

Do czego to służy?

W poprzednich numerach EdW przedstawiliśmy kilka wzmacniaczy mocy audio. Przedstawiony dziś przedwzmacniacz zasilany pojedynczym napięciem, jest znakomitym uzupełnieniem każdej takiej końcówki mocy - umożliwi budowę prostego systemu nagłośnieniowego o bardzo dobrych parametrach.

Typowe wzmacniacze mocy dla pełnego wysterowania potrzebują sygnału o wartości kilkuset miliwoltów. Tymczasem typowy mikrofon może dostarczyć sygnał o wartości kilku do co najwyżej kilkudziesięciu miliwoltów. Potrzebny jest więc przedwzmacniacz. Co ważne, od parametrów tego przedwzmacniacza zależy końcowy poziom szumów. Opisany układ zawiera popularną i taną, ale bardzo dobrą kostkę NE542 (krajowy odpowiednik UL1322).

Nieprzypadkowo elementem czynnym jest kostka NE542. Jak wiadomo kluczowym parametrem przedwzmacniacza jest poziom szumów własnych.

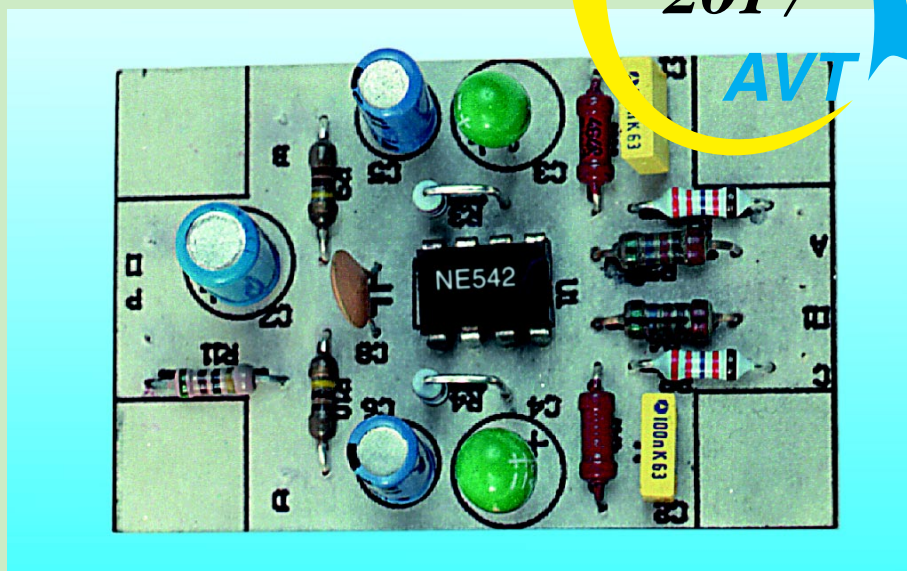
Z doświadczeń Autora wynika, że układ NE542 pochodzący z dobrej zachodniej firmy, pozwala uzyskać mniejsze szumy, niż znany niskoszumny wzmacniacz operacyjny NE5532. Krajowy odpowiednik UL1322 ma jednak nieco większe szumy niż, na przykład kostka NE542 firmy Signetics (Philips).

Na uwagę zasługują niewielkie szumy napięciowe ($7nV/(Hz)^2$). Nie jest to wprawdzie rewelacja w porównaniu z zaprezentowaną w Klubie konstruktorów kostką SSM-2016, ale nawet przy współpracy z mikrofonem o rezystancji 200...700 Ω jest to wartość zupełnie

Niskoszumny przedwzmacniacz mikrofonowy

kit

2017



przyzwoita, biorąc pod uwagę cenę obu kostek. Układ NE542 ma najlepsze parametry szumowe przy współpracy ze źródłem sygnału o rezystancji rzędu kilkudziesięciu kiloomów - wtedy szumi mniej, niż słynny układ SSM-2016! Kostka ma bowiem bardzo małe szumy prądowe ($0,2pA/(Hz)^2$). Tak więc szczególnie mały współczynnik szumów (rzędu 1,2dB) uzyskuje się stosując transformator mikrofonowy o przekładni 1:7...1:10.

