

Osobisty wzmacniacz stereo

Ten prosty i tani wzmacniacz pozwoli Ci podzielić się przyjemnością słuchania muzyki z przyjaciółmi.

Nawet proste przenośne urządzenia stereo zapewniają przyzwoitą jakość dźwięku - lepszą niż można byłoby oczekiwać, a ich popularność nie jest niczym zaskakującym. Używając słuchawek można słuchać muzyki z dość dużym poziomem mocy, nie dokuczając przy tym w szczególny sposób otoczeniu. Jakość dźwięku, jaką zapewniają lekkie, współczesne słuchawki jest bardzo dobra i zapewne to właśnie jest w dużym stopniu przyczyną znacznego sukcesu rynkowego przenośnego sprzętu stereo.

Współpraca tych urządzeń z miniaturowymi kolumnami głośnikowymi jest rozszerzeniem ich możliwości. Na rynku dostępne są specjalne, niedrogi głośniki, dzięki którym możemy dzielić przyjemność słuchania muzyki z innymi osobami. Należy się tu jednak liczyć z pewną utratą jakości oraz z niskim poziomem dźwięku i to właśnie stanowi główny niedostatek współpracy sprzętu przenośnego z głośnikami. Mimo że przetwarzają one dźwięk skutecznie, to moc do nich docierająca nie przekracza kilku miliwatów. Dysponując tak mizernym poziomem dostarczanej mocy nie można oczekiwać dźwięku o dużym natężeniu.

Zwiększenie poziomu mocy

Narzucającym się rozwiązaniem jest w takiej sytuacji dodatkowy bateryjny wzmacniacz mocy, zwiększający moc wyjściową przenośnego urządzenia stereo do poziomu, który zapewni przyzwoity poziom dźwięku. Całość pozostaje nadal przenośna, pozostawiając użytkownikowi możliwość wykorzystywania wyłącznie urządzenia przenośnego w swej pierwotnej postaci, o ile zaistnieje taka potrzeba.

Przedstawiony poniżej wzmacniacz może zapewnić poziomy mocy sięgające kilkaset mW w każdym z kanałów. Wzmacniacz ten nie może oczywiście być

traktowany jako konkurent sprzętu Hi-Fi czy też boom-box, ale współpracując z efektywnymi zestawami głośnikowymi, zapewnia poziom dźwięku w wielu sytuacjach większy niż zadowalający.

