

Lampowy wzmacniacz gitarowy, część 1

PROJEKT
Z OKŁADKI



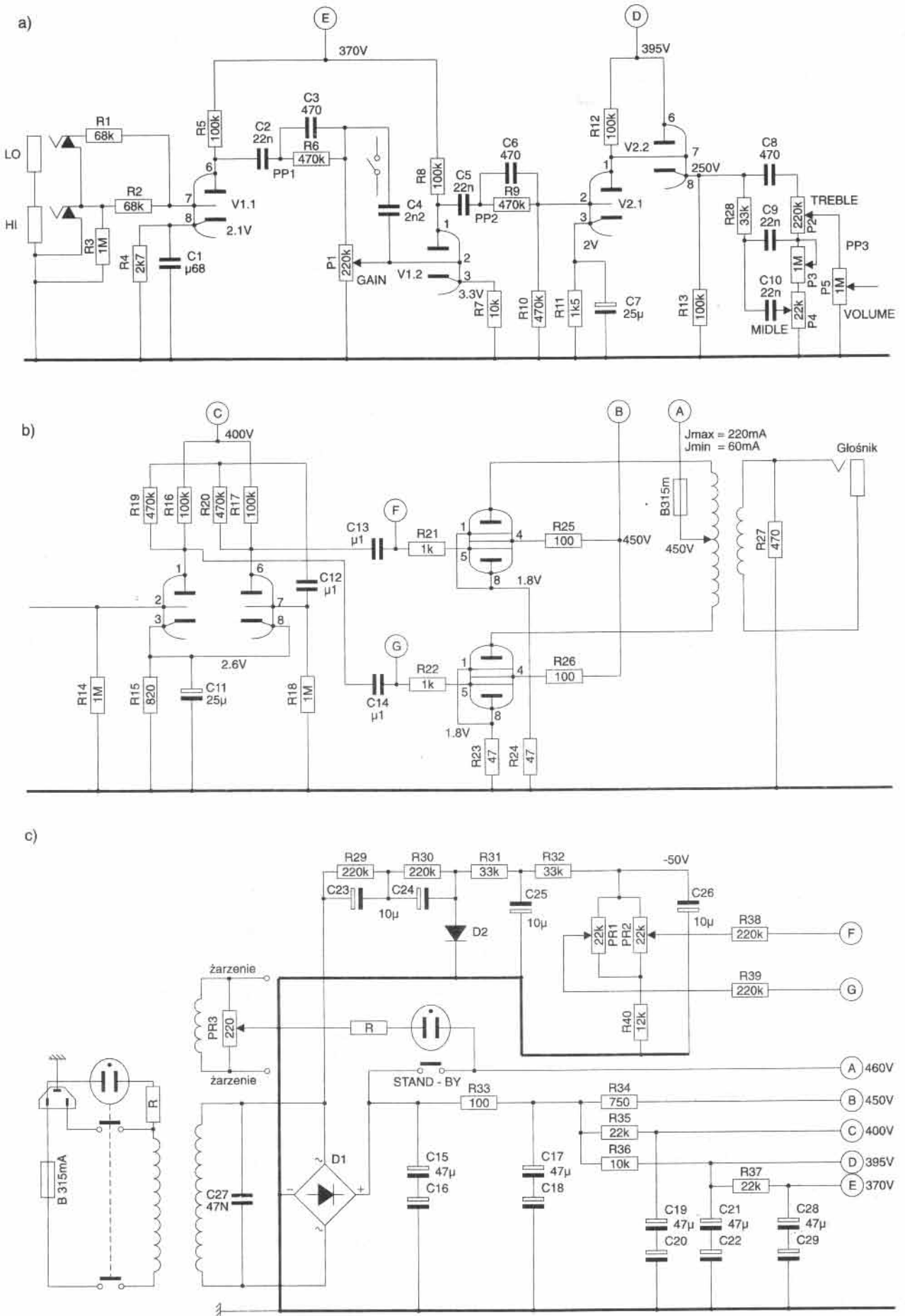
Czterdzieści watów na lampach? Dwa nietypowe transformatory, mnóstwo wysokonapięciowych kondensatorów elektrolitycznych, specjalne chassis? Po co? Przecież wykonanie tej mocy wzmacniacza na elementach półprzewodnikowych jest wręcz igraszką. Po co tyle zachodu? Owszem, wykonanie wzmacniacza lampowego w dzisiejszych czasach jest co najmniej nierozsądne. Spróbujcie jednak przedstawić ten punkt widzenia któremuś z gitarzystów. Na pierwszą wzmiankę o wzmacniaczu tranzystorowym głośno zaczniesz się śmiać, a po napomknięciu o rozwiązaniu z układami scalonymi mocy - zemdleje. Tak, proszę Państwa - lampa w dziedzinie wzmacniaczy gitarowych króluje nam już od siedemdziesięciu lat. Jeżeli w elektronice coś pozostaje niezmiennie tak długo, jest to widoczny znak, że jest po prostu niezastąpione.

