

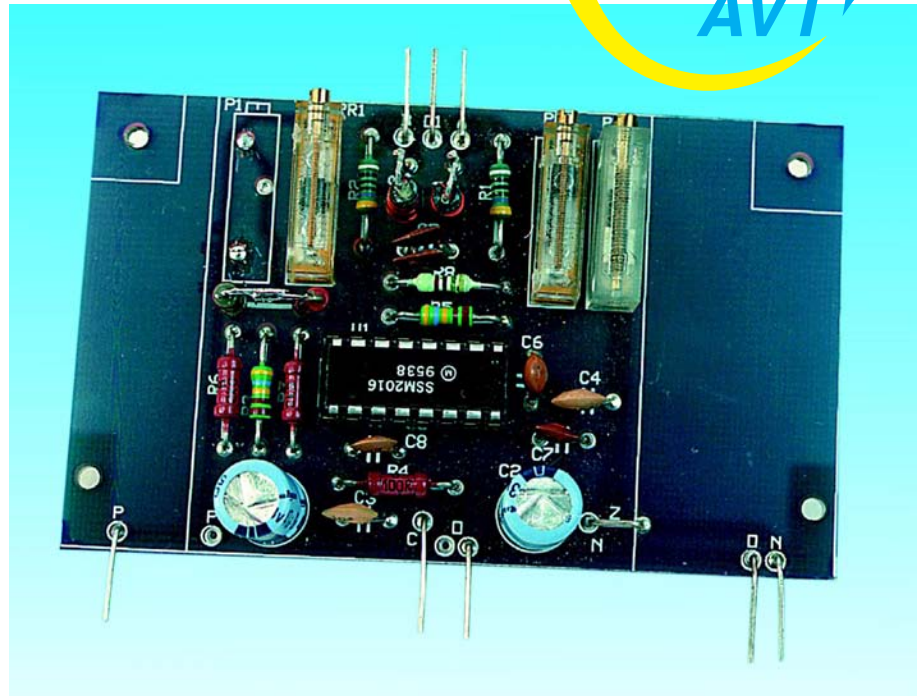
*W ubiegłym miesiącu zainaugurowaliśmy działalność Klubu Konstruktorów. Na razie Klub działa w cyklu dwumiesięcznym: w jednym miesiącu prezentujemy dany element, w następnym przedstawimy naszą propozycję praktycznego zastosowania, w kolejnym - zaprezentujemy następny element, itd. Otrzymaliśmy już ciekawe listy z propozycjami wykorzystania układu SSM-2016. W następnym numerze podamy, kto otrzymał bezpłatne próbki. Dziś prezentujemy nasze rozwiązanie. Jest to prosta aplikacja opisanej kostki w roli przedwzmacniacza mikrofonowego o wejściu symetrycznym.*

# Przedwzmacniacz z układem SSM2016

kit

2120

AVT



Jak wiadomo, kostka SSM-2016 jest najbardziej niskoszumnym układem scalonym, jaki można obecnie dostać na rynku. Ma ponadto szereg innych cennych właściwości, omówionych w poprzednim numerze EdW.

Praktyczne zapoznanie się z tą kostką daje wyobrażenie, czego można, a czego nie można się spodziewać od najwyższej klasy przedwzmacniaczy audio. Trzeba wiedzieć, że lepszych parametrów szumowych nie uda się uzyskać w żadnym układzie, ponieważ osiągnięto już nieprzekraczalną barierę szumów termicznych.

Do niedawna krajowi hobbyści nie mieli dostępu do najnowocześniejszych wyrobów wiodących firm światowych. Obecnie, między innymi dzięki EdW i AVT, otwiera się taka możliwość. Dlatego zachęcamy wszystkich bardziej zaawansowanych elektroników do praktycznego zapoznania się z tą interesującą kostką, która rzeczywiście jest kamieniem milowym w rozwoju układów audio.

