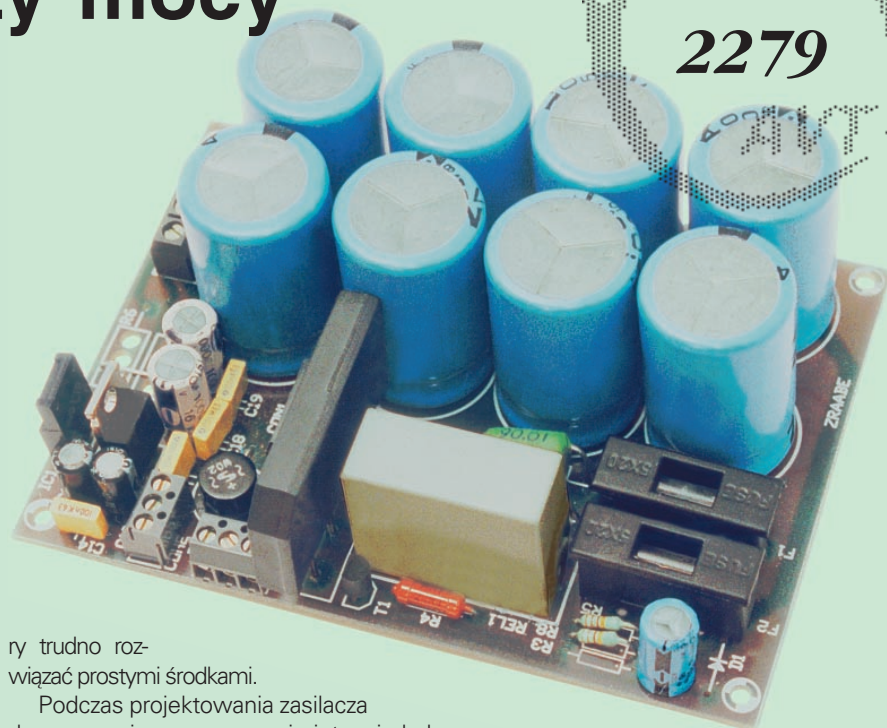


Zasilacz do akustycznych wzmacniaczy mocy

Do czego to służy?

Temat wzmacniaczy akustycznych dużej mocy był, jest i prawdopodobnie jeszcze długo będzie „żelazną pozycją” w publikacjach przeznaczonych dla elektroników amatorów. Bywają pisma, w których w każdym numerze znajdujemy co najmniej jeden opis wzmacniacza audio. Z zasady taki opis opatrzony jest dumnym tytułem w rodzaju „Wzmacniacz 2x50W” czy też „Wzmacniacz 100W HiFi”. Tylko, że kiedy przyjrzymy się bliżej opisowi układu dochodzimy do wniosku, że nadanie mu takiego właśnie tytułu było zwykłą hochsztaplerką. Z zasady chodzi bowiem o wykonanie końcówki lub końcówek mocy, a nie kompletnego wzmacniacza. Jest to sprytne ominięcie prawdziwego problemu konstrukcyjnego. Zbudowanie końcówki nawet bardzo dużej mocy nie jest w ostatnich latach XX-go wieku żadnym problemem. Minęły już bezpowrotnie czasy, kiedy zbudowany wielkim nakładem sił i kosztów wzmacniacz pracował wyłącznie jako generator. Producenci układów scalonych doprowadzili swoje wyroby do absolutnej perfekcji i przestrzegając ogólnie znanych zasad konstrukcyjnych każdy może zbudować końcówkę nawet bardzo wielkiej mocy. Ale wzmacniacz akustyczny to nie tylko stopień wyjściowy. Największe problemy (a wiem o tym z własnego doświadczenia) napotykamy podczas projektowania i budowy zasilacza do niego. Z pozoru nic trudnego: należy wybrać transformator odpowiedniej mocy i dający właściwe napięcie, dołożyć kilka kondensatorów dużej pojemności i gotowe. Niestety, nie zawsze jest to takie proste. Typowym problemem, na jaki napotkamy jest zmieszczenie się w okienku wyznaczonym przez napięcie, przy którym wzmacniacz może oddać pełną moc i napięcie graniczne, którego przekroczenie grozi natychmiastowym uszkodzeniem kostki bądź jej nieprawidłowym działaniem. Posłużmy się przykładem: budujemy wzmacniacz akustyczny, który aby osiągnąć pełną moc wyjściową potrzebuje napięcia, powiedzmy 2x40V. Natomiast nieprzekraczalne napięcie graniczne, przy którym wzmacniacz może jeszcze pracować wynosi 2x50V. Konstruowany wzmacniacz posiada bardzo dużą moc wyjściową, np. 300W. Wynika z tego, że na nieobciążonym zasilaczu napięcie nie może w żadnym wypadku przekroczyć 2x50V, natomiast po obciążeniu go bardzo dużym prądem nie może spaść poniżej 2x40V. Jest to poważny problem dla konstruktora, któ-



ry trudno rozwiązać prostymi środkami.

