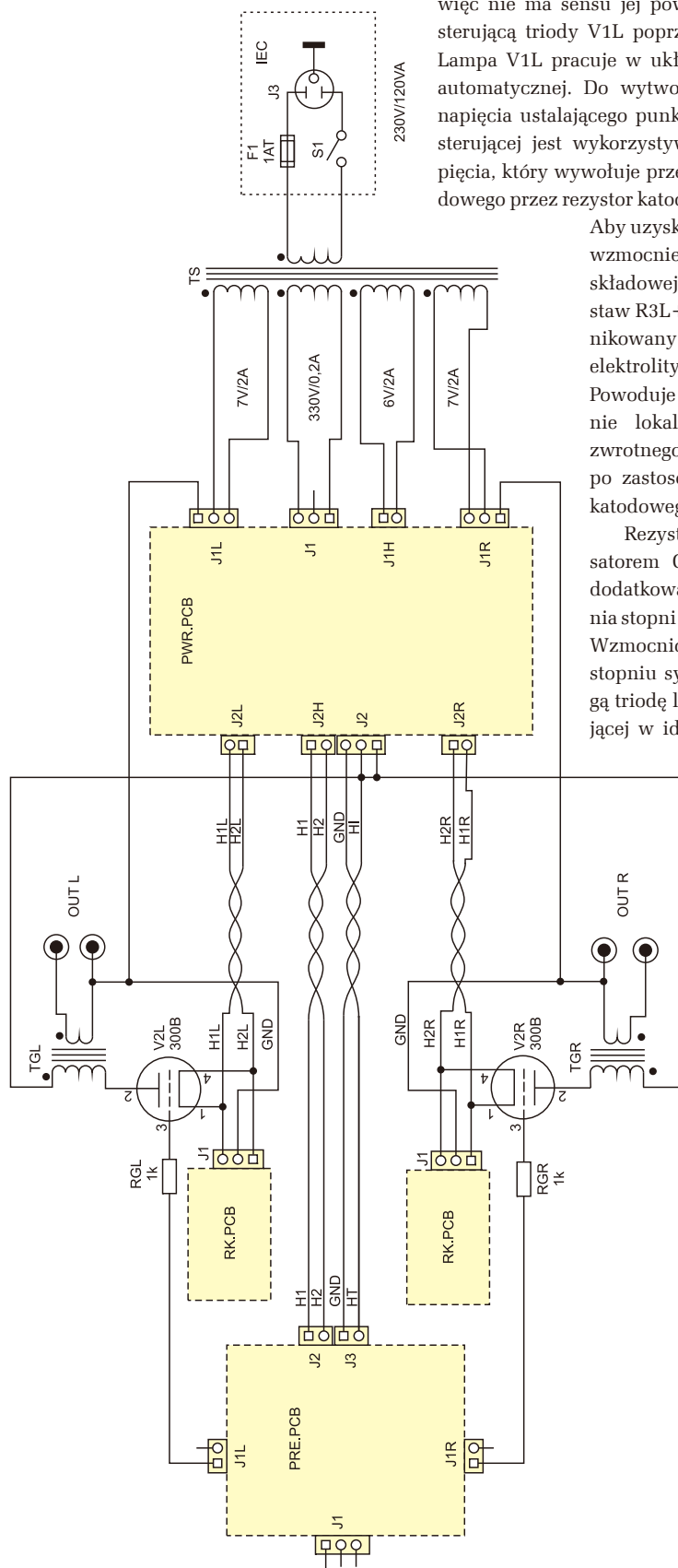
Sygnal wejściowy z gniazda L jest doprowadzany do potencjometru regulacji głośności RV1L/RV1R, a stąd do płytki złącza J1 wzmacniacza wstępnego, którego schemat przedstawia **rysunek 2**. Dalej, bez kondensatora separującego składową stałą (praktycznie wszystkie urządzenia mają separację, więc nie ma sensu jej powielać), na siatkę sterującą triody V1L poprzez rezystor R8L. Lampa V1L pracuje w układzie polaryzacji automatycznej. Do wytworzenia ujemnego napięcia ustalającego punkt pracy na siatce sterującej jest wykorzystywany spadek napięcia, który wywołuje przepływ prądu anodowego przez rezystor katodowy R3L+RV1L.

Aby uzyskać jak największe wzmocnienie stopnia dla składowej zmiennej, zestaw R3L+RV1L jest z bocznikowany kondensatorem elektrolitycznym CE2L. Powoduje to zmniejszenie lokalnego sprzężenia zwrotnego, jakie powstaje po zastosowaniu rezystora katodowego.

Rezystor R6L z kondensatorem CE1L zapewniają dodatkową filtrację zasilania stopni wzmacniających. Wzmocniony w pierwszym stopniu sygnał steruje drugą triodą lampy V1L pracującej w identycznym ukła-

dzie jak pierwsza. Kondensator katodowy CE3L1/B został podzielony na dwie mniejsze pojemności ze względu na chęć zachowania najniższej możliwej wysokości zabudowy w porównaniu z 47 $\mu\text{F}/250\text{ V}$. Z drugiego stopnia, poprzez kondensator separujący C1L, jest sterowana lampa końcowa V2L. Sygnal sterujący lampami mocy V2L/V2R jest doprowadzony do złącz J1L/J1R, a stąd poprzez rezystor RGL/R do siatek lamp mocy. Zasilanie stopnia wstępnego jest doprowadzone do złącza J2 (filtrowane napięcie żarzenia lamp wstępnych), i J3 (napięcie anodowe wzmacniacza wstępnego).