## Opis układu

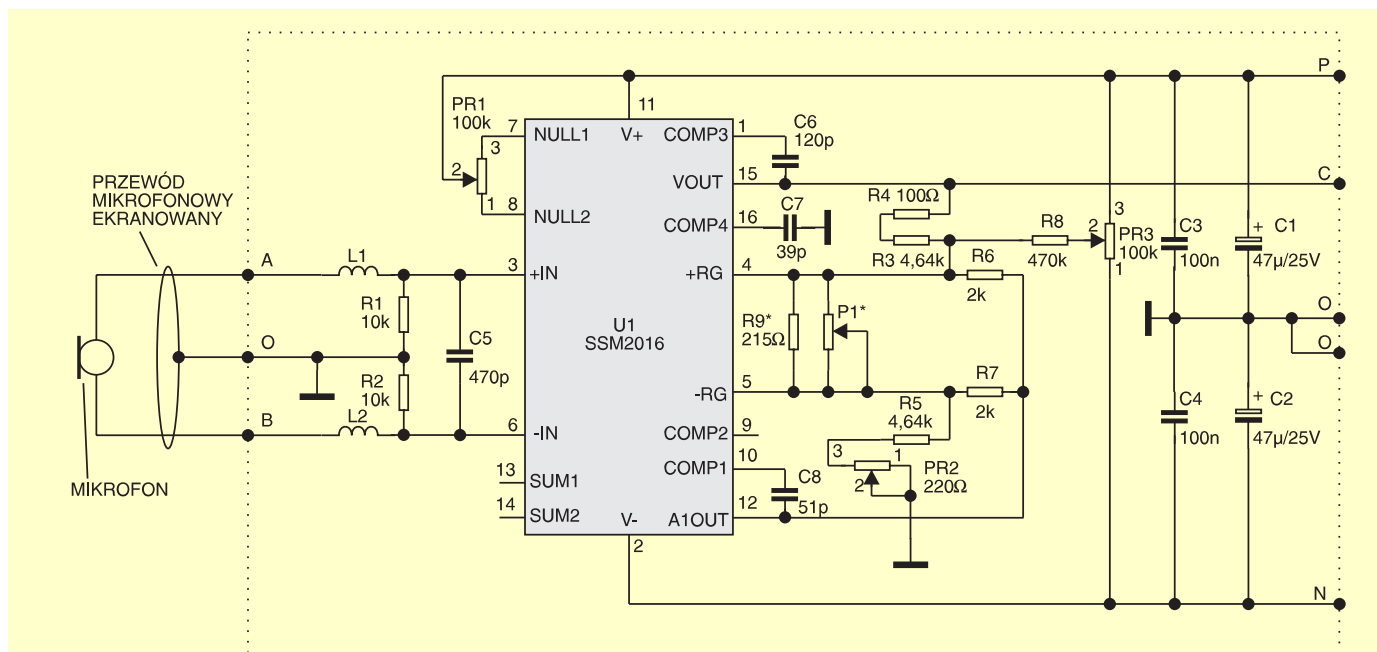
Na **rysunku 1** przedstawiono schemat przedwzmacniacza. Jak widać, firmowy układ aplikacyjny został uzupełniony

o elementy wejściowego filtra radiowego.

Układ ma wejście w pełni symetryczne, przeznaczone jest bowiem do współpracy z mikrofonami lepszej klasy, które z zasady mają takie wyjście (dwa przewody sygnałowe + ekran). Do współpracy ze wzmacniaczem nie warto wykorzystywać prostych mikrofonów dynamicznych z wyjściem niesymetrycznym (jeden przewód sygnałowy + ekran), ani tym bardziej tanich mikrofonów elektretowych.

Rezystory R1, R2 są niezbędne do polaryzacji wejść kostki (nóżki 3 i 6) prądem stałym. W układzie przewidziano miejsce na dławiki L1 i L2 o indukcyjności rzędu kilkudziesięciu mikrohenrów, które wraz z kondensatorem C5 tworzą wejściowy filtr dolnoprzepustowy, nie dopuszczający do układu zakłóceń o częstotliwościach radiowych.