Podczas projektowania zasilacza do wzmacniaczy mocy moją intencją było zbudowanie możliwie uniwersalnego modułu, który można by było dopasować przynajmniej do większości końcówek mocy z zasilaniem symetrycznym. Na płytce drukowanej znajduje się miejsce na dużą ilość kondensatorów elektrolitycznych, przewidziano możliwość opóźnionego dołączenia zasilania do końcówek mocy. Zasilacz zabezpieczony jest przed zbyt wielkim prądem płynącym w momencie ładowania baterii kondensatorów. Ponieważ często musimy z tego samego zasilacza zaopatrzyć w prąd układy wejściowe wzmacniacza przewidziano miejsce na pomocnicze zasilacze stabilizowane. Zasilacze te mogą pobierać prąd z dwóch źródeł: z zasilacza głównego lub z osobnego prostownika.

A oto podstawowe parametry techniczne zasilacza:

Napięcie wyjściowe: maks. **2x50V**
 Maksymalny prąd wyjściowy: **5A**
 Napięcie wyjściowe zasilaczy pomocniczych: wg. potrzeb
 Maksymalny prąd zasilaczy pomocniczych: **1A**

A oto wyniki testów przeprowadzonych w Pracowni Konstrukcyjnej AVT. Do zasilacza dołączony był transformator toroidalny typu TST200/2x17 o napięciu wyjściowym 2x17V i mocy 200W. Zasilacz obciążony był specjalnie do tego celu skonstruowanym „sztucznym obciążeniem”, pozwalającym na jednoczesne mo-

nitorowanie napięcia i pobieranego prądu, którego opis pozwolę sobie przedstawić Czytelnikom w jednym z najbliższych numerów Elektroniki Praktycznej. Pomiar napięcia dokonywany był pomiędzy wyprzewodzeniem masy a wyjściem napięcia dodatniego, a następnie pomiędzy masą a wyjściem napięcia ujemnego. Wyniki pomiarów były praktycznie identyczne.

Prąd	Napięcie
100mA	24V
500mA	23,5V
1A	23,2V
1,5A	22,9V
2A	22,4V
3A	21,7V
4A	21,1V
5A	20,4V
6A	19,8V

Z powyższej tabeli wynika, że spadek napięcia przy maksymalnym obciążeniu nie przekracza 4V, co kwalifikuje zasilacz do współpracy z większością końcówek mocy audio. Nie były przeprowadzane próby obciążenia impulsowego, ale ze względu na dużą pojemność zastosowanych kondensatorów należy sądzić, że wypadłyby one pozytywnie. Także zakres napięć jakie możemy uzyskiwać z naszego zasilacza, które zależą od typu zastosowanego transformatora, powinien wystarczać w większości przypadków. Gdyby okazało się, że potrzebne jest napięcie wyższe niż 2x50, to możemy wymienić

kondensatory elektrolityczne na inne, o większym napięciu roboczym.

Zasilacz może współpracować wyłącznie z transformatorami o podwójnym, symetrycznym uzwojeniu wtórnym. W wzmacniaczach dużej mocy z zasady będą to transformatory toroidalne, najczęściej o napięciu wyjściowym 2x24VAC. Maksymalne napięcie na uzwojeniach wtórnych transformatora nie może przekraczać bez obciążenia 35VAC.

Jak to działa?

Schemat elektryczny zasilacza został pokazany na rysunku 1. No tak, tym razem nie namęczę się zbytnio z opisywaniem zasady działania układu!

Podstawowym blokiem funkcjonalnym układu jest zasilacz główny. Został on zbudowany w typowy sposób i jedynym jego fragmentem wartym szerszego omówienia jest układ zabezpieczający transformator przed przeciążeniem w momencie ładowania baterii kondensatorów. W momencie włączenia zasilania kondensatory C1 - C8 nie są naładowane i stanowią praktycznie zerową rezystancję dla prądu płynącego z prostownika. Ponieważ bezpośrednio po włączeniu zasilania styki przełącznika REL1 są rozwarte, prąd ładowania płynie przez rezystory szeregowo R9 i R10 ładując kondensatory do pełnego napięcia w ciągu ok. 1 sek. Jednocześnie rozpoczyna się ładowanie kondensatora C9, którego prąd ładowania określony jest wartością rezystora

R5. Po naładowaniu tego kondensatora do określonego poziomu tranzystor T1 zaczyna przewodzić, włączając przełącznik REL1. Styki przełącznika zostają zwarte i zasilacz jest gotowy do normalnej pracy.

