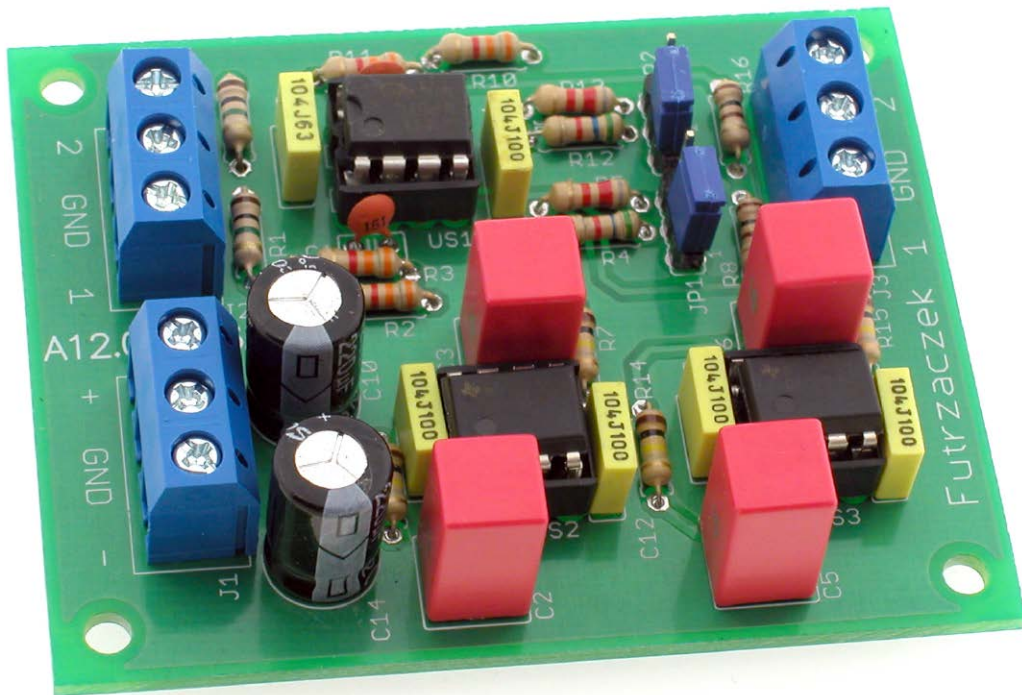


Przedwzmacniacz z eliminowaniem składowej stałej

Składowa stała w sygnale audio zwykle jest zjawiskiem niepożądanym. Najprostszą metodą jej wyeliminowania jest włączenie kondensatora w przewodzie sygnałowym. Według niektórych taki komponent pogarsza jakość dźwięku, co motywują między innymi, przesunięciem fazowym wprowadzanym przez taki element oraz szumami. Opisany przedwzmacniacz nie zawiera kondensatorów w torze sygnału audio. Ponadto, jego wzmacnienie można zmieniać.



Przedstawiony układ jest dwukanałowym wzmacniaczem napięciowym o wzmacnieniu +6 dB lub +3 dB. Dodatkową funkcjonalnością jest zerowy poziom składowej stałej napięcia wyjściowego, nawet, jeżeli znajduje się ona w sygnale wejściowym. Schemat układu jest widoczny na **rysunku 1**. Składa się z dwóch identycznych bloków, więc omówiony zostanie tylko jeden z nich. Wzmacnienie napięciowe jest realizowane przy użyciu wzmacniacza operacyjnego US1A. W jego otoczeniu znajdują się elementy, które czynią z niego wzmacniacz napięciowy o szerokim paśmie przeniesienia. W układzie prototypowym użyto NE5532, gdyż bardzo często zaprzęga się go do pracy w układach audio, choć nie ma przeciwwskazań, by użyć innego podwójnego układu wzmacniacza operacyjnego o tym samym rozkładzie wyprowadzeń.

Rezystor R1 polaryzuje wstępnie wejście nieodwracające, na wypadek braku podłączonego źródła sygnału. Bez niego, napięcie wyjściowe może osiągnąć nieznana wartość, co z kolei może uszkodzić wzmacniacz lub głośniki. Rolą rezystora R2 jest ograniczenie prądu płynącego przez tranzystor stopnia wejściowego wzmacniacza operacyjnego. Taka sytuacja może wystąpić

po przyłożeniu do wejścia napięcie znacznie przewyższającego zasilające, np. wskutek wyładowania elektrostatycznego lub uszkodzenia źródła sygnału.

Pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego, które ogranicza wzmacnienie, składa się z rezystorów R3 i R5 oraz ew. R4. Dołączenie R4 równoległe do R5 zwiększa wzmacnienie do ok. +2 V/V, co odpowiada wzmacnieniu 6 dB. Bez nałożonej zworki, wzmacnienie wynosi ok. 1,4 V/V, co z kolei odpowiada wzmacnieniu 3 dB. Kondensator C1 ogranicza pasmo przenoszenia do około 320 kHz, co redukuje napięcie skutecznie szumów na wyjściu i poprawia stabilność wzmacniacza, jednocześnie nie wnosząc słyszalnego ograniczenia pasma oraz przesunięć fazowych w paśmie akustycznym.