W ogromnej większości przypadków dławików tych nie trzeba montować, ale gdyby w jakimś zastosowaniu okazało się, iż oprócz sygnału mikrofonu, na wyjściu pojawił się zdemodulowany sygnał radiowy (np. z pobliskiego nadajnika CB), należałoby wlotować te dławiki i zwiększyć pojemność C5 do 4,7nF, a nawet 10nF (kondensatory ceramiczne). Jed-



Rys. 1. Schemat ideowy przedwzmacniacza.

nak zastosowanie takiego prostego filtra może spowodować przy największym wzmacnieniu pewne kłopoty ze stabilnością układu. Dlatego przy stosowaniu dławików należy dokładnie sprawdzić, czy przypadkiem w realnych warunkach pracy, układ nie ma tendencji do samowzbudzenia na częstotliwości zbliżonej do częstotliwości rezonansowej obwodu  $L1+L2, C5$ .

W rzadkich przypadkach stosowania dławików należałoby zadbać, aby były to dławiki na rdzeniach toroidalnych; można też zastosować pokazane na fotografii dławiki na rdzeniach walcowych (w takim wypadku gdyby pojawił się przydźwięk sieci, należy ustawić dławiki lub całą płytkę w innym kierunku).

Kondensatory C6, C7 i C8 są elementami obwodów kompensacji częstotliwościowej - zapobiegają samowzbudzeniu wzmacniacza.

Do regulacji wzmacnienia przewidziano elementy R9 oraz P1. Jeśli wzmacnienie ma mieć stałą wartość - należy zastosować dobrej klasy rezystor R9; gdy trzeba je regulować - można wlotować helitrim P1 lub zastosować potencjometr zewnętrzny (przewody łączące muszą być krótkie i najlepiej ekranowane).

Wzmocnienie może być dowolnie dobierane przez zmianę rezystancji R9 (lub P1) w zakresie  $3,5x...1000x$ .

Przy proponowanych wartościach elementów R3 - R7 wzmacnienie G wynosi:

$$G = 10kw/R9 + 3,5$$

Kondensatory C1 - C4 filtrują napięcie zasilające. Układ scalony może być zasilany napięciem w zakresie od  $\pm 9V$  do

$\pm 36V$ . Pobiera przy tym kilkanaście miliamperów prądu. W proponowanym module napięcie to ograniczają kondensatory C1 i C2 o napięciu pracy 25V.

Zazwyczaj przedwzmacniacz jest dodatkowo odseparowany od wzmacniacza mocy rezystorami szeregowymi umieszczonymi w obu szynach zasilających. Dobrym rozwiązaniem jest też zastosowanie scalonych stabilizatorów, na przykład rodzin 78XX, 79XX czy LM317, LM337.

Dobre odsprzęgnięcie zasilania nie jest jednak sprawą krytyczną, ponieważ układ ma znakomity współczynnik tłumienia tętnień zasilania rzędu 100dB.

W konkretnym zastosowaniu można dodać takie rezystory szeregowo lub stabilizatory.

Nawet najlepszy układ scalony nie jest produkowany z idealną precyzją. Minimalne rozrzuty produkcyjne owocują pojawieniem się napięć niezrównoważenia. W praktyce powoduje to pojawienie się jakiegoś niezerowego napięcia stałego na wyjściu, gdy oba wejścia są zwarte do masy, i co gorsze, zmiany tego napięcia przy zmianie wzmacnienia (czyli zmianie rezystancji R9). Ponadto niedoskonałe dobranie symetrii rezystorów R1...R4 spowoduje zmniejszenie współczynnika tłumienia sygnału wspólnego.

Żeby maksymalnie wykorzystać możliwości kostki, układ wyposażono w elementy korekcji napięć niezrównoważenia (potencjometry PR1 - PR3).

