

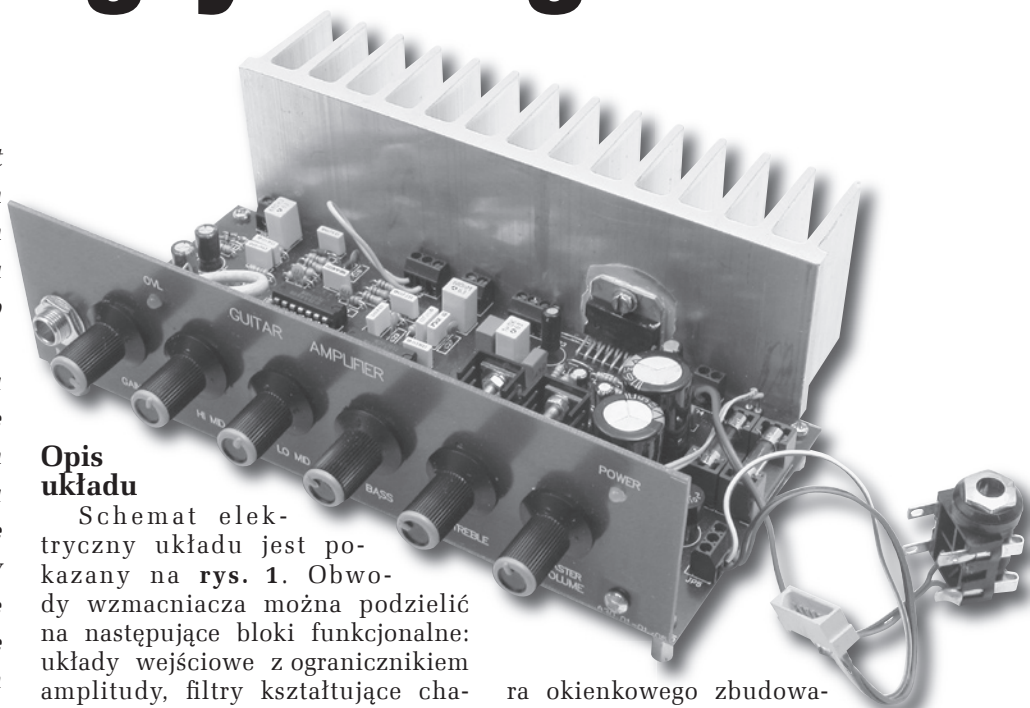
Prosty wzmacniacz do ćwiczeń gry na gitarze

AVT-435

Zaprojektowany układ jest wzmacniaczem gitarowym przeznaczonym do domowych ćwiczeń i wprawek. Co prawda jego moc nie wystarcza do zastosowań koncertowych, jednak parametry układu pozwalają na wykorzystywanie go w czasie domowych prób gitarowych. Do układu można dołączać dodatkowe urządzenia dźwiękowych efektów specjalnych. Jest także wyjście pozwalające na podłączenie magnetofonu i nagrywanie taśm demo.

Rekomendacje:

Wzmacniacz polecamy wszystkim tym gitarzystom, którzy nie występują (jeszcze) na dużych salach koncertowych lub estradowych naszpikowanych profesjonalną elektroniką.



Opis układu

Schemat elektryczny układu jest pokazany na rys. 1. Obwody wzmacniacza można podzielić na następujące bloki funkcjonalne: układy wejściowe z ogranicznikiem amplitudy, filtry kształtujące charakterystykę częstotliwości wzmacniacza, końcowy wzmacniacz mocy i zasilacz. Każdy z bloków zostanie teraz krótko omówiony.