densatory separujące. W przedstawionym układzie są to elementy C1, C2, C5, C6. Natomiast rezystory R1, R2, R9, R10 zapewniają, że w spoczynku na wejściach A, C oraz wyjściach B, D napięcie stałe jest równe zero - jest to potencjał masy. Wartości tych rezystorów nie są krytyczne i można je zmieniać w szerokim zakresie ($1k\Omega \dots 1M\Omega$). Trzeba jednak pamiętać, że rezystory R1 i R2 decydują o rezystancji wejściowej przedwzmacniacza (należy też uwzględnić rezystancję wejściową samej kostki, która wynosi około 100k Ω).

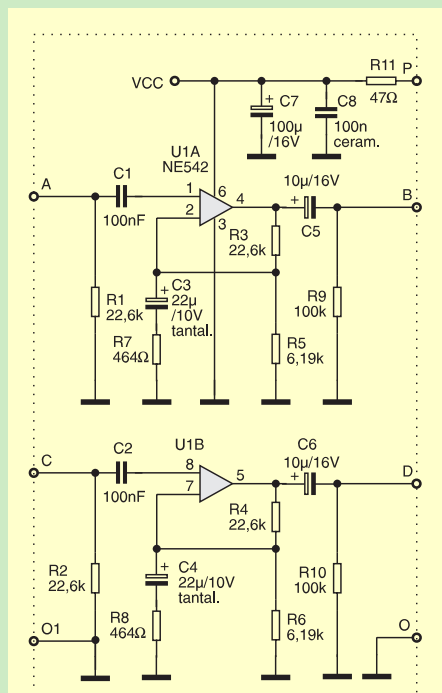
Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazany jest na rysunku 1. Jak widać, przedwzmacniacz jest zasilany pojedynczym napięciem i ma dwa niezależne kanały.

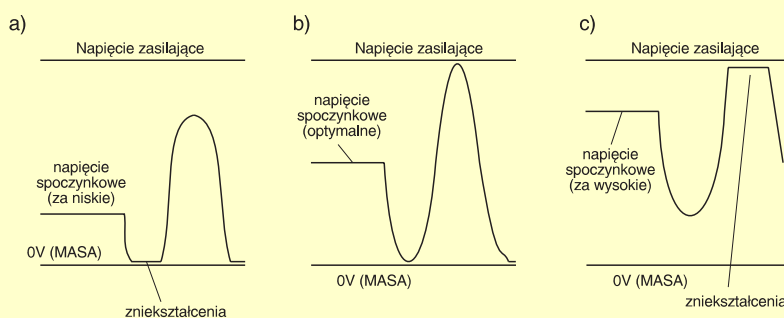
Elementy R11, C7, C8 tworzą filtr odprężający zasilanie i zmniejszający możliwość samowzbudzenia w przypadku stosowania słabo stabilizowanego napięcia zasilającego. Przy zasilaniu pojedynczym napięciem, niezbędne są kon-

densatory separujące. W przedstawionym układzie są to elementy C1, C2, C5, C6. Natomiast rezystory R1, R2, R9, R10 zapewniają, że w spoczynku na wejściach A, C oraz wyjściach B, D napięcie stałe jest równe zero - jest to potencjał masy. Wartości tych rezystorów nie są krytyczne i można je zmieniać w szerokim zakresie ($1k\Omega \dots 1M\Omega$). Trzeba jednak pamiętać, że rezystory R1 i R2 decydują o rezystancji wejściowej przedwzmacniacza (należy też uwzględnić rezystancję wejściową samej kostki, która wynosi około 100k Ω).

