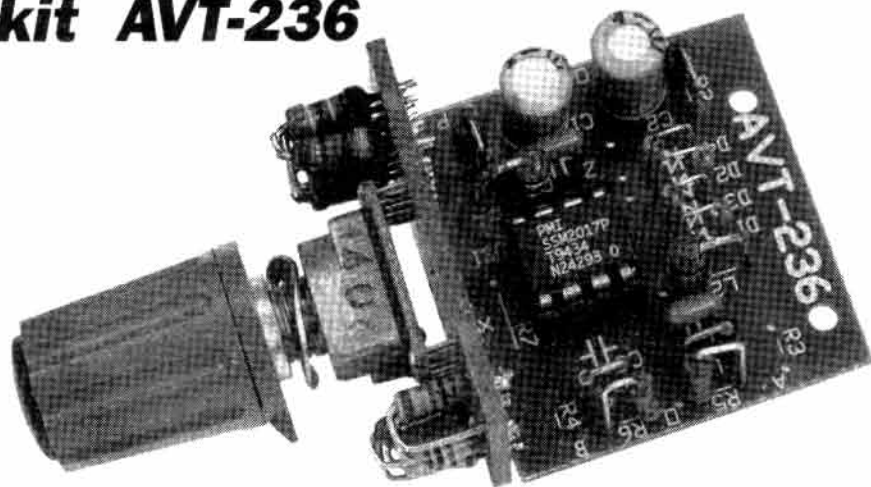


Ultraniskoszumny przedwzmacniacz

kit AVT-236



W artykule przedstawiono przedwzmacniacz zbudowany w oparciu o układ scalony SSM-2017. Układ ten należy do najlepszych w swojej klasie. Charakteryzuje się między innymi bardzo niskim poziomem szumów, odpowiadającym szumom pięćdziesięciomowego rezystora, a zniekształcenia nieliniowe i intermodulacyjne mają wartość kilku tysięcznych procenta! Układ ten ze wszelkich miar zasługuje na szczególne przedstawienie na łamach EP, co uczynimy w następnym numerze.

Na łamach Elektroniki Praktycznej dużo miejsca poświęciliśmy ostatnio szumom i wzmacniaczom niskoszumnym. Po przedstawieniu długiego cyklu w ramach Notatnika, rozwijamy ten temat od strony praktycznej. Dziś sięgamy po kostki amerykańskiej firmy PMI - firmy, która w 1990 roku została wchłonięta przez Analog Devices.

Wyroby PMI i Analog Devices zaskakują nas często swymi parametrami. Co ważniejsze, dziś można już bez problemu kupić elementy, o jakich do niedawna nawet nie mogliśmy marzyć, i to za stosunkowo niewielką cenę. W ofercie firmy znajdujemy między innymi trzy ultraniskoszumne przedwzmacniacze audio oznaczone symbolami SSM-2015, SSM-2016 i SSM-2017. Są to wzmacniacze o wejściu symetrycznym, przeznaczone przede wszystkim do sprzętu audio najwyższej klasy, przy czym znakomite parametry umożliwiają też stosowanie ich w roli wzmacniaczy pomiarowych.

Najważniejszymi parametrami, charakteryzującymi przedwzmacniacz z wejściem symetrycznym, są:

- poziom szumów,
- poziom zniekształceń,
- współczynnik tłumienia sygnału wspólnego,
- współczynnik tłumienia tętnień zasilania.

O pasmie przenoszenia nie warto wspominać, ponieważ górne częstotliwości graniczne współczesnych kostek leżą znacznie powyżej pasma akustycznego, istotnym parametrem przy dużych sygnałach może się natomiast okazać szybkość zmian napięcia wyjściowego.

Wspomniane kostki optymalizowane są do zastosowań audio, szczególnie jako wzmacniacze mikrofonowe o dużym wzmocnieniu. Znajdą też zastosowanie jako różnicowe odbiorniki linii, wzmacniacze do sonarów i hydrofonów, a także jako naprawdę niskoszumne wzmacniacze pomiarowe.