1. Wzmacniacz wejściowy i ogranicznik

Sygnal z przetwornika gitary podawany jest na wejście JP7 wzmacniacza. Elementy R1, D1 i D2 pełnią rolę zabezpieczenia przed zbyt wysokim sygnałem, mogącym zniszczyć układ wejściowy. Może tak się zdarzyć na skutek pomyłkowego podania na wejście wzmacniacza sygnału o zbyt dużej amplitudzie, np. z wyjścia innego wzmacniacza. Diody D1 i D2 obcinają symetrycznie niebezpieczny przebieg do poziomu napięć stabilizacji (Zenera). Wzmocnienie stopnia wejściowego regulowane jest potencjometrem P1, który wraz z opornikiem R5 pracuje w gałęzi ujemnego sprzężenia zwrotnego. Im większa sumaryczna oporność tych elementów, tym większe jest wzmocnienie stopnia. Od pewnego momentu wzmocnienie może być tak duże, że dojdzie do przesterowania, czyli obcinania wierzchołków sygnału na symetrycznym ograniczniku diodowym D3, D4. Taki stan sygnalizuje świecenie diody LED dołączonej do wyjścia CON2. Dioda znajduje się na wyjściu komparato-

ra okienkowego zbudowanego ze wzmacniaczy U2C i U2D. Dolny próg zadziałania komparatora wyzwalający świecenie diody wyznaczają oporniki R47...R49. We wzmacniaczu jest on ustawiony na ok. 50 mV wartości skutecznej sygnału z przetwornika gitary. Tę wartość można zmienić dobierając opornik R47. Korzystanie z efektu przesterowania urozmaica i dynamizuje dźwięk gitary. Kondensatory C30 i C31 wydłużają czas świecenia diody tak, aby sygnalizowane były nawet krótkie momenty przesterowania. Na wyjściu JP6 dostępny jest do wykorzystania w urządzeniach zewnętrznych wzmocniony sygnał z przetwornika gitary nie poddany jeszcze żadnym korekcjom.

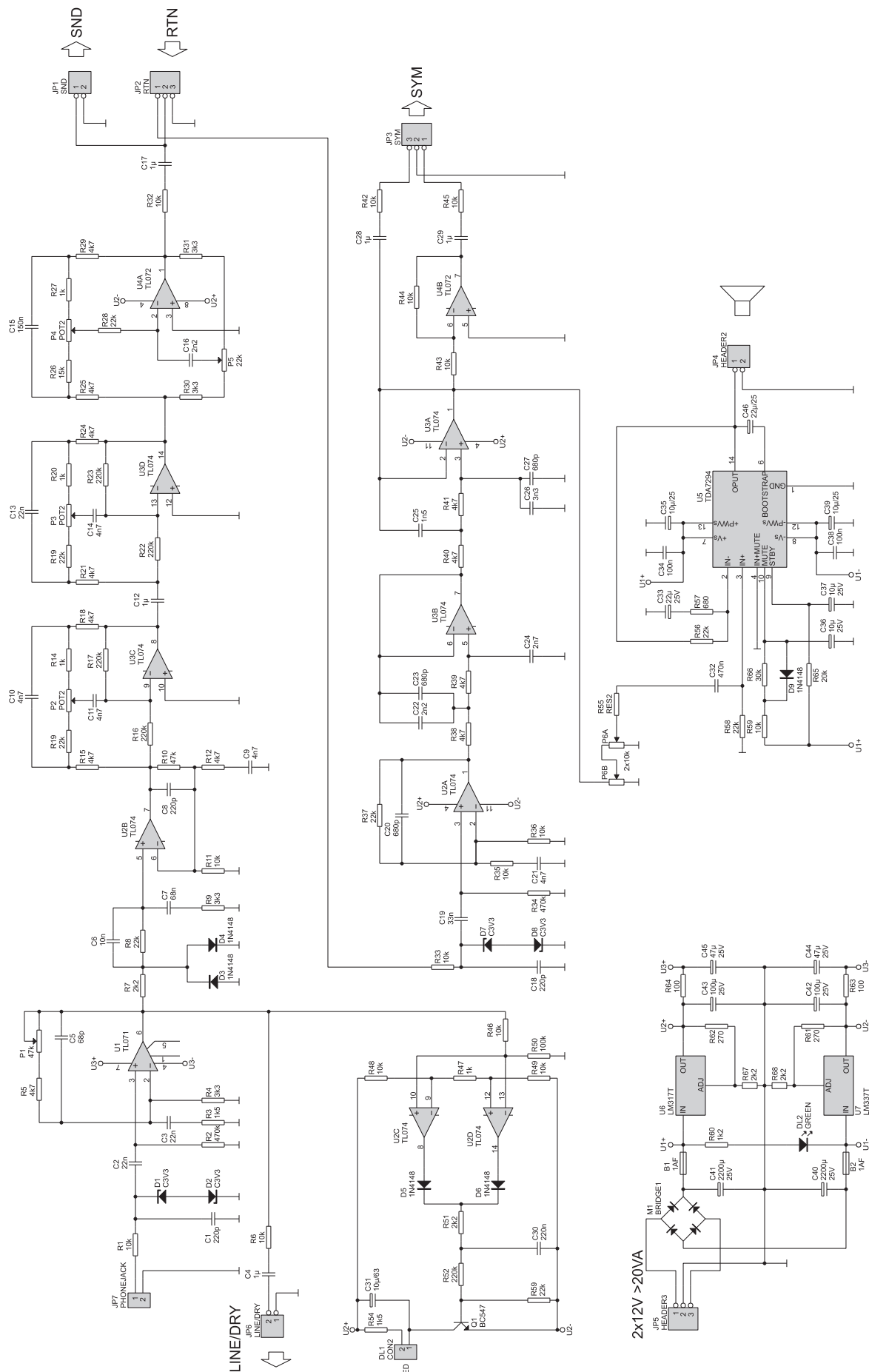
2. Stopnie korekcji charakterystyki częstotliwościowej i regulacji barwy dźwięku