Dobre rady na początek

Jeżeli jesteś muzykującym elektronikiem lub masz znajomego gitarzystę, któremu świecą się oczy na myśl o własnym wzmacniaczu lampowym, nie pozostaje Ci nic innego jak zabrać się do roboty. Ponieważ opisy wykonania tego rodzaju urządzeń nie są w naszej literaturze czymś powszechnym, czuję się w obowiązku udzielić chętnym do wykonania wzmacniacza kilku rad. We wzmacniaczu panuje napięcie stałe rzędu 500V. Wszyscy dobrze wiedzą czym kończy się bezpośredni kontakt z takim napięciem. Dlatego na etapie uruchamiania wzmacniacza należy myśleć nad każdym ruchem. Jakakolwiek zmiana w układzie lub podłączenie urządzenia pomiarowego, wymaga wyłączenia wtyczki wzmacniacza z sieci i rozładowania kondensatorów elektrolitycznych zasilacza. Do rozładowania elektrolitów będziemy używać prostego przyrządu złożonego z rezystora 10kΩ/10W oraz dwóch przewodów przylutowanych do jego końcówek i zakończonych izolowanymi krokodylkami. Aby rozładować elektrolity podłączamy jeden krokodylek do masy elektrycznej wzmacniacza,

a drugim dotykamy na kilku sekund do poszczególnych wyjść zasilacza w kolejności E, D, C, B, A, B, C, D, E. Po wykonaniu tych czynności możemy mieć pewność, że po odłączeniu zasilania nie ma w układzie napięcia. Nie zaszkodzi jednak potwierdzenie tej pewności woltomierzem. Nie wolno dotykać gorących lamp gołą ręką. Ich temperatura podczas pracy znacznie przewyższa wytrzymałość naszej skóry na ciepło. Lampy przedwzmacniacza nie są tak gorące, jednak również przy nich należy zachować ostrożność. Jeżeli już trzeba wyjąć gorącą lampę, wyłącz zasilanie, rozładuj elektrolity i odczekaj minutę. Przez niepalną szmatę ujmij bańkę lampy i delikatnymi kołowymi ruchami wyciągaj do góry.

Do wszelkich prac lutowniczych należy używać lutownic stałogrzecznych, 40-watowych do drobnych połączeń i 60-watowych do lutów wymagających większej mocy grzewczej (podłączenie kołków lutowniczych, wyprowadzeń transformatorów, gniazd). Wszelkich pomiarów w układzie należy dokonywać jedną ręką. Jeden przewód pomiarowy dołączamy krokodylkiem



Rys. 1. Schemat ideowy wzmacniacza gitarowego; a) przedwzmacniacz, b) stopień mocy, c) zasilacz.

do masy elektrycznej, zaś drugim, trzymanym jedną ręką dotykamy do punktu pomiarowego. Należy zwrócić uwagę na izolację końcówki pomiarowej. Napięcie przebicia powinno mieć wartość co najmniej 1,5 kV.