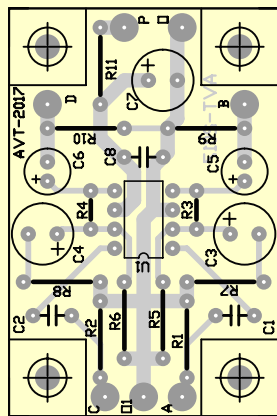
Układ scalony NE542 może być zasilany napięciem 9...24V i pobiera typowo około 10mA prądu. Ponieważ układ zasilany jest pojedynczym napięciem, konieczne jest zastosowanie rezystorów ustalających wartość spoczynkowego napięcia stałego na wyjściu. Wewnętrzny układ polaryzacji wejścia nieodwracającego (nóżki 1, 8) utrzy-



Rys. 1. Schemat ideowy.



Rys. 2. Przebiegi napięć na wyjściu.



Rys. 3. Płytkę drukowaną.

muje na nich napięcie około 1,3V. Takie same napięcie musi występować na wejściu odwracającym (nóżki 2, 7). Napięcie stałe na wyjściu przyjmie więc taką wartość, żeby na wejściu odwracającym było wspomniane 1,3V. Tak więc stosunek rezystancji R3/R5 i R3/R6 wyznacza napięcie stałe na wyjściach (nóżki 4 i 5). Wartości podane na rysunku 1 zostały dobrane dla napięcia zasilającego rzędu 12V. Gdyby napięcie zasilające było zdecydowanie większe lub mniejsze, należałoby dobrać rezystancje R5 i R6, aby na wyjściach (nóżki 4 i 5) uzyskać napięcie stałe mniej więcej równe połowie napięcia zasilającego. Ściślej biorąc, nie chodzi tu o uzyskanie jakiegoś określonego napięcia stałego, tylko jak największego zakresu niezniekształconych zmiennych napięć wejściowych. Ilustruje to **rysunek 2**, przedstawiający przebiegi na wyjściu, przy różnej wartości stałego napięcia spoczynkowego. Gdyby więc zachodziła potrzeba pracy przy innym niż 12V napięciu zasilającym, należy na wejścia podać sygnał zmienny (np. 1kHz) o odpowiedniej amplitudzie, i tak skorygować wartości R5 i R6, żeby na wyjściach (n. 4 i 5) uzyskać przebieg jak na rysunku 2b.

Ale elementy R3-R6 nie tylko decydują o poziomie napięcia stałego na wy-

jściach. Mają także wpływ na wzmocnienie sygnału. Ściślej biorąc wzmocnienie jest wyznaczone stosunkiem rezystancji R3 do równoległe połączonych rezystancji R5 i R7 (dla drugiego kanału R4 do R6 i R8). W praktyce, dla ułatwienia poziomu wyjściowego napięcia stałego ustala się zmieniając R5 (R6), a wzmocnienie reguluje się wartością R7 (R8).

Wzmocnienie można dobrać w zakresie 4,5...150 stosując rezystory R7 i R8 o dowolnych wartościach większych niż 160Ω (przy proponowanej wartości 464Ω wzmocnienie wynosi około 50x).

W obwodach sygnałowych zastosowano metalizowane rezystory o tolerancji 1%. Nie jest to konieczne, ale wiadomo, że takie rezystory mają małe szумы i na pewno nie pogorszą parametrów układu. Z tego samego względu zaproponowano użycie jako C3 i C4 kondensatorów tantalowych.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płytce drukowanej, przedstawionej na **rysunku 3**, jest prosty i nie sprawi nikomu kłopotów. Elementy można zmontować w dowolnej kolejności, jednak najpraktyczniejsze jest zmontowanie najpierw rezystorów, potem układu scalonego i kondensatorów. Podczas montażu kondensatorów elektrolitycznych, należy zwrócić szczególną uwagę na ich biegunowość: w kondensatorach tantalowych biegunowość oznacza się zazwyczaj znakami +, -, a w aluminiowych oznaczony jest minus, ponadto dodatnia końcówka jest dłuższa.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania - można tylko sprawdzić, czy przy danym napięciu zasilającym poziomy napięć na wyjściach (nóżki 4 i 5) są takie jak na rysunku 2b.