Z pewnością wielu Czytelników zapyta, dlaczego przełącznik zasilany jest z osobnego zasilacza zbudowanego z kondensatora C20 i diody D4, a nie z zasilacza głównego? Rozpatrzmy zatem co się stanie po wyłączeniu zasilania.

Napięcie na kondensatorach zasilacza głównego zacznie spadać z szybkością zależną od ich aktualnego obciążenia. Jeżeli jednak obciążenie to będzie małe, to czas rozładowywania baterii kondensatorów znacznie się wydłuży. Gdyby przełącznik zasilany był z zasilacza głównego, to zostałby wyłączony dopiero po pewnym czasie, po spadku napięcia do ok. połowy napięcia roboczego. Po powtórny włączeniu zasilania styki przełącznika byłyby zwarte i nie uniknęlibyśmy niechcianego udaru prądowego. Tymczasem w naszym układzie kondensator C20 rozładowuje się bardzo szybko i przełącznik REL1 wyłączy się, spełniając swoją rolę po powtórny włączeniu zasilania.

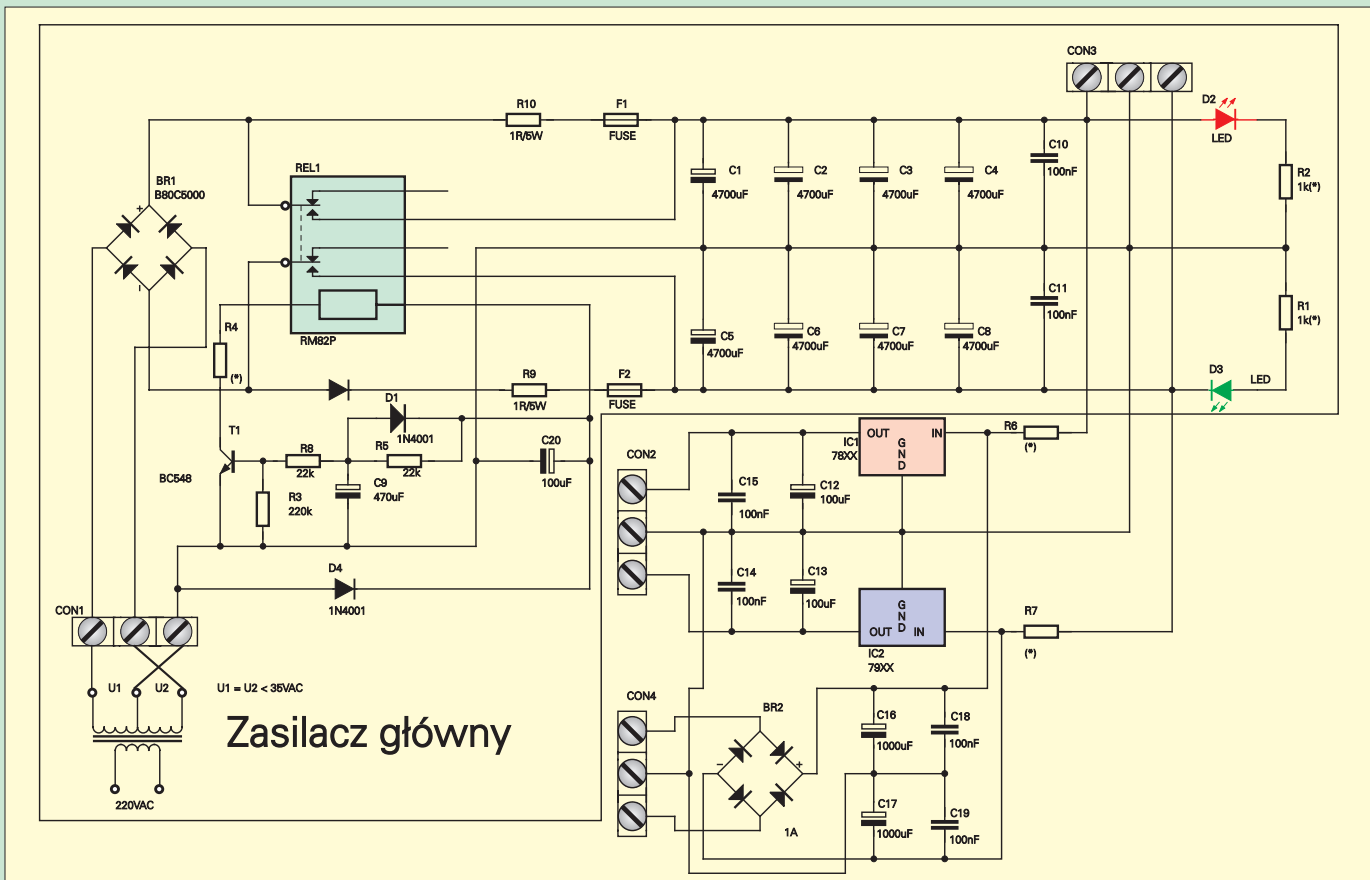
Układ zasilacza zabezpieczony jest dwoma bezpiecznikami F1 i F2, których wartość zależy będzie od przewidywanego obciążenia układu.