Pożądaną brzmienie gitary osiągnięte jest poprzez wstępne skorygowanie charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza oraz ustawienie przez grającego odpowiadającej mu barwy dźwięku.

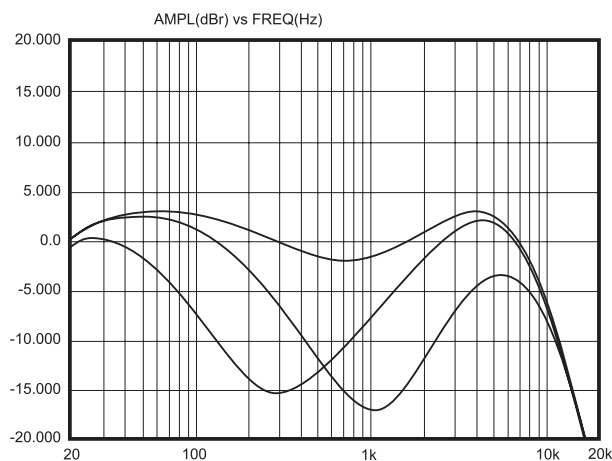
Wstępne, selektywne wzmocnienie częstotliwości wysokich realizowane jest za pomocą kilku filtrów RC. Zapewniają one podbicie wysokich tonów przy środkowych położeniach potencjometrów regulacji

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytką o wymiarach 188 x 76 mm
- Zasilanie 2 x 12 V
- Moc wyjściowa ok. 40 W
- Czteropunktowa niezależna regulacja barwy dźwięku
- Regulowany ogranicznik sygnału wejściowego z diodową sygnalizacją przesterowania
- Oddzielna regulacja wzmocnienia i poziomu „master”
- Dwa gniazda do podłączania urządzeń wytwarzających efekty specjalne



Rys. 1. Schemat elektryczny prostego wzmacniacza do ćwiczeń gry na gitarze

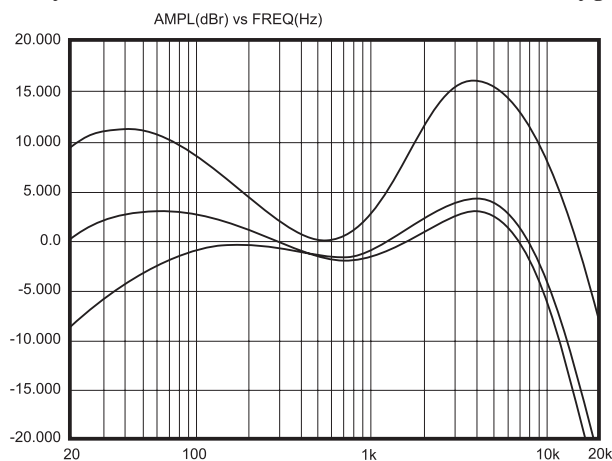


Rys. 2. Charakterystyki częstotliwościowe wzmacniacza dla różnych ustawień potencjometrów regulacji barwy tonów niskich i wysokich