Zasada działania

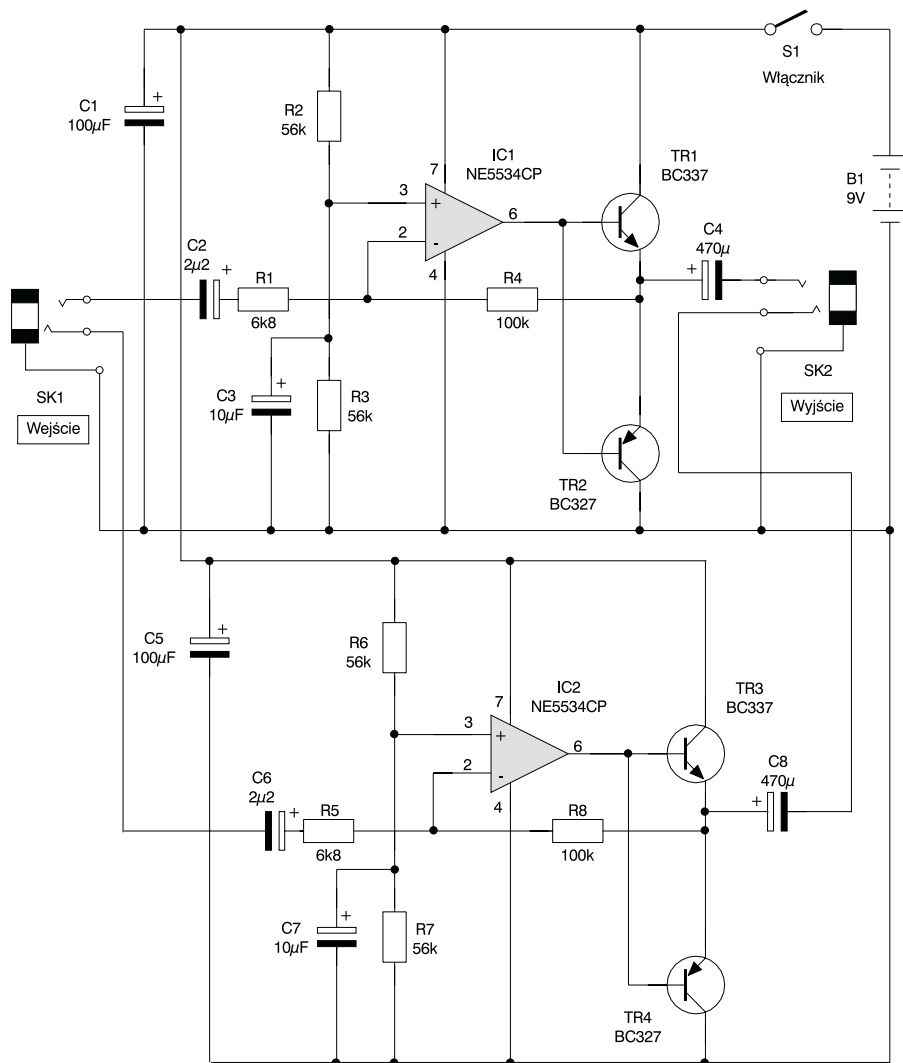
Kompletny schemat ideowy osobistego wzmacniacza stereo pokazano na **rys. 1**. Układ zawiera dwa identyczne bloki wzmacniające, których wyjścia są doprowadzone do tego samego gniazda wyjściowego. Mają wspólne zasilanie oraz włącznik. Przedyskutowane zostanie działanie tylko jednego stopnia - zbudowanego na wzmacniaczu IC1.

Jako IC1 wykorzystano niskoszumny wzmacniacz operacyjny, o małych zniekształceniach, przeznaczony do zastosowań w układach audio. Skonfigurowany został jako układ odwracający, z polaryzacją wejścia nieodwracającego przez dzielnik rezystancyjny R2, R3.

Rezystory R1 i R4 tworzą pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego i przy wartościach rezystancji podanych na schemacie wzmocnienie wzmacniacza wynosi około 15V/V, zaś impedancja wejściowa - 6,8kΩ. Kondensatory C2 i C4 odsprężają odpowiednio wejście i wyjście od składowej stałej.

Maksymalne natężenie prądu wyjściowego wzmacniacza operacyjnego wynosi tylko kilka mA i wzmacniacz taki bez dodatkowych elementów dyskretnych byłby w stanie dostarczyć niewiele więcej mocy niż przenośny sprzęt stereo. Tranzystory TR1 i TR2 tworzą komplementarny wzmacniacz mocy klasy B i w znacznym stopniu zwiększają możliwości prądowe całego układu. Dla dodatnich połówek sygnału źródło prądu docierającego do obciążenia stanowi tranzystor TR1, dla ujemnych zaś prąd z obciążenia wpływa do tranzystora TR2.

Wzmacniacz tranzystorowy w takiej konfiguracji daje jednos-



Rys. 1. Schemat ideowy osobistego wzmacniacza stereo.

tkowe wzmocnienie napięciowe, ale zapewnia pożądane w tym przypadku duże wzmocnienie prądowe.

Korzyść płynąca z zastosowania komplementarnego wzmacniacza klasy B leży także w tym, że pobór prądu zmienia się z występowaniem i przy silnych wysterowa-

waniach może sięgać nawet 100mA, przy słabych zaś może wynosić tylko kilka mA.