Wzmacniacz wymaga zasilania trójprzewodowego tzn. zero robocze, faza i przewód bezpieczeństwa (kołek w gniazdku). Nie wolno podłączać wzmacniacza do gniazda sieciowego bez kołka bezpieczeństwa. W najlepszym razie skończy się to znacznym przydźwiękiem sieciowym w głośniku. Warto zwrócić uwagę na podłoże na jakim wykonujemy pracę przy uruchamianiu wzmacniacza. Najlepszym rozwiązaniem jest gumowa wykładzina. Buty z gumowymi podszewkami też nikomu jeszcze nie zaszkodziły podczas kontaktu z wysokim napięciem.

Dlaczego tak się rozpisuję na temat z pozoru nie mający związku ze wzmacniaczem? Otóż brak publikacji na temat wzmacniaczy lampowych zmusił mnie do samodzielnego zbierania doświadczeń przez kilka lat, co zaowocowało paroma oparzeniami i porażeniami, czego chciałbym Czytelnikom oszczędzić. Jeżeli ktoś wziął do serca powyższe rady, czas najwyższy zapoznać się ze schematem i krótkim opisem wzmacniacza.

Opis konstrukcji

Wzmacniacz jest wzorowany na konstrukcjach z lat 60-tych, powstałych i produkowanych w firmach VOX i Marshall. Układ przedwzmacniacza zbudowany jest na dwóch lampach ECC 83 zawierających w sobie po dwie triody. Struktura konstrukcji nosi nazwę „master volume”. Dwa potencjometry siły głosu umożliwiają wykorzystanie dwóch rodzajów przesterowania dźwięku. Mocno „odkręcony” pierwszy a mniej drugi potencjometr daje efekt ostrego, silnego przesterowania, bardzo korzystny przy grze solowej. Sytuacja odwrotna daje w efekcie zniekształcenie typu „rhythm” przydatne w akompaniamencie. Pierwszy rodzaj zniekształcenia uzyskuje się w efekcie przesterowania lamp obwodów wejściowych. Znajdująca się za tymi obwodami korekcja barwy dźwięku działa w tym wypadku bardzo skutecznie i umożliwia uzyskanie w precyzyjny sposób pożądanego