Lampy mocy V2L/V2R pracują z polaryzacją automatyczną. Za jej wytworzenie odpowiada płytka polaryzacji RK, której schemat przedstawia **rysunek 3**. Rezystor polaryzacyjny R3 jest bocznikowany kondensatorami CE1 i CE22 w identycznym celu, jak w wypadku przedwzmacniacza. Rezystor R3, ze względu na swoją nietypową rezystancję 880 $\Omega/20\text{ W}$, złożono z rezystorów R4...R7 (4 szt. po 220 $\Omega/7\text{ W}$). Są to rezystory szklawione typu GX7W. Rezystor R3 jest w bardzo ważnym elemencie wzmacniacza. Jak pokazuje praktyka, musi być bardzo dobrej jakości, wytrzymać spore obciążenie termiczne. Nie nadają się do tego zwykłe ceramiczne „kostki”, które stosunkowo łatwo uszkadzają się w tych warunkach pracy, a jakkolwiek awaria układu polaryzacji może doprowadzić do przykrych konsekwencji. Czasem za pomocą zagranicznych serwisów aukcyjnych można nabyć rezystory 880 Ω w obudowach TO-220 typu MP930 Caddock. Płytkę drukowaną umożliwia ich użycie w miejsce R3. Jest możliwe również zastosowanie rezystora 1 k $\Omega/20\text{ W}$ MP930 i nieco innego punktu pracy lampy V2L. Polecam ostrożne eksperymenty i sprawdzenie w karcie katalogowej 300B możliwego zakresu prądów anodowych, ponieważ w ten sposób można zmienić parametry wzmacniacza i jego brzmienie. Także kondensator CE1/2 powinien być sprawdzony i mieć odpowiednią jakość, ponieważ pracuje przy wysokim napięciu i w wysokiej temperaturze. Zwarcie kondensatora CE1/2 powoduje uszkodzenie przeciążonej, kosztownej lampy 300B. Polecam zastosowanie kondensatorów od renomowanych producentów przeznaczonych do pracy w temperaturze co najmniej 85°C, a najlepiej 105°C. Można



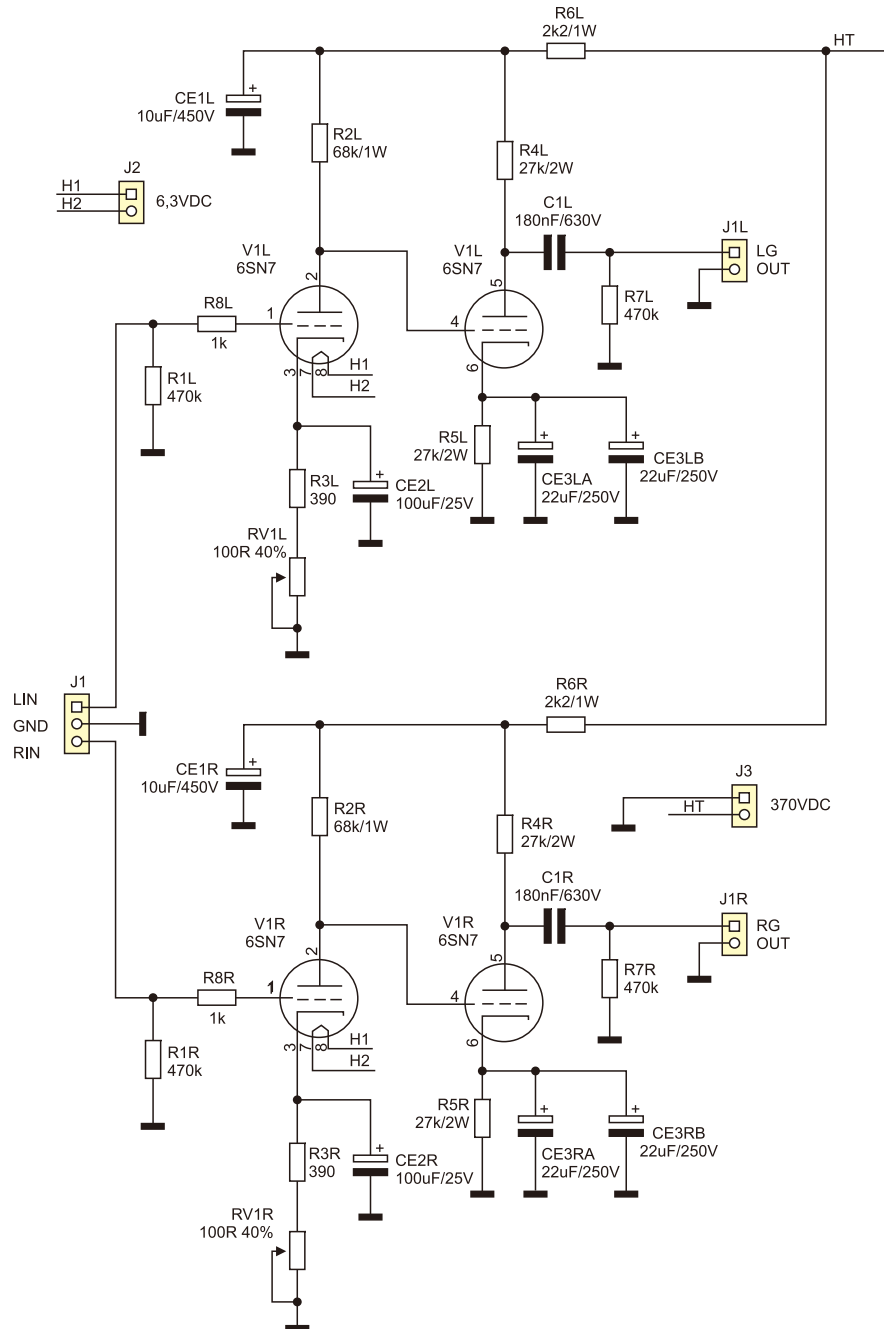
Rysunek 1. Schemat blokowy wzmacniacza 300B SET

też w ramach eksperymentu sprawdzić równoległe połączenie kondensatora CE1=100 μ F/160 V oraz mniejszego, foliowego 0,1 μ F/160 V wlutowanego w miejsce CE2, jak to miało miejsce w modelu. Bocznikowanie w większości wypadków poprawia parametry dla wyższych częstotliwości, chociaż dla nowoczesnych kondensatorów przeznaczonych do zastosowania w sprzęcie audio nie jest konieczne.