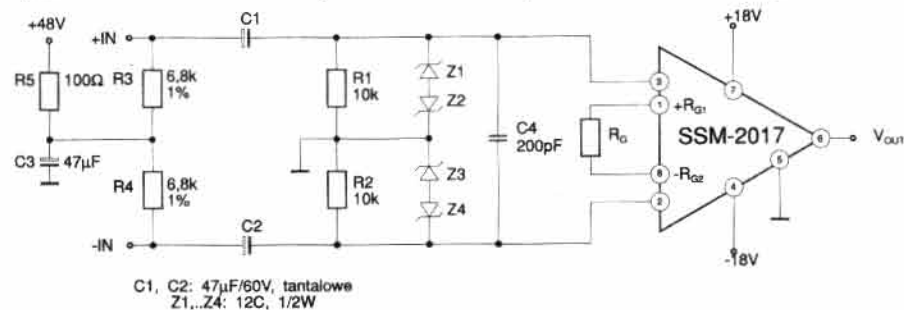
Schemat elektryczny modułu

Firmowy schemat aplikacyjny układu SSM-2017 jako wzmacniacza do mikrofonu z zasilaniem typu phantom jest pokazany na rysunku 1. Kondensatory tantalowe

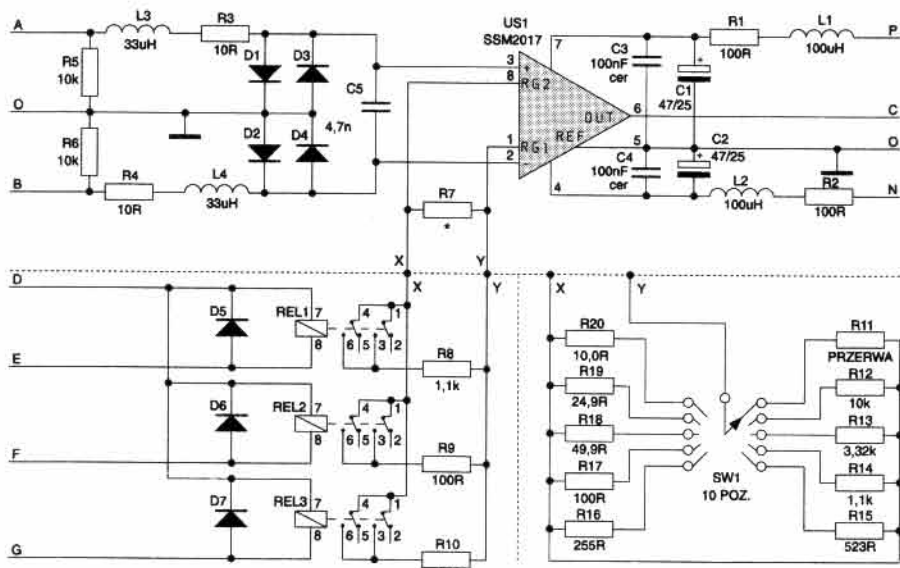
we C1 i C2 są tu niezbędne, ponieważ w czasie pracy na obu końcówkach wyjściowych mikrofonu występuje napięcie rzędu kilkudziesięciu woltów. Diody Zenera Z1...Z4 zabezpieczają kostkę przed uszkodzeniem w sytuacji, gdy mikrofon jest dołączany lub odłączany w obecności napięcia zasilającego 48V.

Rysunek 2 pokazuje schemat układu modelowego opracowanego jako zestaw AVT-236. W module zastosowano niezbędny filtr napięć zasilających z elementami L1, L2, R1, R2, C1...C4. W najbardziej wymagających aplikacjach niezbędne może się okazać zastosowanie dodatkowego, dołączonego z zewnątrz stopnia filtracji, na przykład ze stabilizatorami scalonymi 78L15 i 79L15.

Ponieważ układ stosowany będzie przede wszystkim do sprzętu audio, na wejściu przewidziano miejsce na filtr radiowy z eleme-



Rys. 1. Schemat aplikacyjny układu SSM-2017



Rys. 2. Schemat elektryczny modułu ultrasonycznego przedwzmacniacza

ntami L3, L4, C5, obcinający wyższe częstotliwości. Dla zachowania pełnej symetrii układu, elementy R3 i R4, R5 i R6 oraz L3 i L4 powinny mieć parami równe wartości. W innych zastosowaniach elementy te mogą zostać pominięte.