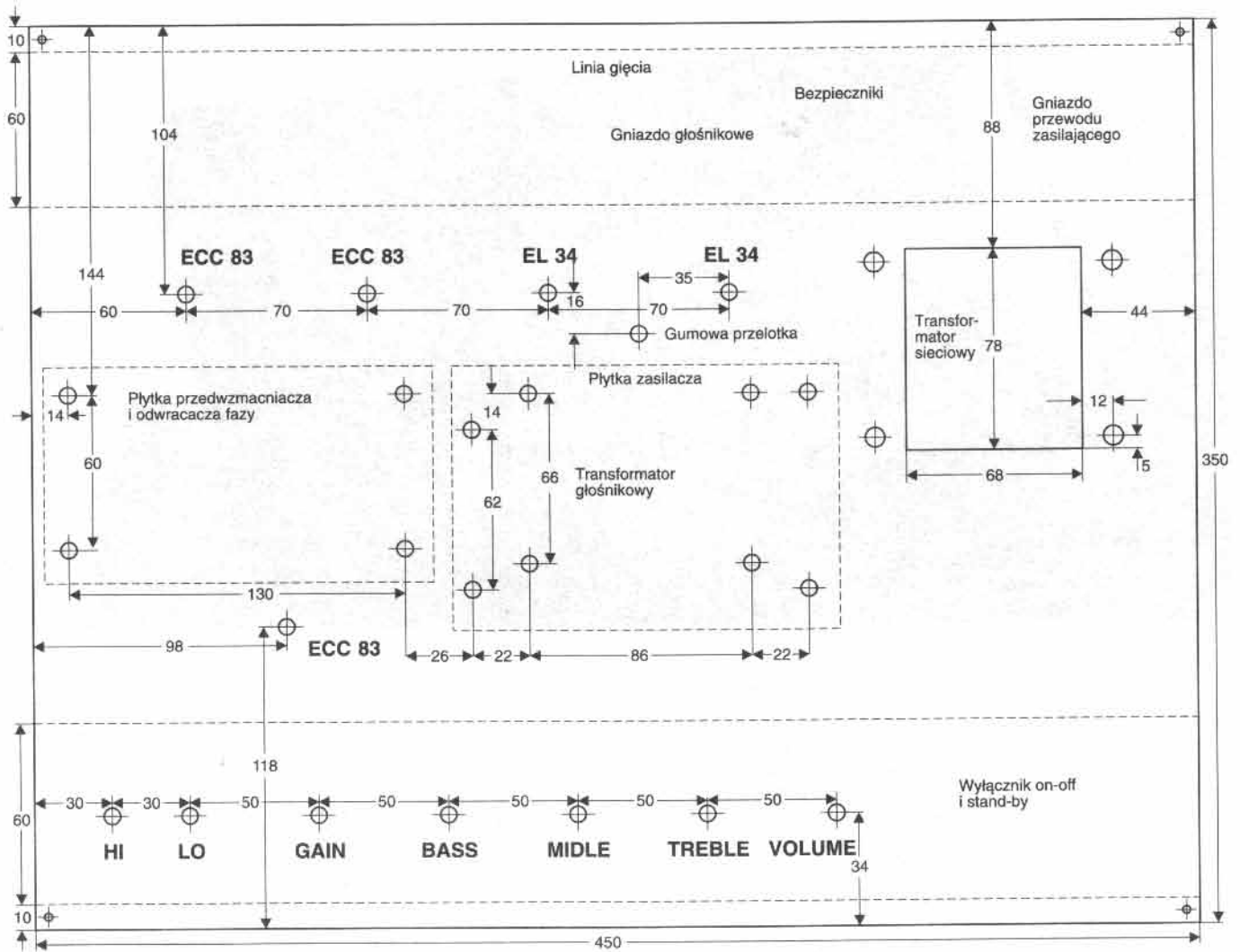
kolorytu brzmienia. Taka konfiguracja ma jeszcze tę zaletę, iż można grać ostro zniekształcone dźwięki przy małej sile głosu wzmacniacza. Ustawienie typu „rhythm” polega na tym, że pierwszy potencjometr siły głosu jest odkręcony tylko w niewielkim stopniu (aby nie przesterować obwodów wejściowych), zaś drugi potencjometr nadaje żadaną głośność. Przy dużym stopniu wzmocnienia uzyskuje się przesterowanie w lampach wyjściowych połączone z charakterystyczną kompresją - czyli esencją brzmienia gitary elektrycznej. Gniazda wejściowe połączone są w taki sposób, że podłączenie wtyczki do wejścia HI (wysoka czułość) umożliwi łatwiejsze przesterowanie lamp przedwzmacniacza (brzmienie „solo”), a do gniazda LO (niska czułość) utrudnia przesterowanie wejścia i predysponuje wzmacniacz do pracy z brzmieniem „rhythm”. Zastosowany we wzmacniaczu układ barwy dźwięku jest charakterystyczny dla firmy Marshall. Regulacja poszczególnych pasm (niskie, środkowe i wysokie) nie jest niezależna, np. maksymalne ustawienie pasma wysokiego redukuje środkowe tony i na odwrót. Z punktu widzenia brzmienia gitary taka regulacja jest jak najbardziej pożądana, a jej struktura zachęca do eksperymentów brzmieniowych. Obwód regulacji barwy dźwięku poprzedzony jest wtórniakiem katodowym, mającym za zadanie ograniczenie wpływu ustawienia potencjometrów na charakterystykę przenoszenia trzeciego stopnia wzmocnienia. Odwracacz fazy zbudowany na lampie V3 ma konstrukcję zbliżoną do układów firmy VOX. Ma on za zadanie dostarczanie do siatek lamp końcowych V4 i V5 napięć zmiennych przesuniętych względem siebie o 180°. Równoległe połączenie R15 i C11 zapewnia tzw. automatyczną polaryzację siatek w lampie V3. Dzięki temu obwodowi siatki te mają ujemną polaryzację względem katod, co jest niezbędnym warunkiem poprawnej pracy lampy. W przypadku lamp końcowych zrezygnowano z tego obwodu na rzecz zasilania siatek ujemnym napięciem z zasilacza. Ma to na celu zwiększenie stabilności stopnia końcowego przy dużych mocach wyjściowych, a poprzez zastosowanie potencjometrów PR1 i PR2 zapewnia