barwy. Są to R3, C3 przy układzie U1; R12, C9 przy U2B oraz R35, C21 przy U2A. Z kolei filtr R8, C6 i R9, C7 powoduje częściowe wytłumienie składowych dźwięku o częstotliwościach w pobliżu 700 Hz, co daje efekt uwypuklenia tonów wysokich i niskich.

Ponieważ podbijanie wysokich częstotliwości powoduje zwiększenie szumów, więc są one eliminowane przez filtry R10, C8 i R37, C20 oraz filtr dolnoprzepustowy Bessela zbudowany na układach U3B i U3A.

Układ regulacji barwy dźwięku składa się z filtrów opartych na wzmacniaczach operacyjnych oznaczonych jako U3C, U3D i U4A. Pierwsze dwa są filtrami środkowo zaporowymi dla dolnej i górnej części środka pasma. Ustawienia potencjometrów P2 i P3 wprowadzają większe lub mniejsze tłumienie dźwięku w tym zakresie częstotliwości. Selektywne tłumienie częstotliwości środkowych może budzić zdumienie, ale



Rys. 3. Charakterystyki częstotliwościowe wzmacniacza dla różnych ustawień potencjometrów regulacji barwy tonów średnich

we wzmacniaczach dla instrumentów muzycznych zawsze bardziej pożądane jest uwypuklenie częstotliwości niższych i wyższych kosztem środkowych. Z kolei dla tonów niskich, regulacja odbywa się poprzez ustawienie potencjometru P4 natomiast na poziom tonów wysokich wpływa potencjometr P5.

Na rys. 2 i rys. 3 są pokazane charakterystyki częstotliwościowe wzmacniacza dla różnych ustawień potencjometrów regulacji barwy. Na rys. 2 górna charakterystyka odpowiada sytuacji gdy potencjometry regulacji tonów wysokich i niskich ustawione są na maksimum, natomiast dolna odpowiada przypadkowi gdy oba potencjometry skrócone są na minimum. Z kolei na rys. 3 pokazano wpływ regulacji tonów średnich. Górna charakterystyka na rysunku odpowiada sytuacji gdy potencjometry P2 i P3 ustawione są na maksimum. Skrócenie potencjometru P2 daje krzywą z minimum w okolicach 200 Hz natomiast ustawienie na minimum potencjometru P3 odnosi się do wykresu z minimum w okolicach 1 kHz. Maksymalna różnica wzmocnień w różnych częściach pasma dla skrajnych ustawień potencjometrów sięga 30 dB.

3. Wzmacniacz mocy i gniazda sygnałowe

Końcowy wzmacniacz mocy zbudowany został na układzie TDA7294. Zanim sygnał zostanie podany na jego wejście jest dostępny w gniazdach służących do podłączenia zewnętrznych urządzeń. Sygnał w gnieździe JP1 jest zawsze obecny i może być wykorzystany do wykonania nagrań na magnetofonie. Do gniazda JP2 można dołączyć urządzenia dające dodatkowe efekty podczas gry na gitarze. Jeżeli nie są one dołączane, to styki 1 i 2 tego gniazda powinny być ze sobą zwarte. Z kolei w gnieździe JP3 jest symetryczny sygnał

wyjściowy o amplitudzie ok. 1 V. Może być wykorzystany do odsłuchu lub do sterowania dodatkowego wzmacniacza mocy.

Maksymalna moc wyjściowa zastosowanego wzmacniacza U5 zależy od poziomu sygnału wejściowego oraz poziomu napięć zasilających. Zastosowanie transformatora dostarczającego symetryczne napięcie o wartości ± 20 V pozwala osiągnąć maksymalną moc ok. 40 W. Przy wyższych napięciach zasilania można osiągnąć nawet 100 W mocy wyjściowej, jednak wiąże się to z pewnymi ograniczeniami o czym napiszę dalej.