Zasilacz główny dostarcza napięcie potrzebnych do zasilania końcówek mocy wzmacniacza audio. Aby uniknąć koniecz-

ności budowania osobnego układu dostarczającego prąd do przedwzmacniaczy i innych układów wejściowych zastosowano dwa dodatkowe zasilacze pomocnicze. Zostały one zbudowane z wykorzystaniem scalonych stabilizatorów napięcia z serii 78XX i 79XX - IC1 i IC2. Mogą one dostarczać napięcie z przedziału $\pm 5... \pm 24$ VDC, co powinno wystarczać w większości zastosowań. Omówienia wymaga jeszcze rola oporników R6 i R7 włączonych szeregowo z stabilizatorami napięcia. Mogą one być zastosowane w celu ograniczenia spadku napięcia na stabilizatorach, który mógłby spowodować nadmierne ich nagrzewanie lub, w ekstremalnych warunkach ich uszkodzenie. Do takiej sytuacji mogłoby dojść w przypadku, raczej mało prawdopodobnym, zastosowania stabilizatorów 7805 i 7905. Dopuszczalne dla nich napięcie wejściowe, wynoszące 16V łatwo mogłoby zostać przekroczone. Jeżeli będziemy stosować rezystory R6 i R7 to ich wartość należy dobrać tak, aby napięcie na wejściu obciążonych stabilizatorów było o kilka woltów większe od napięcia stabilizowanego.

Istnieje jeszcze jedna możliwość wykorzystania zasilaczy dodatkowych: można dołączyć je do oddzielnego transformatora o odpowiednich napięciach. Rozwiązanie takie można zastosować w przypadku, kiedy zależy nam na maksymalnym odciążeniu zasilacza głównego. Transformator dołączamy do złącza

Rys. 1. Schemat ideowy



Wykaz elementów

Rezystory

- R2, R1: 1kΩ (* ew. dobrać)
- R3: 220kΩ
- R4: 24Ω/0,5W(l*ub dobrać według opisu)
- R5, R8: 22kΩ
- R6, R7 : zwora (*lub dobrać wg. opisu)
- R9, R10: 1Ω/5W

Kondensatory

- C1...C8: 4700 μF/50V
- C9: 470 μF/16V
- C10, C11, C14*, C15*, C18*, C19*: 100nF
- C12*, C13*, C20: 100 μF/25
- C16*, C17*: 1000 F/25