precyzyjne ustawienie symetrii sygnału wyjściowego. Transformator wyjściowy uzwojeniem pierwotnym obciąża anody lamp końcowych i dopasowuje impedancję głośnika do impedancji wyjściowej wzmacniacza. Impedancja jaką „widzą” lampy V4 i V5 w układzie przeciwsobnym wynosi 3,5 kΩ. Rezystor R27 zastosowano w celu zabezpieczeniem wzmacniacza przed uszkodzeniem w razie przypadkowego odłączenia głośnika. W przypadku pracy wzmacniacza bez obciążenia na uzwojeniu wtórnym transformatora głośnikowego, uzwojenie pierwotne zachowuje się jak cewka o dużej indukcyjności powodując powstanie napięć rzędu kilowoltów, mogących uszkodzić lampy i sam transformator. Stopień mocy nie posiada zewnętrznego ujemnego sprzężenia zwrotnego ani odciepów linearyzujących w transformatorze wyjściowym. Nie ma to jednak dużego wpływu na jakość dźwięku (wzmacniacz gitarowy z założenia nie musi spełniać wymogów hi-fi), zwiększa za to moc wyjściową. Transformator zasilający dostarcza napięcie przemiennych o wartości 330V i 6,3V. Pierwsze jest wykorzystywane do zasilania anod lamp i siatek ekranujących lamp wyjściowych, drugie natomiast dostarcza napięcia żarzenia. Potencjometr montażowy włączony między uzwojenie żarzenia a masę układu ma na celu ustawienie jak najmniejszej emisji włókno-katoda powodującej przydźwięk. Napięcie ujemne do zasilania siatek lamp końcowych pobierane jest z mostka prostowniczego, a następnie redukowane i wygładzane filtrami RC.

Zaczynamy!

Prosty z pozoru schemat elektryczny wzmacniacza kryje w sobie szereg niespodzianek, z którymi początkujący elektronik może nie dać sobie rady. Dlatego też wykonanie wzmacniacza lampowego polecałbym raczej bardziej zaawansowanym elektronikom. Niezbędna jest tu umiejętność obróbki metali i podstawy wiedzy z zakresu nawijania transformatorów.

Na początek należy zgromadzić elementy rzutujące na wykonanie otworów w chassis, a więc transformatory, podstawki lamp, wszelkie gniazda, wy-



Rys. 2. Szablon do wykonania chassis. Wszystkie otwory wywiercić stosownie do wymiarów posiadanych elementów.

łączniki potencjometry. Materiałem bazowym do wykonania transformatorów sieciowego i głośnikowego będą dla nas oryginalne transformatory Zatry o symbolu TS 120/4. Wybrałem je ze względu na odpowiedni do naszych celów przekrój rdzenia, powierzchnię okna oraz łatwość demontażu i montażu blach. Podstawki do lamp bywają jeszcze osiągalne w sklepach z artykułami elektronicznymi i na giełdach. Przy zakupie należy zwrócić uwagę na to, aby były one przeznaczone do montażu na chassis. Podstawki takie wyposażone są w metalowe obejmy z otworami do zamocowania. Do naszych celów konieczne będą trzy 9-nóżkowe podstawki miniaturowe i dwie typu oktal (8-nóżkowe do lamp mocy). Gniazda typu jack (6,3 mm) powinny mieć izolowaną od obudowy końcówkę masy. Jest to koniecz-