W obwód anody lampy V2L jest włączony transformator głośnikowy dopasowujący dużą impedancję obciążenia, którą ma lampa do małej impedancji głośników. W modelu zastosowano transformator Ra=2,5 k Ω /Robc=8 Ω , ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby wykonać lub zamówić transformator na inną wartość, dopasowaną do obciążenia. Można też zastosować inny transformator o Ra=2,5...3,5 k Ω oraz Ia=80 mA, odpowiednio korygując punkt pracy lampy rezystorem R3.

Paradoksem układów lampowych bywa to, że sam wzmacniacz ma nieskomplikowaną topologię, w przeciwieństwie do układu zasilania, który zwykle jest bardzo rozbudowany. Szczególnie jest to widoczne we wzmacniaczach SE, w których jest konieczne dostarczenie napięcia anodowego o minimalnym poziomie przydźwięku, a przy braku sprzężenia zwrotnego zmniejszającego poziom zakłóceń wymagania postawione sekcji zasilania są spore. Drugim źródłem problemów w lampach żarzonych bezpośrednio jest obwód zasilania żarzenia, ponieważ takie lampy wymagają dobrego, symetryzowanego, przemiennego źródła napięcia żarzenia, aby przydźwięk przenikający z grzejnika nie stał się sygnałem „użytecznym”. Konieczne staje się stosowanie potencjometrów symetryzujących o sporej mocy (dzisiaj trudnodostępne) i jest wymagana każdorazowa regulacja poziomu przydźwięku po wymianie lamp mocy. Niestety, może to nie dać pożądanego efektu, jeżeli stosujemy wysokosprawne głośniki.

Stosując lampę 300B wymagającą do żarzenia źródła 5 V/1,2 A, stosunkowo łatwo można wykonać zasilacz napięcia żarzenia stosując stabilizator LDO. Schemat zasilacza wzmacniacza z lampami 300B pokazano na rysunku 4. Napięcia żarzenia 5 V DC lamp 300B otrzymywane są w typowym układzie, w którym do zasilania każdej lampy zastosowano odrębny stabilizator. Napięcia przemiennie 7 V AC są prostowane przez diody Schotky D1x...D4x, filtrowane za pomocą kondensatorów CE1x. Duża pojemność CE1x oprócz poprawy filtracji zapewnia łagodne narastanie napięcia żarzenia eliminując rozbrzydki grzejnika po załączeniu zasilania. Kondensatory CE2x/CE3x zapewniają przeciwdziałając niestabilnej pracy regulatora LDO U1x typu LT1084CT-5. Ze względu na wydzielane ciepło U1x montowane są na radiatorze.



Rysunek 2. Schemat ideowy wzmacniacza wstępnego

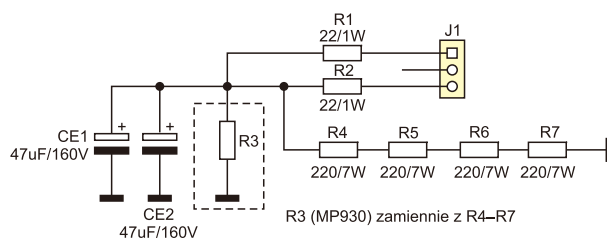
Zasilacz napięcia anodowego jest wspólny dla obu kanałów i składa się z mostka prostowniczego z szybkich diod D1...D4 (UF4007), kondensatorów filtrujących CE1 oraz obwodu filtracji aktywnej z tranzystorem Q1 (STW18NK80Z). Kondensatory CE2...CE4 zapewniają „łagodny” start zasilacza napięcia anodowego eliminując konieczność wykonania obwodu opóźnianego załączania. Ze względu na wydzielane ciepło tranzystor Q1 jest montowany na radiatorze.

Układ zasilacza uzupełnia prostownik D6...D9 i filtr CE6 zapewniające filtrowane napięcie dla grzejników lamp wzmacniacza wstępnego. Rezystory R1,