Wzmacniacz ma wewnętrzne zabezpieczenie przeciwzwarciowe i jest odporny na przesterowanie zbyt dużym sygnałem wejściowym. Dodatkowo układ ma wbudowane zabezpieczenie termiczne przed przegrzaniem w przypadku niedostatecznego chłodzenia.

Konstrukcja wzmacniacza mocy została oparta na nocie aplikacyjnej znajdującej się w dokumentacji technicznej układu TDA7294 produkowanego przez firmę SGS-THOMSON. Układ może być obciążony zestawami głośnikowymi o impedancji 4 Ω lub 8 Ω . Przy zasilaniu ± 20 V zniekształcenia nieliniowe wzmacniacza są mniejsze niż 1%.

4. Zasilacz

Zasilacz dostarcza napięć do wszystkich obwodów wzmacniacza. Zmienne napięcie transformatora podawane jest na gniazdo JP5. Wyprowadzenie środkowe dwóch połączonych ze sobą uzwojeń łączy się z wyprowadzeniem JP5-2, które jest zwarte z masą układu. Napięcie zmienne prostowane jest w mostku M1 i filtrowane w obu gałęziach przez kondensatory o pojemności co najmniej 2200 μ F. To niestabilizowane napięcie zasila końcowy wzmacniacz mocy. Zależnie od rodzaju zastosowanego transformatora sieciowego i oczekiwanej maksymalnej mocy wyjściowej wzmacniacza napięcia zasilające powinny mieścić się w przedziale od $\pm 15... \pm 25$ V. Tak duże napięcia nie mogą być bezpośrednio użyte do zasilania wzmacniaczy operacyjnych w pozostałych blokach układu. Z tego powodu w zasilaczu zastosowane zostały układy stabilizatorów U6, U7 dostarczające napięć o poziomach ok. 12 V. W czasie prób nad prototypem okazało się, że do tego celu nie nadają się standardowe stabilizatory serii 7812 i 7912. Co

prawda sumaryczny prąd pobierany przez wzmacniacze operacyjne nie jest duży, to jednak w połączeniu ze sporą różnicą napięć pomiędzy wejściem i wyjściem stabilizatora poziom odkładającej się mocy był zbyt duży i stabilizatory ulegały uszkodzeniu. Rozwiązaniem okazało się zastosowanie układów LM317 i LM337 z dobieranym za pomocą dzielnika oporowego napięciem wyjściowym. Układy te mogą pracować przy różnicy napięć wejściowych i wyjściowych dochodzącej nawet do 40 V. Oczywiście ograniczeniem jest także maksymalna moc odkładana na stabilizatorach, jednak przy zastosowaniu transformatora o napięciach wyjściowych 20 V stabilizatory wyposażone w małe radiatory pracowały stabilnie.

Budowa i uruchomienie wzmacniacza

Własnoręczne zbudowanie opisanego wzmacniacza nie jest skomplikowane. Zastosowane elementy przewlekane i układy scalone w obudowach DIP nie wymagają specjalnych narzędzi. Przy montażu warto pamiętać o właściwej kolejności: najpierw zwory potem elementy przewlekane na końcu układy scalone, które można zamontować w podstawkach. Przed rozpoczęciem pracy należy także zdecydować, gdzie płytka wzmacniacza będzie montowana, czy w oddzielnej obudowie czy np. w obudowie kolumny. Od tego zależy sposób montażu potencjometrów i gniazd. W płytce przewidziano otwory do wlotowania potencjometrów jednak być może wygodniej będzie je zamontować na oddzielnej płycie czołowej. W każdym przypadku należy pamiętać aby, dla wydajnego odprowadzania ciepła, radiator układu scalonego wzmacniacza mocy miał zapewnioną swobodną cyrkulację powietrza. Zależnie od przyjętego sposobu montażu, kostki złącz gniazd wyjściowych JP7, JP6, JP1 i JP2 mogą być montowane albo od góry płytki albo przewody gniazd będą lutowane bezpośrednio do płytki drukowanej w miejscu lutowania kostek. Należy także pamiętać, że ze względu na umiejscowienie układu U5 jego znacznych rozmiarów radiator musi być mocowany z tyłu do płytki drukowanej wzdłuż jej szerszej krawędzi. Planowanie ostatecznego kształtu wzmacniacza lepiej przeprowadzić na początku, gdyż póź-

niejszy demontaż i przeróbki mogą być kłopotliwe.