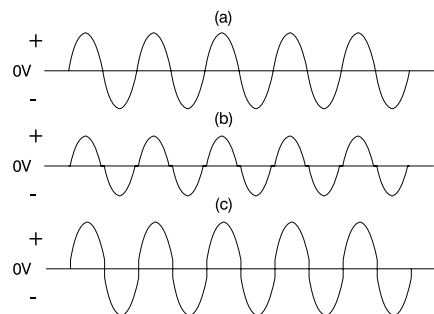
W przypadku wzmacniacza klasy A spoczynkowy pobór mocy jest stały i duży, co nie jest mile widziane w przypadku urządzeń zasilanych bateryjnie, ponieważ prowadzi do szybkiego wyczerpania baterii, nawet wtedy, gdy wzmacniacz pracuje z niskim poziomem dźwięku.

Zniekształcenia skrośne

Stopień wyjściowy prezentowanego układu jest rozwiązany w sposób oszczędny i nie zawiera układu wstępnej polaryzacji tranzystorów wyjściowych. Jest to cenne o tyle, że pozwala uniknąć znacznych strat mocy w tranzystorach wyjściowych przy braku wysterowania. Rozwiązanie takie posiada jednak

poważną wadę, powoduje mianowicie zniekształcenia, tzw. zniekształcenia skrośne. Wynikają one z tego, że do przewodzenia tranzystora niezbędny jest spadek napięcia między bazą a emiterem około 0,7V. Oznacza to, że napięcie wyjściowe układu IC1 musi zmienić się o więcej niż $\pm 0,7V$, by na wyjściu stopnia mocy pojawił się jakikolwiek sygnał. Nawet w przypadku silnych wysterowań początkowa i końcowa część połówki sygnału sinusoidalnego jest zniekształcona (rys. 2a i 2b).

W celu usunięcia zniekształceń skrośnych, zamiast tradycyjnych rozwiązań polaryzacyjnych w układzie zastosowano silne ujemne sprzężenie zwrotne. Rezystor R4 łączy wyjścia tranzystorów TR1 i TR2 z wejściem odwracającym wzmacniacza IC1, a więc pętla sprzężenia zwrotnego obejmuje nie tylko wzmacniacz operacyjny, ale także stopień mocy. Jeśli napięcie wyjściowe IC1 przekracza zero w stronę napięć dodatnich, to nieprzewodzenie tranzystora TR1 oznacza przerwanie pętli sprzężenia zwrotnego, a więc nieskończenie duże wzmocnienie wzmacniacza z otwartą pętlą. Tak więc, bardzo małe napięcie sygnału wystarcza, by na wyjściu IC1 pojawiło się dodatnie napięcie 0,7V. Wówczas napięcie na wyjściu całego toru zaczyna narastać (TR1 przewodzi), a pętla sprzężenia zwrotnego zostaje zamknięta. Podobnie jest w przypadku początku ujemnych połówek sinusoidy (na wyjściu), kiedy to napięcie na wyjściu IC1 niemal natychmiast spada do -0,7V, po czym zamknięta zostaje pętla sprzężenia zwrotnego. W przypadku sinusoidalnego sygnału wejściowego, sygnał na wyjściu wykazuje zniekształcenia przedstawione na rys. 2c. Zamiast zniekształceń skrośnych występują zniekształcenia o charakterze w pewnym sensie przeciwnym. W końcowym efekcie sygnał wyjściowy wykazuje zmniejszony poziom zniekształceń. Będą one słyszalne przy niskich poziomach dźwięku i przysłuchiwaniu się głośnikowi z niewielkiej odległości, ale w przypadku przeciętnych poziomów dźwięku nie będą odczuwalne.



Rys. 2. Sygnał sinusoidalny (a), sygnał sinusoidalny ze zniekształceniami skrośnymi (b), sygnał sinusoidalny na wyjściu układu IC1 (c).

Wykonanie

Modelowy układ wykonano na dwóch płytkach uniwersalnych, po jednej na kanał.

Płytki są bardzo proste - z ich wykonaniem poradzą sobie także mniej zaawansowani. Niemniej jednak przy montażu należy pamiętać o wszystkich ostrzeżeniach dotyczących stosowania płytek uniwersalnych. Wiele otworów takiej płytki pozostanie bowiem nie wykorzystanych, a więc szansa wstawienia jednego z podzespołów w niewłaściwe miejsce jest duża, dlatego montaż wymaga nieco większej niż zwykle uwagi. Należy także zwrócić uwagę na montaż elementów o wyróżnionej polaryzacji - kondensatorów i elementów półprzewodnikowych.