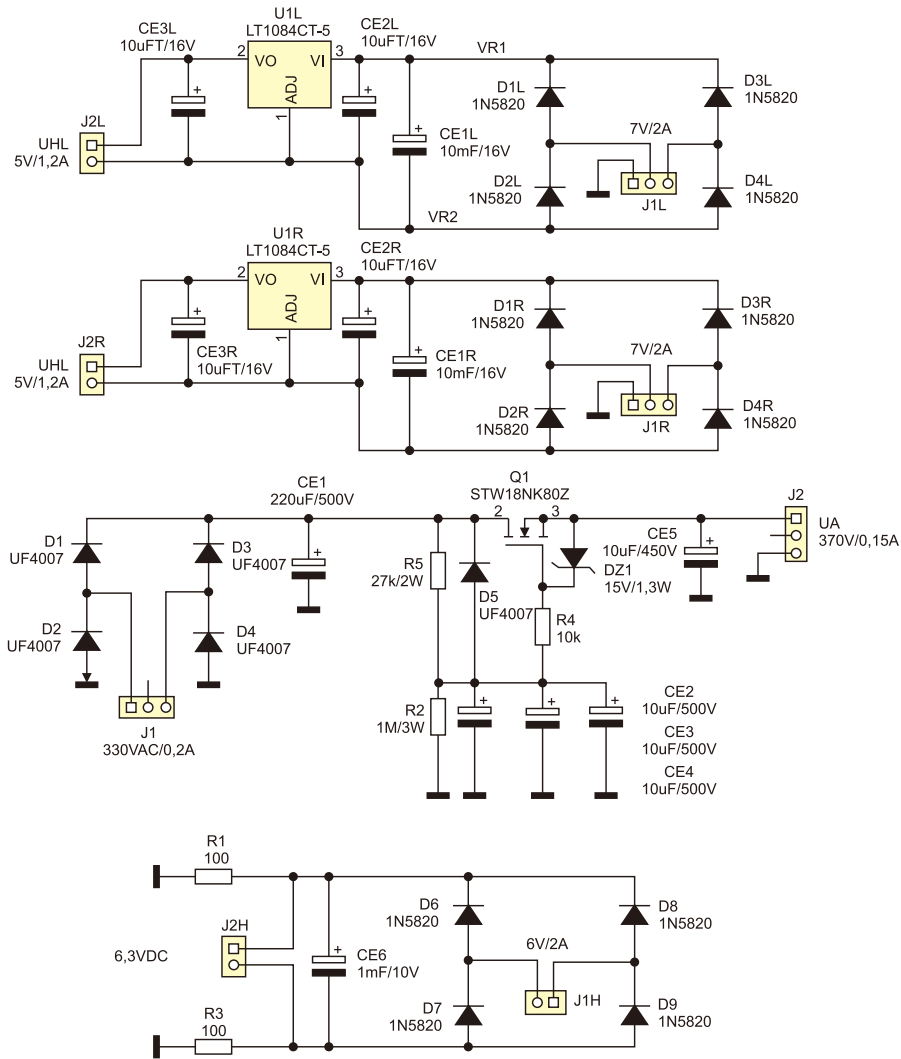
R2 symetryzują i ustalają polaryzację grzejników lamp V1L, V1R.

Montaż wzmacniacza

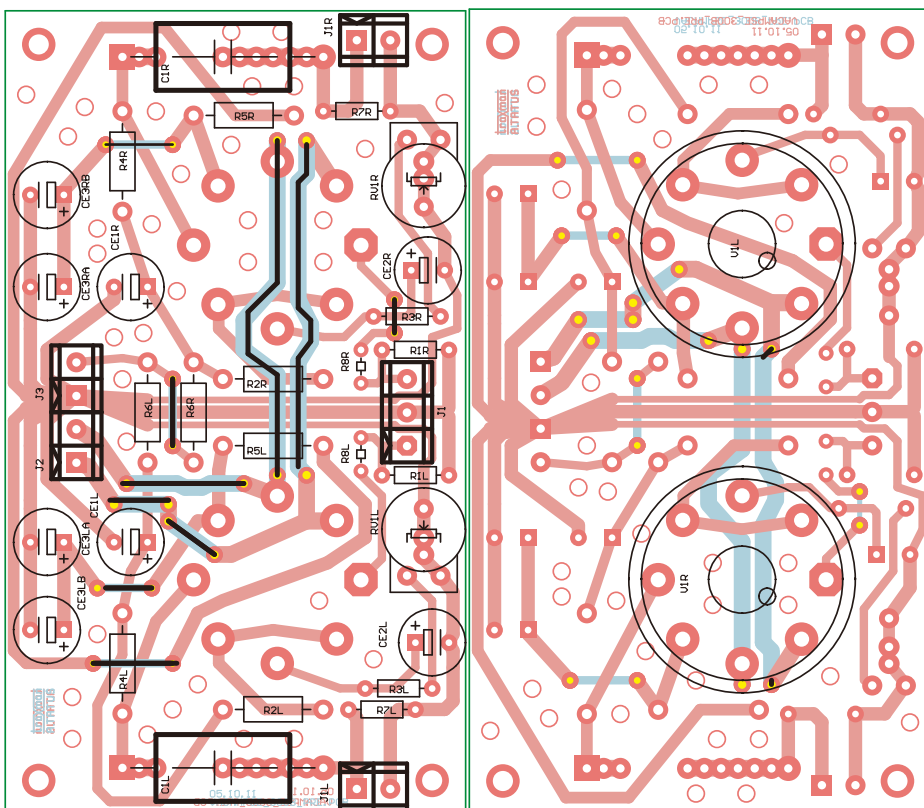
Wzmacniacz składa się z czterech płytek drukowanych, które nie zawierają jednak jego wszystkich elementów. Ze względów mechanicznych i wysokiej temperatury lamp lub niektórych rezystorów, niektóre elemen-



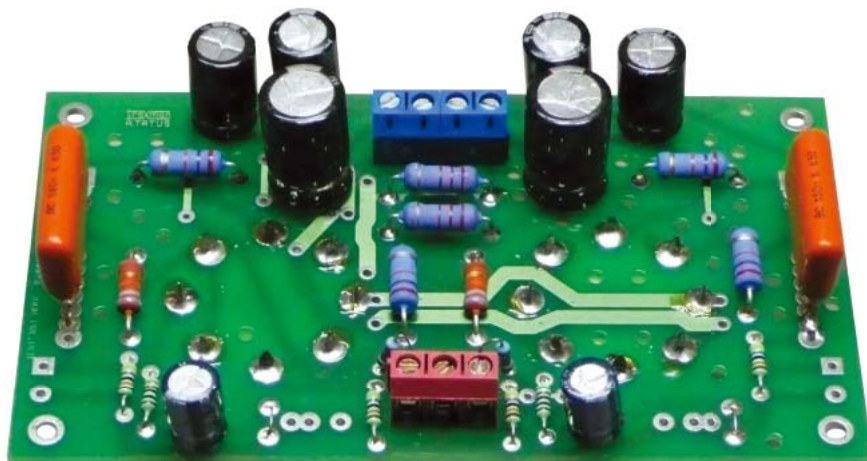
Rysunek 3. Schemat płytki polaryzacji RK