Potencjometr PR2 pozwala uzyskać maksymalny współczynnik tłumienia sygnału wspólnego, PR1 umożliwia

uzyskanie zerowego napięcia wyjściowego przy dużym wzmacnieniu, a PR3 - przy małym wzmacnieniu.

Potencjometr PR2 trzeba stosować zawsze, ale elementy PR1, PR3 oraz R8 nie są konieczne - bez nich stałe napięcie spoczynkowe na wyjściu nie będzie równe zero i będzie się nieco zmieniać wraz ze zmianą wzmacnienia.

W większości wypadków to zupełnie nie przeszkadza, bowiem i tak zazwyczaj następne stopnie są sprzężone zmiennoprądowo, to znaczy w torze sygnału stosuje się kondensatory sprzęgające. Ale świetna kostka SSM-2016 umożliwia budowę monego i nowoczesnego wzmacniacza o sprzężeniu stałoprądowym - wtedy należy zastosować wszystkie trzy wspomniane potencjometry korekcyjne.

## Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płytce pokazanej na **rysunku 2** nie sprawi trudności. Wymiary płytki i rozmieszczenie punktów lutowicznych zasilania odpowiadają standardowym modułom audio przedstawianym w Elektronice Praktycznej. Można też obciążać niewykorzystane części płytki - przewidziano dwa komplety punktów do podłączenia zasilania.

W zasadzie kolejność montażu jest dowolna, bowiem układ scalony wykonany w technologii bipolarnej nie wymaga szczególnych środków ostrożności, jednak na wszelki wypadek cenną kostkę można wlotować lub włożyć do podstawki na końcu. Zamiast dławików należy zamontować zwory; dławiki pogorszą charakterystykę częstotliwościową

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2: 10kw 1% (6,81...15,4kw 1%)
- R5, R3: 4,64kw (4,22...5,11kw 1%)
- R4: 100w 1% (82,5...121w 1%)
- R6, R7: 2kw 1% (1,74...2,26kw 1%)
- R8: 470kw 5%
- R9: 215w 1% (196...237w 1%)
- P1: dobrać według potrzeb \*
- PR1, PR3: 100kw helitrim
- PR2: 220w helitrim

Kondensatory

- C1, C2: 47µF/25V
- C3, C4: 100nF ceramiczny
- C5: 470pF
- C6: 120pF
- C7: 39pF
- C8: 51pF

Półprzewodniki

- U1: SSM2016

Różne

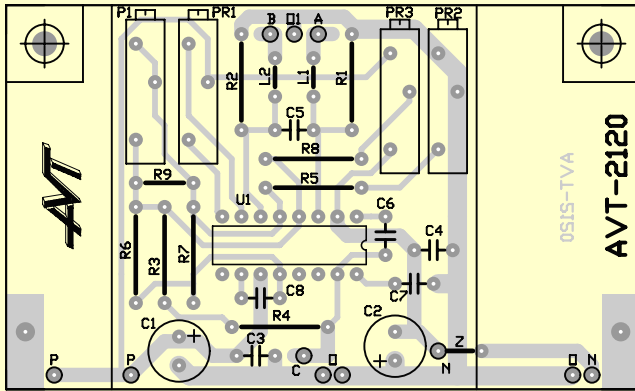
- L1, L2: 22...100µH \*

\*Uwaga - potencjometr P1 i dławiki L1, L2 nie wchodzą w skład kitu AVT-2120.

wzmocnienie (lub wylutować R9) i wyregulować PR3 aby na wyjściu znów uzyskać napięcie równe zero woltów. Potem znów zwiększyć wzmacnienie i skorygować ustawienie PR1... itd.

Po takiej dwukrotnej regulacji układ jest gotowy do pracy.

(red)



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

i należy je stosować tylko w ostateczności, gdyby przez przewody mikrofonowe przedostawały się zakłócenia radiowe. W takim przypadku można zastosować gotowe dławiki w.c., najlepiej na rdzeniach toroidalnych.