Rezystory R3, R4 i diody D1...D4 zabezpieczają wejście przed uszkodzeniem. Gdyby użyteczne sygnały wejściowe (lub napięcia wspólne) były większe niż 100mV, zamiast zwykłych diod należy użyć po dwie połączone przeciwsośnie w szereg diody Zenera 4,7...10V (jak na rysunku 1). Zastosowano rezystory ograniczające R3 i R4 o wartości 10Ω, bowiem włączenie tu dużo większej rezystancji spowodowałoby wzrost szumów wzmacniacza (ale tylko gdy wzmacnienie przekracza 100).

Rezystory R5, R6 są konieczne dla stałoprądowej polaryzacji wejść układu scalonego. Zmniejszają też rezystancję dla sygnału

wspólnego. Powinny one mieć możliwie małą rezystancję (zależnie od impedancji wewnętrznej współpracującego źródła, ale nie więcej niż 10kΩ); wtedy zakłócenia i przydźwięki są lepiej tłumione.

Wejście jest sprzężone stałoprądowo. Jeśli wymagane byłoby sprzężenie zmiennoprądowe, na wejście układu należy dołączyć dwa kondensatory. Aby nie zwiększyć szumów, należałoby zastosować kondensatory stałe, np. MKT lub krajowe MKSE, o pojemności kilku mikrofaradów lub elektrolityczne tantalowe.

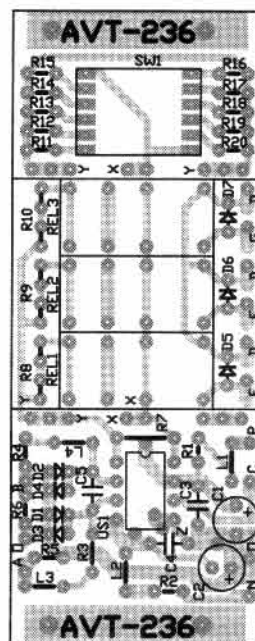
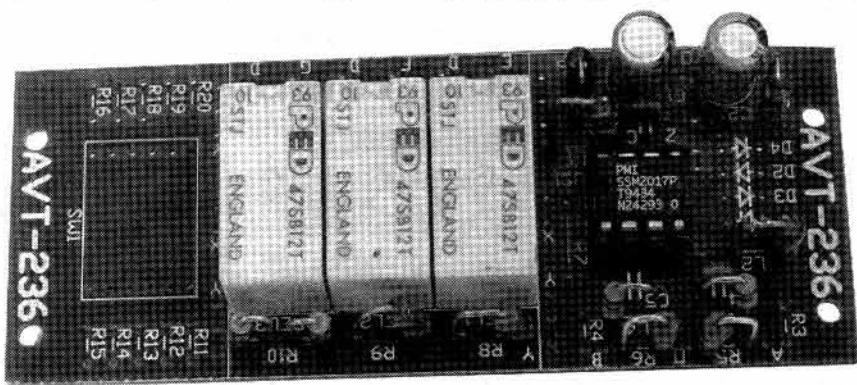
Moduł zawiera elementy umożliwiające regulację wzmacnienia. W najprostszej wersji zamiast rezystora R7 można zastosować potencjometr. Przełączniki REL1...REL3 z rezystorami R8...R10 umożliwiają zdalną regulację wzmacnienia w sekwencji 1, 10, 100, 1000 (nie stosuje się wtedy R7). Do regulacji można też wykorzystać 10-pozycyjny przełącznik obrotowy.

Przy podanych wartościach rezystancji R12...R20 wzmacnienie wynosi 1000, 400, 200, 100, ... , 2, 1. Takie wartości wzmacnienia pozwalają nastawić czułość wzmacniacza w praktycznej sekwencji np. 1mV, 2mV, 5mV, 10mV, ... , 1V.

Montaż i uruchomienie

Do zmontowania elementów układu może być użyta płytka drukowana pokazana na wkładce. Rozmieszczenie elementów na płycie przedstawia rysunek 3. W wersji najprostszej, o stałym wzmacnieniu, należy włutować rezystor R7 o odpowiedniej wartości, a nie montować przełączników, przełącznika i rezystorów o numerach powyżej R7. Dla zmniejszenia wrażliwości na zakłócenia można w pobliżu rezystora R7 przeciąć ścieżki oznaczone X, Y. Zbędne części płytki można też po prostu obciąć.