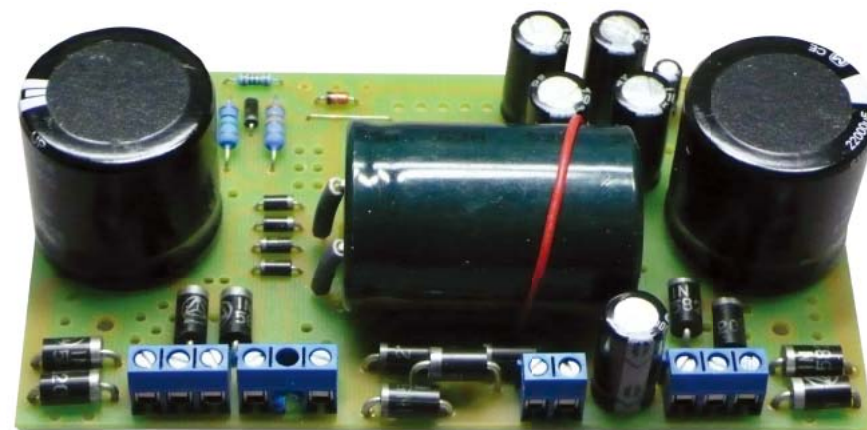
Rysunek 4. Schemat zasilacza



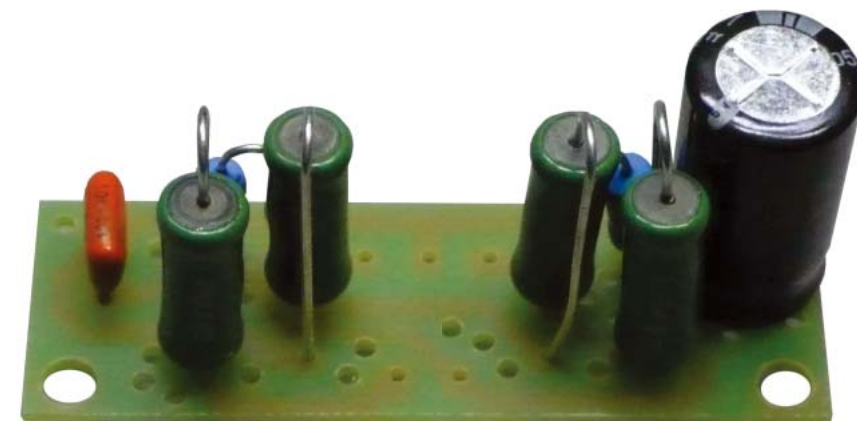
Rysunek 5. Rozmieszczenie elementów na płycie przedwzmacniacza



Fotografia 6. Zmontowana płytka przedwzmacniacza



Fotografia 8. Wstępnie zmontowana płytka zasilacza



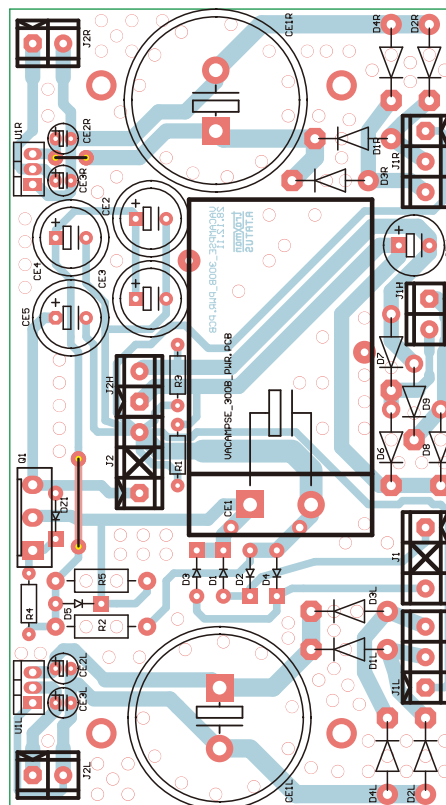
Fotografia 10. Zmontowana płytka RK

tym takie jak: transformatory głośnikowe, transformator zasilający, podstawki lamp, lampy mocy i gniazda połączeniowe montowane są poza płytkami drukowanymi.

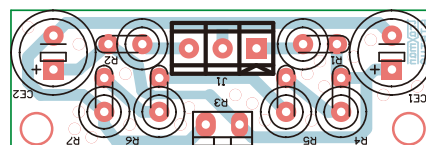
Montaż jest podzielony na dwa etapy. W pierwszej kolejności montujemy płytki drukowane. Kolejność montażu jest typowa. Najpierw montujemy zwory, małe rezystory, gniazda, kondensatory i podstawki, zachowując rygorystycznie poziom, inaczej po włożeniu lamp może okazać się, że lampy są „krzywe”, co nie wygląda estetycznie. Wszystkie rezystory o mocy większej niż 0,5 W koniecznie należy oddalić od powierzchni płytki drukowanej, aby umożliwić odprowadzenie ciepła, w płytce przewidzian

no kilkanaście otworów umożliwiających cyrkulację powietrza wokół lamp i rozgrzewających się elementów.