Zmontowany układ należy wstępnie sprawdzić i wyregulować. Po zasileniu go napięciem symetrycznym z zakresu ±10...±25V, należy zgodnie z rysunkiem 3, podać na wejście sygnał zmienny o częstotliwości np. 1kHz i o amplitudzie rzędu 100mV. Następnie za pomocą oscyloskopu sprawdzić napięcie na wyjściu - powinien tam wystąpić sygnał zmienny o amplitudzie około 5V.

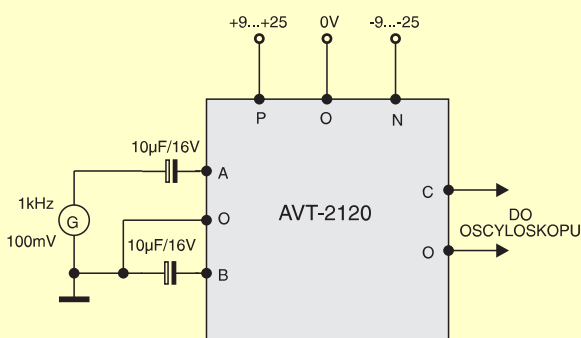
W układzie testowym z rysunku 3 zastosowano generator o wyjściu niesymetrycznym. W takim wypadku do wyeliminowania wpływu rezystancji wewnętrznej generatora na napięcie stałe na wyjściu zastosowano kondensatory separujące. W normalnej pracy układu nie należy stosować takiego połączenia - mikrofon powinien być połączony tak, jak pokazano na rysunku 1.

Dla wyeliminowania niedoskonałości doboru elementów układu, należy wyre-

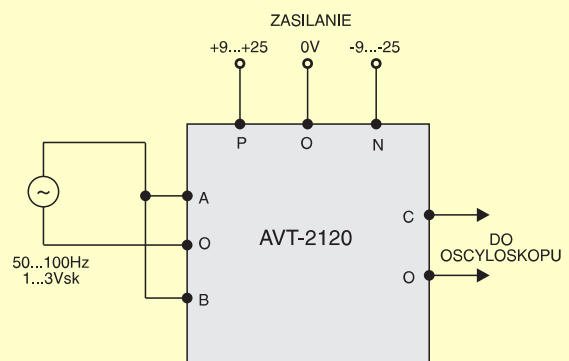
gulować potencjometry korekcyjne PR1 - PR3.

W najprostszej wersji bez elementów PR1, PR3 i R8, należy jedynie przeprowadzić regulację PR2, podając na oba zwarte wejścia sygnał o częstotliwości 50...100Hz i amplitudzie kilku woltów - patrz rysunek 4. Należy tak wyregulować PR2, by przebieg zmienny na wyjściu miał jak najmniejszą wartość.

Jeśli na wyjściu wymagane jest spoczynkowe napięcie stałe dokładnie równe potencjałowi masy, należy zastosować elementy PR1, PR3 i R8. W takiej pełnej wersji zaleca się następującą kolejność regulacji: PR1, PR2, PR3 i jeszcze przynajmniej raz PR1, PR2, PR3. To znaczy, że najpierw, przy łożonym wejściu, należy za pomocą P1 ustawić maksymalne wzmacnienie (lub lutować R9 = 10W) i wyregulować PR1 do uzyskania zerowego napięcia stałego na wyjściu. Następnie zgodnie z rysunkiem 4 trzeba podać na zwarte wejścia sygnał 50...100Hz i wyregulować PR2 na minimum sygnału zmiennego na wyjściu. Następnie odłączyć sygnał, rozewrzeć wejście, i za pomocą P1 ustawić minimalne



Rys. 3. Układ do wstępnego sprawdzenia wzmacniacza.



Rys. 4. Układ do korekcji współczynnika tłumienia sygnału wspólnego.