Uwagi końcowe

Układ znajdzie wiele zastosowań do wzmacniania małych sygnałów zmien-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2, R3, R4: 22,6kΩ 1% (20,5...24,9kΩ 1%)
- R5, R6: 6,19kΩ 1% (5,62...6,81kΩ 1%)
- R7, R8: 464Ω 1% (422...511Ω 1%)
- R9, R10: 100kΩ 5%
- R11: 47...56Ω 5%

Kondensatory

- C1, C2: 100nF
- C3, C4: 22μF/10V tantalowy
- C5, C6: 10μF/16V
- C7: 100μF/16V
- C8: 100nF ceramiczny

Półprzewodniki

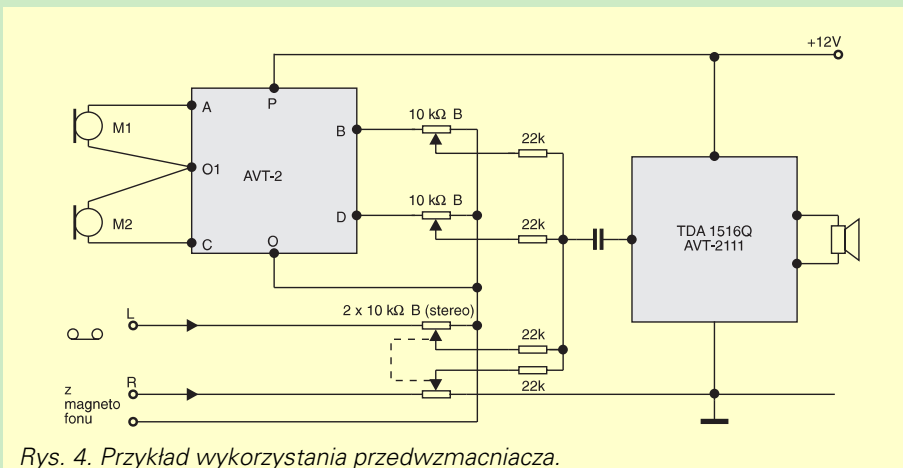
- U1: NE542 (lub UL1322)

nych, w szczególności jako wzmacniacz mikrofonowy. Najprostszym przykładem wykorzystania modułu w systemie nagłośnienia pokazuje **rysunek 4**.

W niektórych praktycznych zastosowaniach zajdzie potrzeba dobrania innej wartości wzmocnienia za pomocą rezystorów R7 i R8. Po ich usunięciu wzmocnienie jest najmniejsze - poniżej 5x, o przy minimalnej wartości (160Ω) wzmocnienie wyniesie około 150x. Jeśli wzmocnienie miałoby być jeszcze większe, można zmniejszyć rezystancje R7 i R8 nawet do 22Ω, ale należy odpowiednio zwiększyć pojemności C3 i C4, aby pasmo przenoszenia nie zostało obcięte od dołu.

Praktyka dowodzi, że niekiedy przy stosowaniu długich kabli mikrofonowych i niewłaściwym prowadzeniu masy, do wzmacniacza przenikają zakłócające sygnały radiowe. Autor ma dobre doświadczenia ze stosowania kostki NE542, jednak w rzadkich przypadkach może zajść potrzeba zastosowania na wejściu przedwzmacniacza dodatkowego filtra, niedopuszczającego do układu sygnałów radiowych. W najprostszym przypadku może to być dławik o indukcyjności kilkudziesięciu mikrohenrów, włączony szeregowo na wejściu (między mikrofonem i punktem A lub C) i kondensator ceramiczny o pojemności rzędu 1...4,7nF, włączony równoległe do rezystora R1 (R2).

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski



Rys. 4. Przykład wykorzystania przedwzmacniacza.

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2017.