Dla ułatwienia życia czytelnikom EP razem z płytką drukowaną zaprojektowana została prowizoryczna płytka przednia na której można zamontować potencjometry korekcji barwy dźwięku i gniazda. Płyta może się przydać w czasie uruchamiania wzmacniacza lub gdy chcemy z niego korzystać, zanim powstanie odpowiednia obudowa. Jeżeli będzie przykręcona za pomocą kątowników bezpośrednio do płytki wzmacniacza to wyprowadzenia potencjometrów można połączyć z odpowiednimi otworami w płytce za pomocą krótkich przewodów lub srebrzanek. Odpowiednio usytuowane otwory znajdują się na obydwu elementach. Oprócz potencjometrów na płycie przedniej można zamontować gniazdo wejściowe, gniazda dla urządzeń efektów specjalnych, diodę sygnalizującą przesterowanie i diodę zasilania.

W modelu zastosowano radiator żeberkowy o wymiarach 180x50 mm. Powinien być mocno skręcony z układem U5 końcowego wzmacniacza mocy. Ponieważ kołnierz odprowadzający ciepło z układu jest połączony wewnętrznie z ujemnym napięciem zasilania, więc w celu odizolowania radiatora od napięć zasilacza należy w czasie montażu zastosować mikową przekładkę z przepustem izolującym śrubę od kołnierza. Trzeba także pamiętać o posmarowaniu miejsca do którego przykręcony będzie układ pastą silikonową w celu zmniejszenia oporów termicznych i lepszego odprowadzania ciepła z układu do radiatora. W małe radiatory powinny być także wyposażone stabilizatory U6, U7.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R6, R11, R32, R33, R35, R36, R42...R46, R48, R49, R59: 10 kΩ
 R2, R34: 470 kΩ
 R3, R54: 1,5 kΩ
 R4, R9, R30, R31: 3,3 kΩ
 R5, R12, R15, R18, R21, R24, R25, R29, R38...R41: 4,7 kΩ
 R7, R51, R67, R68: 2,2 kΩ
 R8, R13, R19, R28, R37, R53, R56, R58: 22 kΩ
 R10: 47 kΩ
 R14, R20, R27, R47, R55: 1 kΩ
 R16, R17, R22, R23, R52: 220 kΩ
 R26: 15 kΩ
 R50: 100 kΩ
 R57: 680 Ω
 R60: 3 kΩ

