

Miniaturowy przedwzmacniacz audio

Współczesne systemy audio, pomimo wysokiego stopnia cyfryzacji, niekiedy wymagają niewielkiego wspomnienia od strony analogowej. Przykładem może być niedobór wzmocnienia, wywołany zbyt niską amplitudą sygnału wychodzącego z przetwornika C/A. Opisany układ może rozwiązać ten problem.

Do czego to służy?

Opisywany układ jest dwukanałowym wzmacniaczem nieodwracającym o wzmocnieniu napięciowym wynoszącym ok. 4,3V/V (12,7dB). Cechuje się wysoką impedancją wejściową, niską impedancją wyjściową, szerokim pasmem przeniesienia oraz gładką charakterystyką amplitudową w paśmie przepustowym. Jest przystosowany do zasilania pojedynczym napięciem, tj. asymetrycznym. Zmiana wzmocnienia układu jest możliwa poprzez wymianę dwóch rezystorów.

Jak to działa?

Schemat układu można zobaczyć na rysunku 1. Elementem aktywnym jest podwójny, szybki wzmacniacz operacyjny z wejściami na tranzystorach JFET, czyli dobrze znany i popularny TL082. Dzięki zastosowaniu na wejściach tranzystorów polowych można nie przejmować się koniecznością kompensacji prądów polaryzujących wejścia. Istotną zaletą jest również niska cena.

Oba wzmacniacze operacyjne zostały skonfigurowane w taki sam sposób: jako wzmacniacze nieodwracające o wzmocnieniu 4,3V/V ($G = 1 + 3,3k\Omega/1k\Omega$), ponieważ taki układ cechuje się wysoką impedancją wejściową oraz zachowaniem fazy sygnału wejściowego względem wyjściowego w szerokim zakresie częstotliwości, co jest istotne w zastosowaniach audio.

Wejścia nieodwracające wzmacniaczy polaryzowane są napięciem równym połowie napięcia zasilającego, co jest klasyczną realizacją tzw. sztucznej masy – wzmacniaczowi operacyjnemu „wydaje się”, że zasilany jest napięciem symetrycznym. Do podziału służą dwa

rezystory R11 i R12, które wraz z kondensatorem C11, tworzą rodzaj filtra dolnoprzepustowego o częstotliwości odcięcia ok. 4Hz. Redukuje to nieco przenikanie do sygnału niepożądanego składowej 50Hz (lub 60Hz), która może pochodzić ze źródła zasilania.

Górną częstotliwość graniczną pracy układu ustalają na ok. 480kHz przede wszystkim kondensatory 100pF. Dzięki temu układ nie zniekształca fazy sygnału w całym paśmie przepustowym.

Wyznaczenie dolnej częstotliwości pracy jest bardziej złożone, ponieważ ograniczają ją aż trzy obwody.

- Na wejściu: kondensator C1/C5 i rezystor polaryzujący R2/R7, co daje częstotliwość graniczną sporo poniżej 1Hz.
- W pętli sprzężenia zwrotnego: kondensator C3/C7 i rezystor R3/R8, co ustala częstotliwość graniczną równą ok. 7Hz.
- Na wyjściu: kondensator C4/C8 i rezystor R5/R10, co daje częstotliwość graniczną ok. 2Hz. Jeżeli następny człon

znacząco obciąża wyjście układu, częstotliwość ta może okazać się wyższa.

Można więc uznać, że dominuje drugi obwód, a wypadkowa dolna częstotliwość graniczna układu leży poniżej granicy wymaganej dla układów Hi-Fi (która wynosi 20Hz wg normy DIN 45500).

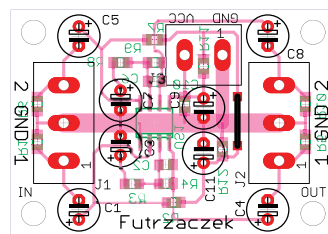
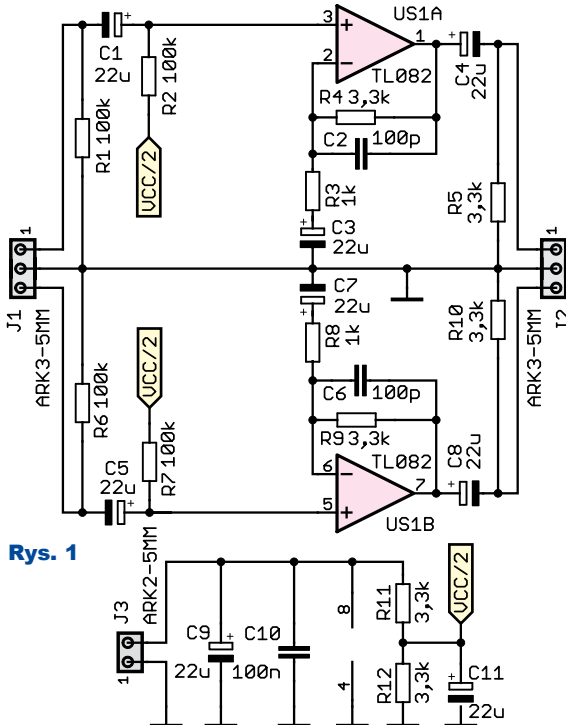
Odcięcie składowej stałej na wejściu i wyjściu powoduje, że nie trzeba się martwić o jej wpływ zarówno na następnego człon toru audio, jak i na sam przedwzmacniacz.