Wzmacniacze NE5534AN zastosowane jako układy IC1 i IC2 nie są wrażliwe na działanie ładunków elektrostatycznych, niemniej jednak zaleca się umieszczenie ich w podstawkach. Układ będzie miał lepsze parametry, jeśli zastosujemy wzmacniacz NE5534P lub nawet TL071CP (Bi-FET). Dla zwykłych, tanich wzmacniaczy operacyjnych należy liczyć się ze znacznym pogorszeniem jakości dźwięku, ze względu na gorsze własności częstotliwościowe takich wzmacniaczy.

Końcowe czynności montażowe

Jako obudowy wzmacniacza można użyć dowolnego średniej wielkości pudełka metalowego lub z tworzywa sztucznego. Użycie zasilania bateryjnego nie pozwala jednak na zastosowanie bardzo małej obudowy. Układ można by-

łoby zasilac z niewielkiej baterii o dużej pojemności typu PP3, ale rozwiązanie takie byłoby dosyć kosztowne. Małe wzmocnienie napięciowe i niewielka impedancja wejściowa wzmacniacza sprawiają, że rozmieszczenie elementów nie jest krytyczne, a poszczególne podzespoły można umieszczać w obudowie w dowolny sposób.

Płytki można mocować do obudowy za pomocą metrycznych śrub M3, podkładek i nakrętek lub kołków dystansowych z tworzywa sztucznego. Miniaturyzację wymiarów całości osiągnąć można ustawiając płytki jedna nad drugą. Wymaga to zastosowania kołków dystansowych o długości około 12mm.

Ponieważ wzmocnienie układu nie jest duże, nie ma potrzeby stosowania do połączeń przewodów ekranowanych ani szczególnego separowania układów wejściowych i wyjściowych.

SK1 i SK2 są to gniazda jack stereo 3,5mm, takie same jak gniazda stosowane w przenośnym sprzęcie stereo. Do połączenia np. walkmana ze wzmacniaczem jest niezbędny kabel zakończony z obu stron wtykiem jack stereo 3,5mm, który można nabyć lub wykonać we własnym zakresie.

Oczywiście na polecenie zasługuje rozwiązanie, w którym całość przyjmie formę dwóch modułów, z których w jednym znajdują się: wzmacniacz, bateria oraz jeden z głośników, natomiast drugi pomieści pozostały głośnik. Choć nieco bardziej kłopotliwe w realizacji, rozwiązanie takie pozwala ograniczyć liczbę obudów z czterech do trzech i czyni całość bardziej estetyczną.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

(0,25W, węglowe warstwowe)

R1, R5: 6,8k Ω

R2, R3, R6, R7: 56k Ω

R4, R8: 100k Ω

Kondensatory

C1, C5: 100 μ F/10V

C2, C6: 2,2 μ F/50V

C3, C7: 10 μ F/25V

C4, C8: 470 μ F/10V

Półprzewodniki

TR1, TR3: BC337

TR2, TR4: BC327

IC1, IC2: NE5534AN

Różne

SK1, SK2: gniazda jack stereo 3,5mm

B1: zestaw baterii 9V (6xHP7/AA)

S1: przelącznik jednobiegunowy jednopozycyjny

Średnich rozmiarów obudowa z tworzywa sztucznego lub z metalu, podstawki 8-nóżkowe

2 szt., złączka bateryjna, przewód (plecionka), cyna, kołki lutownicze itp.

Testowanie

Po zakończeniu montażu należy dokładnie przejrzeć płytki wzmacniacza, połączyć wszystkie bloki oraz włączyć i sprawdzić jego działanie. Poziom dźwięku powinien być dostatecznie wysoki, jeśli jednak nie jest satysfakcjonujący, można zwiększyć wartości rezystorów R4/R8 do 220k Ω .

EPE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".