R61, R62: 270 Ω

R63, R64: 100 Ω

R65: 20 kΩ

R66: 30 kΩ

Kondensatory

C1, C8, C18: 220 pF

C2, C3, C13: 22 nF

C4, C12, C17, C28, C29: 1 μF

C5: 68 pF

C6: 10 nF

C7: 68 nF

C9, C10, C11, C14, C21: 4,7 nF

C15: 150 nF

C16, C22: 2,2 nF

C19: 33 nF

C20, C23, C27: 680 pF

C24: 2,7 nF

C25: 1,5 nF

C26: 3,3 nF

C30: 220 nF

C31: 120 μF/63 V

C32: 470 nF

C33, C46: 22 μF/25 V

C34, C38: 100 nF

C35...C37, C39: 10 μF/25 V

C40, C41: 2200 μF/25 V

C42, C43: 100 μF/25 V

C44, C45: 47 μF/25 V

Półprzewodniki

U1: TL071

U2, U3: TL074

U4: TL072

U5: TDA7294

U6: LM317T stabilizator z radiatorem

U7: LM337T stabilizator z radiatorem

Q1: BC547

D1, D2, D7, D8: C3V3 dioda Zenera

D3...D6, D9: 1N4148

M1: BRIDGE1 mostek prostowniczy

DL1: CON2 dioda LED przesterowania

DL2: GREEN dioda LED zasilania

Inne

B1, B2: 1 A F wkładka bezpiecznikowa z gniazdem do druku

JP4: HEADER 2 AK550/2 kostka zaciskowa do druku

JP5: HEADER 3 AK550/3 kostka zaciskowa do druku

JP6: LINE/DRY AK550/2 kostka zaciskowa do druku

JP7: PHONEJACK gniazdo wtyku gitarowego

JP2: RTN AK550/3 kostka zaciskowa do druku

JP1: SND AK550/2 kostka zaciskowa do druku

JP3: SYM AK550/3 kostka zaciskowa do druku

P1: 47 kΩ potencjometr liniowy

P2...P4: POT2 potencjometr liniowy

P5: 22 kΩ potencjometr liniowy

P6: 2x10 kΩ podwójny potencjometr liniowy

radiator żeberkowy 180 x 50 mm (minimum)

transformator TS90/16 lub toroidalny 2x20 V *

Uruchomienie wzmacniacza

Przed zamontowaniem do płytki układów scalonych warto najpierw sprawdzić czy zasilacz dostarcza prawidłowych napięć. Bez obciążenia, napięcia względem masy na obydwu bezpiecznikach nie powinny przekraczać ± 30 V natomiast napięcia stabilizowane U2+ i U2- powinny mieścić się w przedziale 12...13 V. Poziom stabilizowanego napięcia dodatniego i ujemnego można skorygować opornikami R67, R68.

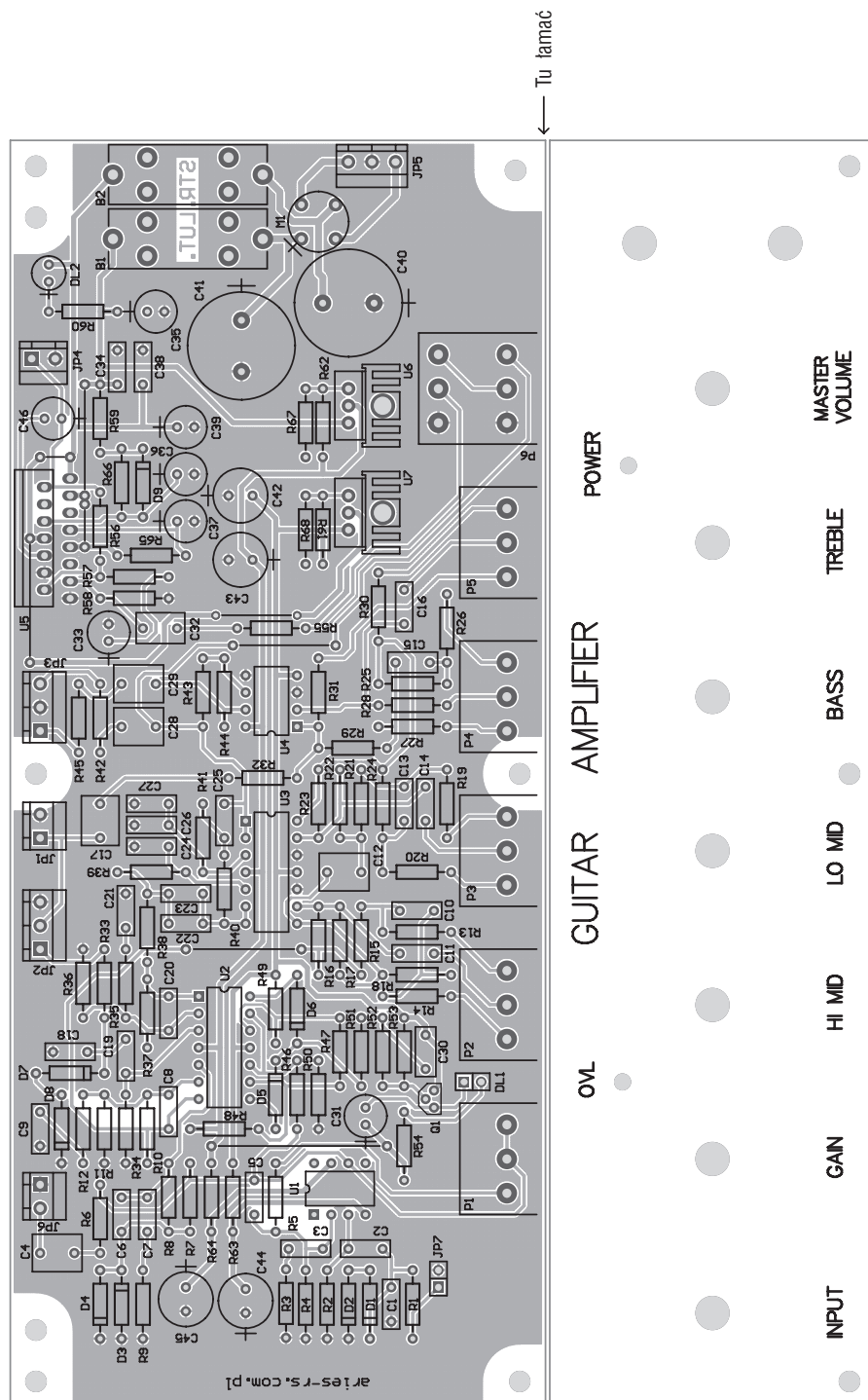
Przed wlutowaniem do płytki układów scalonych należy albo rozładować kondensatory C40, C41 zasilacza zwierając je na pewien czas opornikiem 1 k Ω , lub wyjąć z podstawek bezpieczniki. Ponieważ elektrolity długo magazynują energię mogą się gwałtownie rozładować w czasie lutowania układów uszkadzając je.