Jak łatwo zauważyć, wejścia wzmacniacza US1A nie są sterowane z tej samej (lub nawet zbliżonej) rezystancji. W normalnych warunkach takie działanie byłoby niedopuszczalne, gdyż nieskompensowane prądy wyjściowe wywołałyby powstanie na wyjściu składowej stałej o bliżej nieznanej wartości. Dodatkowy układ, zawierający wzmacniacz US2, zapobiega temu efektowi.

Napięcie wyjściowe jest uśredniane przy użyciu prostego obwodu całkującego RC,

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 95777, PASS: 53wtjyf6

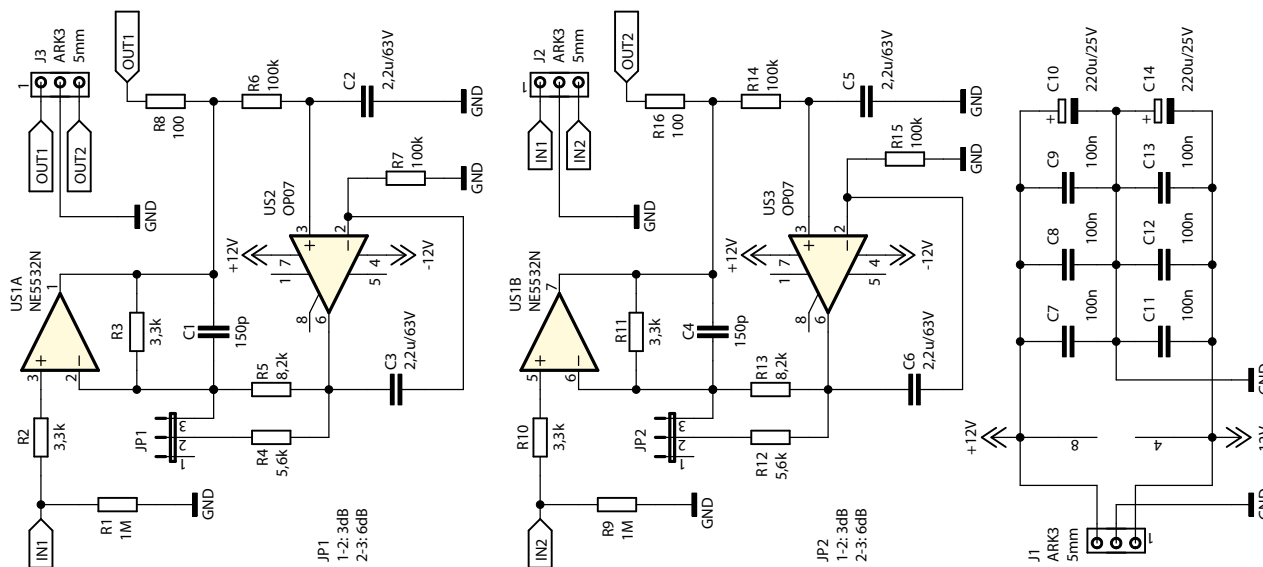
W ofercie AVT*

AVT-1977

Wykaz elementów:

R1, R9: 1 MΩ
 R2, R3, R10, R11: 3,3 kΩ
 R4, R12: 5,6 kΩ
 R5, R13: 8,2 kΩ
 R6, R7, R14, R15: 100 kΩ
 R8, R16: 100 Ω
 C1, C4: 150 pF
 C2, C3, C5, C6: 2,2 μF/63 V
 C7...C9, C11...C13: 100 nF/63 V
 C10, C14: 220 μF/25 V
 US1: NE5532 (DIP8, opis w tekście)
 US2, US3: OP07 (DIP8, opis w tekście)
 J1...J3: ARK3/5 mm
 JP1, JP2 goldpin 3pin męski 2,54 mm
 Trzy podstawki DIP8
 Dwie zworki 2,54 mm

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiędność lutowania!
 Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KITem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
 Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
 ■ wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wylutowane w płytkę PCB)
 ■ wersja [A] płytką drukowaną bez elementów i dokumentacja
 Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
 ■ wersja [A+] płytką drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
 ■ wersja [UK] zaprogramowany układ
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>



Rysunek 1. Schemat ideowy przedwzmacniacza

na który składają się rezystor R6 i kondensator C2. Stała czasowa tego obwodu to 220 ms, zatem częstotliwość odcięcia takiego filtra to około 700 mHz. Pasma akustyczne zaczyna się od częstotliwości ok. 20 Hz, więc sygnały z tego zakresu nie przedostaną się przez ten filtr. Napięcie na C2 powinno być niemal stałe, o zerowej wartości średniej.

Wzmacniacz US2 typu OP07 jest wzmacniaczem operacyjnym o bardzo małym (ok. 75 μ V) offsecie napięcia wejściowego. Jego zadaniem jest porównanie potencjału masy z napięciem odłożonym na kondensatorze C2 i takie wysterowanie swojego wyjścia, aby zniwelować tę różnicę. To wyjście jest dołączone do dolnego zacisku R4/R5, który – w normalnych warunkach – jest połączony z masą. Potencjał wyjścia US2 zmienia się bardzo wolno, więc dla szybkozmiennego sygnału audio można traktować je jak masę.