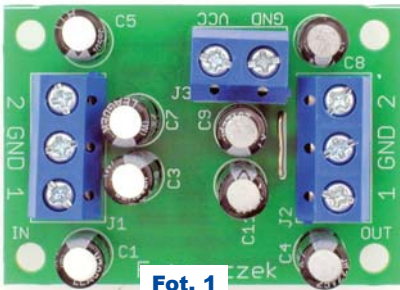
Montaż i uruchomienie

Układ prototypowy został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 43×30mm, którą przedstawia rysunek 2. W odległości 3mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

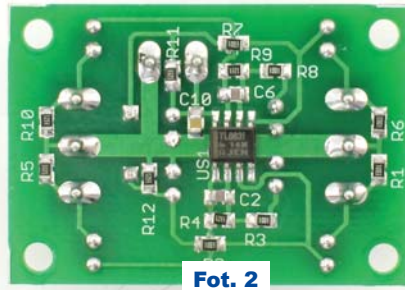
Montaż proponuję rozpocząć od przylutowania elementów SMD, czyli rezystorów, kondensatorów ceramicznych i układu scalonego US1. Następnie należy pamiętać o jednej zworce z cienkiego drutu, którą należy przewlec przez odpowiednie otwory. Na koniec pozostają złącza ARK i kondensatory elektrolityczne. Obsadzoną podspółami płytkę można zobaczyć na fotografii 1 (od góry), a na fotografii 2 od spodu.

Rys. 2





Fot. 1



Fot. 2

Prawidłowo zmontowany układ zaczyna działać od razu po podłączeniu zasilania do zacisków GND i VCC, a jego wartość może wynosić od ok. 9V do ok. 30V. Napięcie to nie musi być stabilizowane, ale na pewno powinno być dobrze odfiltrowane z zakłóceń. Pobór prądu zależy od napięcia:

- przy 9V – 4mA,
- przy 15V – 5mA,
- przy 24V – 6,5mA.

Wartość napięcia zasilającego ma wpływ na maksymalną amplitudę napięcia wyjściowego. Wyjście układu typu TL082 nie osiąga potencjałów linii zasilających i musi mieć pewien margines do uzyskania liniowej pracy. I tak oto, przy częstotliwości 1kHz, maksymalna amplituda wyjściowego sygnału sinusoidalnego, przy której nie ma widocznych zniekształceń, wynosi:

- przy 9V – 2,5V
- przy 15V – 5V
- przy 24V – 9V

Na **rysunku 3** widać wykreśloną charakterystykę amplitudową w funkcji

częstotliwości: $ku_{[dB]} = f(f)$. Została wykonana przy napięciu zasilania 15V i amplitudzie napięcia wejściowego 100mV. Linia pomarańczową zaznaczono umowny koniec pasma przenoszenia, czyli wartość o 3dB niższą od maksymalnej, która wyniosła ok. 13,2dB.

Z tego wykresu można odczytać, że dolna częstotliwość graniczna to ok. 7Hz, górna ok. 300kHz, a pasmo przepustowe jest gładkie w przedziale od ok. 30Hz do ok. 100kHz.

Wzmocnienie układu można zmodyfikować poprzez wymianę rezystorów R4 i R9 na egzemplarze o innych rezystancjach. Uzyskane wzmocnienie napięciowe wyniesie $ku_{[V/V]} = 1 + R_x/1k\Omega$, gdzie R_x to nowa wartość rezystancji R4/R9.

Zamiast standar-

Wykaz elementów

R1,R2,R6,R7	100kΩ SMD0805
R3,R8	1kΩ SMD0805
R4,R5,R9-R12	3,3kΩ SMD0805
C1,C3-C5,C7-C9,C11	22μF/35V THT raster 2,5mm
C2,C6	100pF SMD0805
C10	100nF SMD0805
US1	TL082 SO8
J1,J2	ARK3 5mm
J3	ARK2 5mm

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3266

dowego układu TL082 można wykorzystać niskoszumową wersję TL072 albo inny podobny podwójny wzmacniacz operacyjny o lepszych parametrach.

Michał Kurzela
michal.kurzela@ep.com.pl