Po zakończeniu montażu wzmacniacza można zewrzeć do masy wejście JP7 i sprawdzić woltmierzem poziom napięć na wyjściach wzmacniacza operacyjnych. Jeżeli wszystko jest w porządku, to napięcie na wszystkich wyjściach, z wyjątkiem U2C i U2D, powinno być bliskie 0 V, natomiast na wyjściach wymienionych dwóch wzmacniaczy, tworzących komparator okienkowy, jego wartość powinna być bliska U2. Ostatecznym testem dla wzmacniacza jest podłączenie kolumny głośnikowej o mocy nie mniejszej niż 50 W oraz gitary i kontrola regulacji barwy dźwięku.

Uwagi końcowe

Ponieważ autor nie rości sobie prawa do wydawania kompetentnych opinii na temat walorów i jakości dźwięku opracowanego wzmacniacza, więc poproszono o jego przetestowanie profesjonalnych gitarzystów. Ogólne wrażenie było pozytywne, a wzmacniacz dobrze się sprawował podczas wprawek i ćwiczeń. Szczegółowe sugestie wiązały się z osobistymi preferencjami muzyków i były następujące:

- Czulość wejściowa mogła by być nieco mniejsza tak, by przesterowanie wypadało przy $\frac{3}{4}$ obrotu potencjometru. Parametry te zależą od sumarycznej oporności potencjometru P1 i opornika R5 można poeksperymentować z ich wartościami.
- Maksyma korekcji tonów średnich wypadają zbyt blisko siebie. Można na to wpłynąć zmieniając wartości oporników połączonych



Rys. 4. Schemat montażowy wzmacniacza

- z potencjometrem P2, a więc należy skorygować R13 i R14.
- Moc wyjściowa mogła by być trochę większa. Uwagi opisujące ograniczenia mocy wyjściowej znajdują się w części poświęconej zasilaczowi.
- Należy zwrócić uwagę na bezpieczeństwo użytkownika wzmacniacza, szczególnie na możliwość porażenia prądem. Należy sprawdzić czy nie ma przebicia pomiędzy uzwojeniem pierwotnym, a uzwo-

jeniami wtórnymi transformatora. Woltmierzem trzeba sprawdzić czy pomiędzy strunami gitary, a np. masą wzmacniacza nie występuje napięcie niebezpieczne.

Ryszard Szymaniak, EP
ryszard.szymaniak@ep.com.pl

W ofercie AVT są dostępne:
 - [AVT-435A] płytka drukowana
 - [AVT-435B] kompletny zestaw *) nie zawiera transformatora