Zamknięciem drogi dla składowej stałej w pętli sprzężenia wzmacniacza US2 jest obwód zawierający wzmacniacz US1A. Kondensator C3 (razem z rezystorem R7) ograniczają pasmo przenoszenia układu kompensującego składową stałą, aby nie dochodziło do szybkich zmian napięcia na wyjściu w sytuacji, kiedy potencjały jego obu wejść są bliskie sobie. Jednocześnie, nie ogranicza to wzmocnienia dla składowej stałej.

Zasada działania tego obwodu jest proste: jeżeli wartość średnia napięcia wyjściowego odbiega od zera, wzmacniacz US2 wpływa na prąd płynący przez R4/R5 w takim stopniu, aby owa składowa stała opadła do zera. Jednakowe wartości R5 i R6 zapewniają brak problemów w nieskompensowanym prądami wejść tego wzmacniacza.

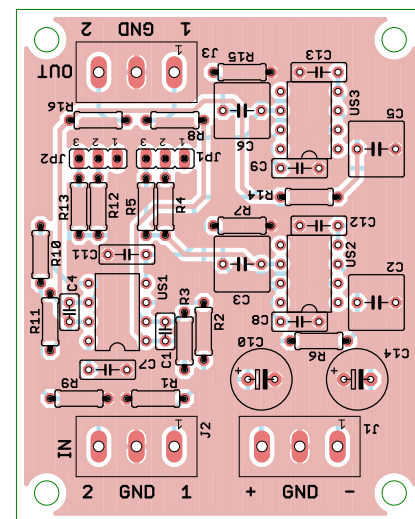
W prawidłowo działającym układzie, składowa stała napięcia wyjściowego powinna być na poziomie ok. 75 μ V lub mniejszym. Na tle sygnału zmiennego, którego amplituda wynosi zazwyczaj setki

miliwoltów, można uznać ją za całkowicie wyeliminowaną. W szereg z zaciskiem wyjściowym został włączony rezystor R8. Nie jest on konieczny, jednak praktyka wykazała, że sterowanie znacznych obciążań pojemnościowych (np. długich kabli ekranowanych) bezpośrednio z wyjścia wzmacniacza operacyjnego, może spowodować jego wzbudzenie. Rezystor o tak małej wartości nie wpłynie negatywnie na pasmo przenoszenia, a jednocześnie nie dopuści do powstania tego przykrego efektu.

Schemat montażowy płytki drukowanej dla tego układu pokazano na **rysunku 2**. Jej wymiary to 68 mm×54 mm, zaś w odległości 4 mm od krawędzi płytki znajdują się otwory montażowe. Wszystkie układy scalone są zasilane napięciem symetrycznym. Wejścia zasilania każdego z nich są filtrowane kondensatorami o pojemności 100 nF, co zapobiega wzbudzeniom i utrudnia przenikanie zakłóceń z linii zasilających do sygnału. Wszystkie zastosowane elementy są w obudowach do montażu przewlekane, więc montaż tego układu nie powinien nastręczać trudności nawet początkującym elektronikom. Pod układy scalone polecam zastosować podstawki. Montaż należy przeprowadzić w typowej kolejności – od elementów najniższych po najwyższe.

Prawidłowo zmontowane urządzenie nie wymaga dodatkowych czynności uruchomieniowych i jest od razu gotowe do pracy. Przystawiając zworki JP1/JP2 można ustawić wzmocnienie napięciowe. Można też zmienić wartości rezystorów R4/R5 i R12/R13, aby osiągnąć inną wartość wzmocnienia. Należy pamiętać, że w tym układzie osiągnięcie wzmocnienia równego 1 V/V nie jest możliwe, bo wiązałyby się to z zerowaniem pętli sprzężenia zwrotnego dla układu OP07.

Jak wykazały pomiary przeprowadzone na prototypie, przy zasilaniu napięciem



Rysunek 2. Schemat montażowy przedwzmacniacza

± 12 V, kompensacja działa prawidłowo przy składowej stałej napięcia wejściowego w granicach $-5V...+5$ V przy ustawionym wzmocnieniu 6 dB. Przy wzmocnieniu 3 dB ten zakres zawęży się do ok. $-3V...+3$ V. Powodem tego zawężenia jest większa rezystancja, przez którą układ OP07 steruje węzłem zawierającym wejście odwracające wzmacniacza US1. Należy to mieć na uwadze wymieniając rezystory w pętli sprzężenia zwrotnego. Napięcie zasilania układu jest zdeterminowane przez użyte w nim wzmacniacze. Dla zestawu użytego w prototypie, czyli OP07 i NE5532, nie powinno ono przekraczać wartości ± 18 V.

Warto nadmienić, że układ oddziela składową stałą z sygnału poprzez jego filtrowanie. Z tego powodu, przez ok. 2 sekundy od podania sygnału, kompensacja może nie działać w pełni, ponieważ obwody filtrujące muszą osiągnąć stan ustalony.

Michał Kurzela, EP