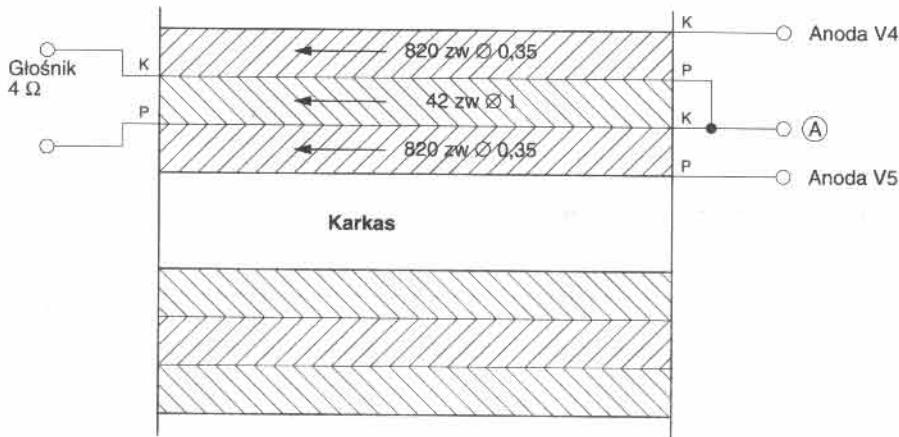
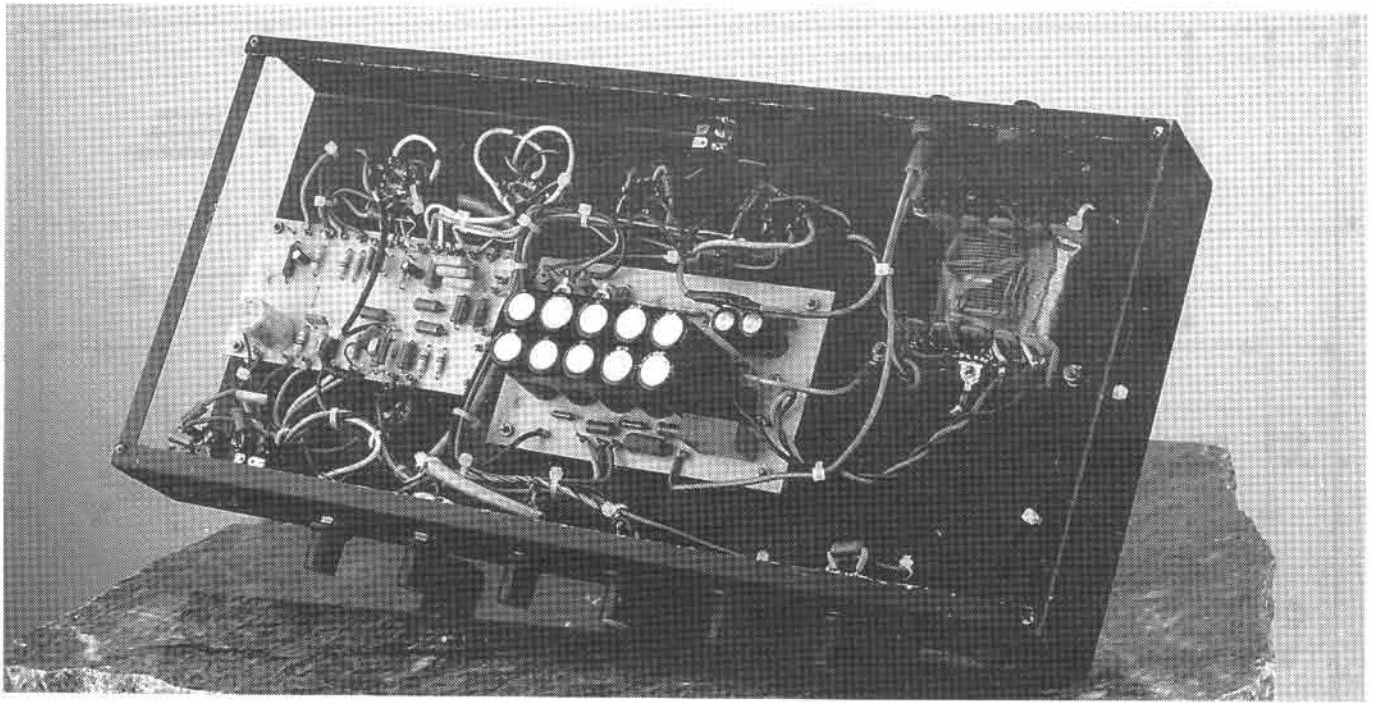
ne, ze względu na fakt, iż masa elektryczna powinna mieć tylko w jednym miejscu kontakt z obudową. Pozostały nam jeszcze potencjometry, gniazda bezpiecznikowe, gniazdo przyłączeniowe sznura sieciowego (trzybolcowe) i wyłączniki sieciowe (wskazane są podświetlane).