Rozmieszczenie elementów na płycie przedwzmacniacza pokazano na **rysunek 5**, natomiast zmontowaną płytkę na **fotografii 6**. Przy montażu podstawek typu octal należy zwrócić uwagę na położenie nóżki 1, ponieważ niektóre typy podstawek ceramicznych mają błędnie oznaczone wyprowadzenie 1, niezgodnie ze standardem octal. Aby uniknąć błędów, najlepiej przylutować wstępnie tylko piny odpowiadające za żarzenie tj. 7 i 8, włożyć lampę 6SN7 w podstawkę i sprawdzić za pomocą miernika czy jest na złączu J2 występuje rezystancja grzejnika



Rysunek 7. Rozmieszczenie elementów na płycie zasilacza

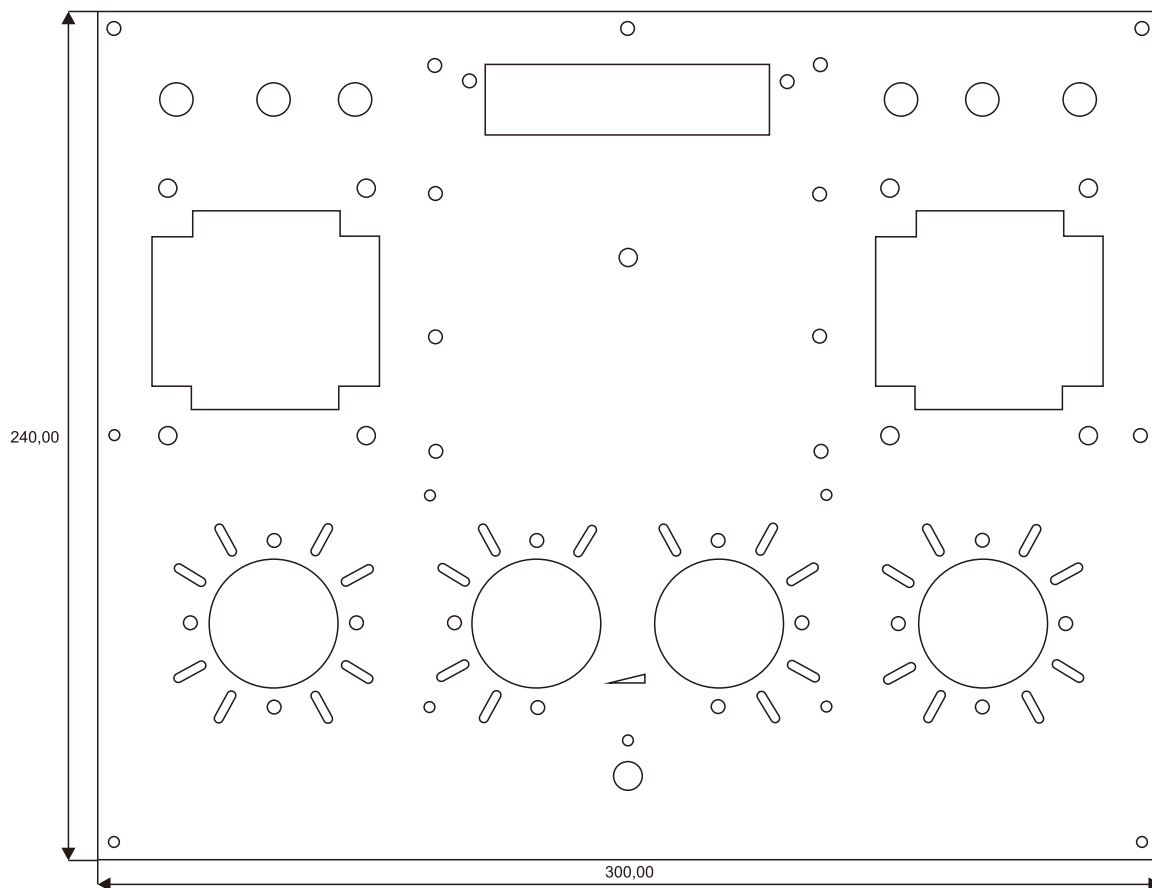


Rysunek 9. Rozmieszczenie elementów płytki RK

(jest „przejście”). Jeżeli tak, to można przylutować pozostałe wyprowadzenia podstawki.

Po kontroli wizualnej montażu, upewnieniu się odnośnie do braku zwarc i prawidłowego rozmieszczenia elementów, można przejść do montażu płytki zasilacza. Tu podobnie montujemy wszystkie elementy niskie, później złącza i diody prostownicze. Do płytki na tym etapie nie montujemy tranzystora Q1 i stabilizatorów U1x. Uważnie jeszcze raz sprawdzamy jakość montażu. W układach lampowych istnieje duże prawdopodobieństwo, że przy zwarcu lub innym błędzie montażowym, ze względu na wysokie napięcia i prądy, szkody będą spore. Rozmieszczenie elementów na płycie zasilacza przedstawia **rysunek 7**, natomiast zmontowaną płytkę pokazano na **fotografii 8**.

Pozostają do zmontowania płytki RK. W zależności od typu rezystora R3 montujemy albo MP930, albo zestaw R4...R7 pamiętając o odpowiednim dystansie do płytki – rezystory w czasie pracy mocno się nagzewają. Stosując rezystor typu MP930 koniecznie należy przykręcić go do radiatora. Ostateczna długość wyprowadzeń R3 zależy od sposobu montażu na radiatorze.



Rysunek 11. Otworowanie blachy montażowej

Rozmieszczenie elementów przedstawia **rysunek 9**, a zmontowaną płytkę RK pokazano na **fotografii 10**.