Fotografie w artykule pokazują dwie odmienne wersje wzmacniacza. Na pierwszej fotografii pokazano wersję z przełącznikiem obrotowym. Płytke trzeba wówczas przeciąć w dwóch zaznaczonych miejscach - środkowa część nie będzie wykorzystana. Po zamontowaniu elementów skrajne części płytki należy zestawić prostopadłe i połączyć za pomocą kawałków srebrzanki wlutowanych w punktach oznaczonych X, Y.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

Tab. 1.

wzmocnienie	napięcie wyjściowe [mVDC]
1	-64
2	-64
4	-65
10	-67
20	-70
40	-76
100	-97
200	-127
400	-190
1000	-214

Najpierw trzeba wlutować te kawałki srebrzanki w płytkę z przełącznikiem, potem włożyć je w otwory płytki z kostką, wykrepować i zalutować. Całość będzie mocowana do obudowy za pomocą przełącznika SW1. Zaletą takiej konstrukcji są małe wymiary, i niewielka podatność na zakłócenia. Nie zaleca się umieszczania przełącznika z dala od reszty układu i łączenia płytek za pomocą dłuższych przewodów ze względu na niebezpieczeństwo powstawania zakłóceń.

W wersji z przekaźnikami (druga fotografia) należy spośród rezystorów zestawu wlutować trzy: 10Ω, 100Ω, 1,1kΩ. Tym razem niewykorzystana będzie część płytki przeznaczona pod przełącznik. Otrzymamy programowany cyfrowo wzmacniacz pomiarowy, moduł bardzo przyda-

tny do budowy aparatury pomiarowej.

Układ nie wymaga regulacji, należy natomiast sprawdzić jego wzmocnienie, choćby za pomocą generatora i oscyloskopu. Chodzi tylko o sprawdzenie orientacyjne, czy nie popełniono jakiejś pomyłki. Można też sprawdzić napięcie niezrównoważenia na wyjściu przy różnych wartościach wzmocnienia.

Przy uruchamianiu układów modelowych nie wystąpiły żadne trudności.

W każdej wersji można wykonać dodatkowe punkty lutownicze (bez otworów) umieszczone pod układem scalonym do dołączenia dwóch rezystorów do korekcji napięcia niezrównoważenia. Metody równoważenia napięcia wyjściowego układu SSM-2017 przedstawimy dokładnie w opisie tego układu w dziale "Podzespoły".

W egzemplarzu modelowym z przełącznikiem napięcie stałe na wyjściu przy wejściu zwartym do masy osiągnęło wartości podane w tab. 1. Są to wartości zgodne z danymi katalogowymi. Wyjściowe napięcie niezrównoważenia wynosi w tym przypadku -64mV, a wejściowe -0,15mV.

Mamy nadzieję, że przedstawiony układ otworzy wielu naszym Czytelnikom drogę do krajiny sprzętu klasy High End.

Piotr Górecki, AVT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 100Ω, 5%
 R3, R4, R10: 10Ω, 1%
 R5, R6, R12: 10kΩ, 1%
 R7: według potrzeb
 R8, R14: 1,1kΩ, 1%
 R9, R17: 100Ω, 1%
 R11: według potrzeb
 R13: 3,32kΩ, 1%
 R15: 523Ω, 1%
 R16: 255Ω, 1%
 R18: 49,9Ω, 1%
 R19: 24,9Ω, 1%
 R20: 10Ω, 1%

Kondensatory

C1, C2: 22...47μF/25
 C3, C4: 100nF, ceramiczny
 C5: 4,7nF, ceramiczny

Indukcyjności

L1, L2: 100μH
 L3, L4: 22...33μH

Półprzewodniki

D1...D7: 1N4148
 US1: SSM-2017

Różne

REL1...REL3: przekaźnik typu DS2 lub podobny
 SW1: przełącznik 10-pozycyjny (np. MIKROSTYK Gniew)
 pokrętło (gałka) przełącznika obrotowego

Zestaw AVT-236 zawiera przełącznik obrotowy SW1 i komplet rezystorów R12...R20. Nie zawiera natomiast elementów REL1...REL3, D5...D7, R7, R11, a także R8...R10, które są identyczne z R14, R17, R20.