Po zgromadzeniu wszystkich tych elementów przystępujemy do wykonania chassis według rys. 2. Do tego celu użyjemy blachy aluminiowej o grubości 1 mm. Średnicę wszelkich otworów dostosowujemy do posiadanych, wcześniej zgromadzonych elementów. Po wykonaniu wszystkich otworów zaginamy blachę, mocujemy nitami zrywalnymi kątowniki wzmacniające i przymierzamy wszelkie elementy montowane na chassis, korygując ewentualne niedokładności pilnikiem. Tak przygotowane chassis malujemy dostępnym

w sprzedaży lakierem w spray'u. W czasie schnięcia lakieru możemy zająć się montażem płytek drukowanych, pamiętając o tym, aby każdy rezystor przylutować w odległości 5 mm nad płytką, co zabezpieczy ją przed przepaleniem. Kołki lutownicze wykonujemy z drutu miedzianego o średnicy 2 mm wciśniętego w otwór w płytce o minimalnie mniejszej średnicy i zagiętego na druk. Kołki dobrze jest wstępnie pocynować.

Wykonanie transformatorów

Łatwiej będzie wykonać transformator sieciowy. Od niego więc zaczniemy, aby nabrać wprawy przed nawinięciem transformatora głośnikowego. Po wyciągnięciu wszystkich blach rdzenia (należy to uczynić delikatnie, by żadnej nie uszkodzić), zdejmujemy wszystkie uzwojenia za wyjątkiem pierwotne-



Rys. 3. Sposób nawinięcia transformatora głośnikowego. W przypadku zastosowania głośnika 8Ω - nawinąć 84 zw. DNE ϕ 1 w miejsce 42.

go. Karkas z uzwojeniem pierwotnym mocujemy w nawijarce i zaczynamy nawijać drutem DNE o średnicy 0,32 mm. Wykonujemy 1000 zwojów pamiętając o cieniłej przekładce co 200 zwojów. Po wykonaniu uzwojenia, izolujemy je przekładką preszpanową i nawijamy ściśle zwój przy zwoju uzwojenie żarzenia wykonując 20 zwojów drutem 1,5 mm. Dobrze jest zaimpregnować zwoje uzwojenia żarzenia, ponieważ lubią się po czasie luzować, co objawia się nieprzyjemnym brzęczeniem transformatora. Owijamy uzwojenia zewnętrzną przekładką ochronną i składamy ściśle transformator opukując blachy drewnianym młotkiem. Po skręceniu blach przyłączamy napięcie sieciowe do uzwojenia pierwotnego i kontrolujemy napięcia wtór-

ne, które powinny wynosić około 330V i 6,3V. Warto też sprawdzić, czy nie ma napięć pomiędzy poszczególnymi uzwojeniami. Jeżeli wszystko jest w porządku, zabieramy się za transformator głośnikowy. Od razu trzeba zaznaczyć, że wykonanie tego transformatora ma decydujący wpływ na jakość uzyskanego dźwięku.

Jeżeli nie czujecie się na siłach, warto zlecić wykonanie transformatora wyspecjalizowanemu zakładowi, który na pewno zrobi to lepiej od nas. Jeżeli zdecydowaliśmy się nawijać samemu postępujemy podobnie jak w przypadku pierwszego transformatora zdejmując tym razem wszystkie uzwojenia. Niesłychanie ważną rzeczą jest równomierne układanie zwojów. Nawijania dokonujemy zgodnie z rys.

3, pamiętając o przekładce z cieniłego papieru olejowego po każdej warstwie uzwojenia (ułatwi ona równe układanie zwojów następnej warstwy). Pomiedzy uzwojeniem pierwotnym a wtórnym umieszczamy przekładki preszpanowe. Po nawinięciu wszystkich zwojów składamy ściśle transformator, a następnie sprawdzamy omomierzem, czy nie ma przejścia między uzwojeniem pierwotnym a wtórnym.

Tomasz Wróblewski

Uwaga. Ze względu na wyjątkowy charakter tego projektu AVT nie oferuje zestawów części.