Drugim etapem montażu jest przygotowanie obudowy i rozmieszczenie w niej wszystkich elementów. Obudowa modelu składa się z dwóch blach górnej płyty tj. montażowej, na której spoczywają wszystkie elementy wzmacniacza oraz dolnej, osłonowej, zakrywającej elektronikę wzmacniacza. Obie blachy wspierają się na ramce wykonanej z płyty MDF/HDF oklejonej naturalnym fornirem. Na **rysunku 11** pokazano propozycję wykonania płyty montażowej. Dodatkowo, jest konieczne wykonanie radiatora/wspornika, który w modelu wykonano z kątownika aluminiowego o wymiarach 50 mm×20 mm×2 mm. Przycumowano do niego płytki RK, tranzystor Q1 i stabilizatory U1x. W kątowniku wykonano przepusty z gumowymi przelotkami dla okablowania wzmacniacza. Tranzystor Q1 i układy U1x muszą być zamontowane do radiatora z użyciem podkładek i tulejek izolacyjnych, które muszą wytrzymywać pełne napięcie anodowe. Polecam zastosowanie podkładek wykonanych z ceramiki o odpowiedniej grubości. Kątownik najlepiej trasować po wstępnym rozmieszczeniu elementów. Jest on mocowany za pomocą śrub pokrywy transformatora sieciowego oraz transformatorów głośnikowych, co dodatkowo usztywnia obudowę.

Płytki drukowane mocowane są do obudowy za pomocą tulejek dystansowych M3. Po wstępnym zamontowaniu płytki zasilacza i zamontowaniu do radiatora na podkładkach izolacyjnych układów U1x i tranzystora Q1, kształtujemy wyprowadzenia, tak aby możliwe było ich przyłutowanie do płytki zasilacza. Po wstępnej przymiarce i demontażu, lutujemy elementy i trwale montujemy zasilacz. Płytki RK mocowane są do radiatora za pomocą tulejek. W modelu zrezygnowałem z montażu złącza J1 lutując doprowadzone przewody bezpośrednio do płytki drukowanej. Okablowanie wewnętrzne wykonano za pomocą linki miedzianej o przekroju 0,5 mm². Przewody zasilania anodowego są dodatkowo odizolowane rurką termokurczliwą. Przewody żarzenia wykonane są ze skręconych linek o przekroju 1 mm². Okablowanie wejść i potencjometru wykonano przewodem ekranowanym.

Przewód ochronny jest dołączony jest do obudowy pod pokrywą transformatora. Do PE należy także dołączyć za pomocą odcinka linki 1,5 mm² spodnią blachę obudowy. Należy sprawdzić skuteczność połączeń omomierzem – w żadnym przypadku rezystancja połączeń nie powinna przekraczać 0,5 Ω. Pomiar należy wykonać pomiędzy bolcem ochronnym gniazda IEC, a każdym dostępnym elementem metalowym (osłona, transformator, śruby, blachy itp.). Ma to szczególne znaczenie przy malowaniu

obudowy lakierem proszkowym, gdyż ma on własności izolacyjne. W takim wypadku należy oczyścić do „golej blachy” okolice połączeń mechanicznych, aby zapewnić bezpośredni kontakt, a po sprawdzeniu zabezpieczyć miejsce przed korozją np. smarem silikonowym.

Blacha osłonowa dolna jest identyczna. Pozostawione są w niej tylko otwory wentylacyjne w okolicy lamp i zasilacza. **W zależności od posiadanych transformatorów, osłon i gniazd może okazać się konieczne wykonanie korekt otworowania.** Po wykonaniu otworów blachę należy zabezpieczyć antykorozyjnie przez malowanie proszkowe. Zmontowany wzmacniacz, przygotowany do uruchomienia, pokazano na **fotografii 12**.

REKLAMA

Wykaz elementów

Płytki VacAmpSE_300B_PRE

Rezystory:

R1L, R1R, R7L, R7R: 470 kΩ
 R2L, R2R: 68 kΩ/1 W
 R3L, R3R: 390 Ω
 R4L, R4R, R5L, R5R: 27 kΩ/2 W
 R6L, R6R: 2,2 kΩ/1 W
 R8L, R8R: 1 kΩ
 RV1L, RV1R: 100 Ω (potencjometr montażowy leżący)

Kondensatory:

C1L, C1R: 180 nF/630 V (MKSE, MKP lub podobne)
 CE1L, CE1R: 10 μF/450 V
 CE2L, CE2R: 100 μF/25 V
 CE3LA, CE3LB, CE3RA, CE3RB: 22 μF/250 V
Inne:
 J1: złącze ARK3/200
 J2, J3, J1L, J1R: złącze ARK2/200
 V1L, V1R: lampa 6SN7 z podstawką do druku

Płytki VacAmpSE_300B_PSU

Rezystory:

R1, R3: 100 Ω
 R2: 1 MΩ/3 W
 R4: 10 kΩ
 R5: 27 kΩ/2 W

Kondensatory:

CE1: 220 μF/500 V (elektrolit. SNAPIN 30 mm/105°C)
 CE2...CE4: 10 μF/500 V (elektrolit. 105°C)
 CE5: 10 μF/450 V (elektrolit. 105°C)
 CE6: 1 mF/10 V (elektrolit. 105°C)
 CE1L, CE1R: 10 mF/16 V (elektrolit. SNAPIN 30 mm/105°C)
 CE2L, CE2R, CE3L, CE3R: 10 μF/16 V (tantalowy)

Półprzewodniki:

D1...D5: UF4007
 D6...D9, D1R...D4R, D1L...D4L: 1N5820
 DZ1: dioda Zenera 15 V/1,3W
 Q1: STW18NK80Z (TO-247)
 U1L, U1R: LT1084CT-5 (TO-220)

Inne:

J1, J2: złącze ARK3/200
 J1H, J2H, J2L, J2R: złącze ARK2/200
 J1L, J1R: złącze ARK3/200

Płytki VacAmpSE_300B_RK

Rezystory:

R1, R2: 22 Ω/1 W
 R3: 880 Ω/20 W (TO-220; rezystor MP930 Caddock lub zestaw R4/7; opis w tekście)
 R4...R7: 220 Ω/7 W (szklony GX7W)

Kondensatory:

CE1, CE2: 47 μF/160 V (elektrolit. 105°C)

Inne:

J1: złącze ARK3/200

Pozostałe elementy

Rezystory:

RGL, RGR: 1 kΩ/0,6 W (rezystor metalizowany)
 RV1L, RV1R: 2×50 kΩ (logarytmiczny, stereofoniczny)
 Rx: 150 Ω/1 W

Kondensatory:

Cx: 0,1 μF

Inne:

IEC: gniazdo IEC zespolone z wyłącznikiem i oprawą bezpiecznika
 V2L, V2R: lampy 300B z podstawkami UX4
 CONL, CONR: gniazda RCA
 Gniazda głośnikowe (2 szt.)
 TGL, TGR: transformator głośnikowy (Ra=2,5/3 kΩ, Roc zależnie od wymagań, min Pvy 10 W, Ia=60 mA)
 TS: transformator sieciowy toroidalny 120 VA: 2×7 V/2 A; 6 V/2 A; 330 V/0,2 A (wersja audio)

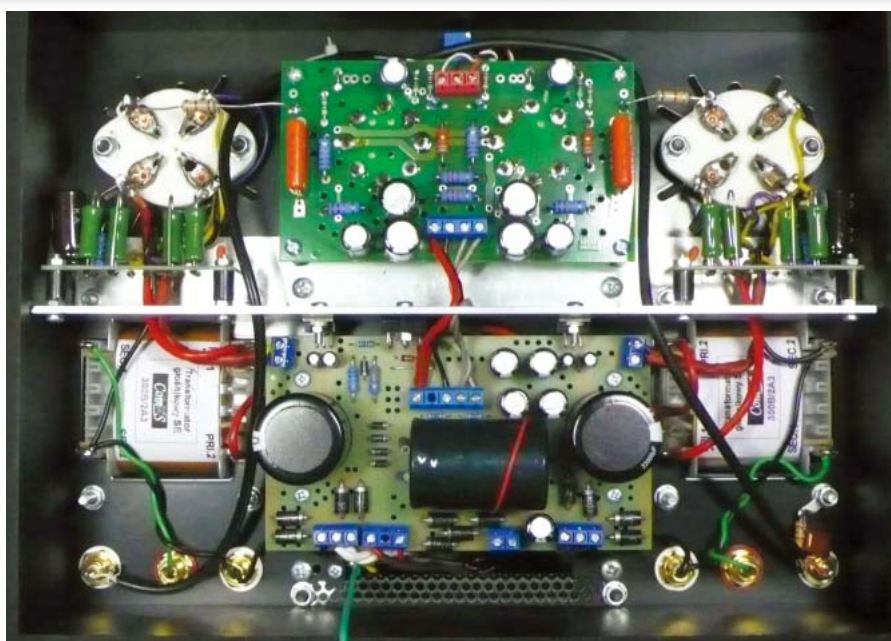
Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

Uruchomienie wzmacniacza

Uwaga! We wzmacniaczu występują wysokie niebezpieczne dla życia napięcia (500 VDC) oraz wysoka temperatura, uruchamianie należy przeprowadzić z zachowaniem szczególnej ostrożności, wszelkie manipulacje, zmiany wartości elementów wykonujemy po wyłączeniu wzmacniacza i odczekaniu do rozładowania kondensatorów elektrolitycznych. Wzmacniacz musi być podłączony do sprawnej instalacji zasilającej poprzez gniazdo sieciowe 230 V z bolcem ochronnym.

Poprawnie zmontowany wzmacniacz w zasadzie nie wymaga regulacji. Przed pierwszym włączeniem, potencjometry regulacji głośności ustawiamy w położeniu środkowym i nie wkładamy lamp w podstawki. Jeżeli dysponujemy autotransformatorem, warto wykorzystać go podczas uruchamiania stopniowo zwiększając napięcie zasilania do wartości znamionowej. We wzmacniaczu powinny wystąpić napięcia żarzenia 5 V DC mierzone bezpośrednio pomiędzy wyprowadzeniami 1 i 4 podstawek lamp mocy, około 6...7 V DC na złączu żarzenia lamp przedwzmacniacza oraz 360...380 V DC napięcia anodowego mierzone względem masy na wyprowadzeniach transformatorów głośnikowych. Jeżeli nic nie budzi naszych wątpliwości, możemy wzmacniacz wyłączyć i odczekać do zaniku napięć zasilających.

Przed montażem lamp w podstawkach warto sprawdzić ich sprawność i dobrać je w pary, aby nie powstały rozbieżności pomiędzy kanałami stereofonicznymi. Różni-



Fotografia 12. Zmontowany wzmacniacz, przygotowany do uruchomienia

ce emisji i nachyleń nie powinny przekraczać 5%. Podłączamy sztuczne obciążenie 8 Ω/10 W do wyjść wzmacniacza, ustawiamy potencjometr głośności na minimum. Ponownie łączymy wzmacniacz już z zainstalowanymi lampami i sprawdzamy występujące napięcia. Prąd anodowy lamp mocy powinien zawierać się w zakresie 55...65 mA, w zależności od stanu lamp i zastosowanych elementów. Po około 30-minutowym rozgrzaniu wzmacniacza ponownie sprawdzamy napięcia. Jeżeli wszystko jest w porządku, możemy wzmacniacz uznać za urucho-

miony. Jeżeli mamy analizator zniekształceń lub kartę muzyczną PC z oprogramowaniem, możemy potencjometrami w RV1L i RV1R ustawić najniższy poziom zniekształceń nieliniowych. Można także spróbować ocenić poziom oscyloskopem, chociaż jest to metoda szacunkowa.

Teraz pozostaje tylko dołączyć wzmacniacz do zestawu audio i cieszyć się muzyką.

**Adam Tatuś, EP
 Tomasz Gumny, EP**

<http://sklep.avt.pl>