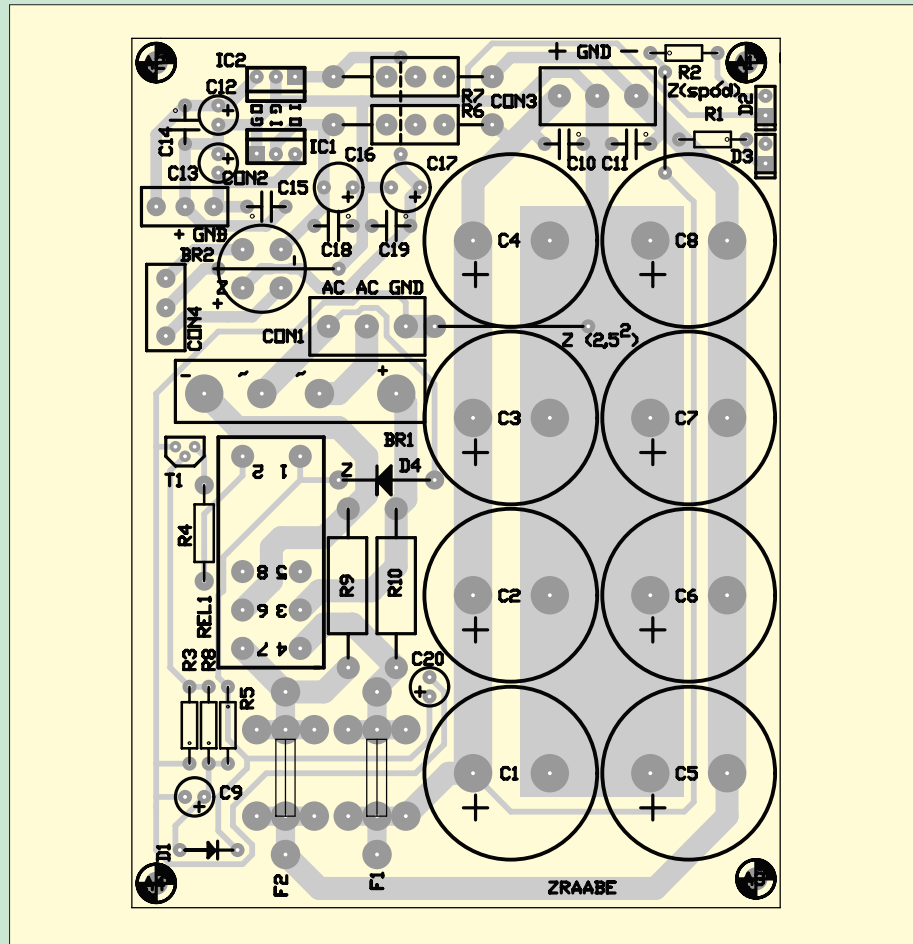
Półprzewodniki

- BR1: mostek prostowniczy B80C5000
- BR2: mostek prostowniczy 1A (nie wchodzi w skład kitu)
- D4, D1: 1N4001
- D2, D3: LED
- IC1: 78XX (nie wchodzi w skład kitu) – patrz tekst
- IC2: 79XX (nie wchodzi w skład kitu) – patrz tekst
- T1: BC548 lub odpowiednik

Pozostałe

- CON1, CON3: ARK3
- CON2, CON4: ARK3 (3,5mm)
- F1, F2: oprawka z tworzywa do bezpiecznika (do druku)
- REL1: przekaźnik RM82P/24V

Uwaga! Elementy IC1, IC2, C12...C19, BR2 nie wchodzi w skład kitu AVT-2279



Rys. 2. Schemat montażowy

CON4. W takim przypadku nie należy montować R6 i R7.

Diody LED D2 i D3 sygnalizują poprawną pracę zasilacza głównego.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została przedstawiona mozaika ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów. Płytkę wykonaną została na laminacie jednostronnym, co przy znacznej komplikacji połączeń wymusiło konieczność zastosowania kilku zworek. Od tych właśnie dodatkowych połączeń rozpoczniemy montaż zasilacza. Na dwie zwory należy zwrócić szczególną uwagę. Zworę oznaczoną płytce jako „Z 2,5²” należy wykonać srebrzanką lub drutem miedzianym o jak największej średnicy, najlepiej właśnie 2,5mm². Łatwo się tak-

że domyśleć, że zworę oznaczoną „spód” musimy zamocować od strony lutowania.

Montaż pozostałych elementów przeprowadzamy w całkowicie typowy sposób, rozpoczynając od podzespołów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlutowaniu ośmiu kondensatorów elektrolitycznych. Zmontowany z sprawnych elementów zasilacz nie wymaga ani uruchamiania ani regulacji. Pamiętajcie jednak o jednym, z pewnością słusznym stwierdzeniu: „Tylko ten się nigdy nie myli, kto nic nie robi” (Z.Raabe)! Pomyłka taka, jak na przykład odwrotne wlutowanie kondensatorów elektrolitycznych jest rzeczą ludzką, a przy zastosowaniu trans-

formatora dużej mocy może doprowadzić do poważnego uszkodzenia płytki. Dlatego też pierwszego uruchomienia naszego zasilacza należy dokonać przy włączonej w pierwotny obwód transformatora sieciowego żarówce o mocy 40-60W. Po włączeniu zasilania żarówka ta powinna zapalić się i po krótkiej chwili zgasnąć. Jej ciągłe świecenie może być spowodowane zwarcie w układzie zasilacza.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2279.