



Korektor graficzny equalizer 5-kanalowy



Właściwości:

- * niski koszt
- * możliwość dołączenia potencjometrów suwakowych
- * samodzielne urządzenie lub moduł do wbudowania
- * zasilanie napięciem stałym lub zmiennym
- * nie wymaga uruchamiania

Do czego to służy?

Należy po raz kolejny przypomnieć, że equalizer zgodnie ze swą nazwą służy do wyrównywania charakterystyki częstotliwościowej systemu elektroakustycznego (ang. equalize - wyrównywać). Chodzi głównie o skorygowanie charakterystyki pomieszczenia odsłuchowego i kolumn. Jak wiadomo, w każdym pomieszczeniu występują odbicia i powstają rezonanse - w rezultacie niektóre fragmenty pasma akustycznego są odtwarzane głośniejsz, inne ciszej niż zaplanował to realizator nagrania. Istotne znaczenie ma też charakterystyka, a nawet ustawienie głośników (kolumn).

Equalizer pozwala skorygować te niedoskonałości i uzyskać jednakową charakterystykę przetwarzania tonów w całym paśmie. Profesjonaliści z reguły używają equalizerów 31-punktowych, tak zwanych tercjowych. Całe pasmo akustyczne podzielone jest tam na 31 zakresów i 31 potencjometrów pozwala niezależnie regulować charakterystykę w każdym zakresie. W takich profesjonalnych systemach equalizer lub korektor innego rodzaju, tak zwany parametryczny, może też przy okazji pełnić rolę eliminatora sprzężeń akustycznych, ale to już inny temat.

W systemach amatorskich nie ma potrzeby stosowania tak rozbudowanego sprzętu. Wystarczy kilkupunktowy equalizer, który skoryguje główne wady systemu.

W praktyce okazuje się, że amatorzy wykorzystują equalizery nie do wyrównywania charakterystyki częstotliwościowej, tylko do wypuklenia niektórych części pasma (zwykle dolnej i górnej).

Do takich celów znakomicie nadaje się opisywany pięciopunktowy korektor.

Znajdzie on szereg zastosowań, zarówno w sprzęcie audio własnej konstrukcji, jak i jako dodatek do istniejących instalacji audio.

Equalizery, które wyposażone są w potencjometry suwakowe, słusznie nazywane są graficznymi korektorami charakterystyki częstotliwościowej. Graficznymi dlatego, że ustawienie potencjometrów wizualnie pokazuje przebieg charakterystyki częstotliwościowej.

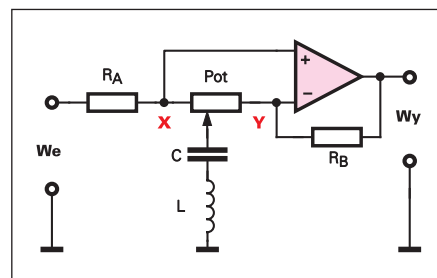
Jak to działa?

Działanie equalizera wydaje się bardzo trudne do zrozumienia. W rzeczywistości jest bardzo proste. W każdym equalizerze muszą występować filtry wydzielające poszczególne pasma częstotliwości. Z reguły są to szeregowo obwody rezonansowe LC. Idealny obwód LC zawiera idealną cewkę i idealny kondensator, natomiast w rzeczywistym obwodzie rezonansowym trzeba uwzględnić rezystancję uzwojenia cewki i inne

szkodliwe czynniki, które na schemacie zastępczym są reprezentowane przez rezystancję R_s - zobacz rysunek 1.

Korektor musi zawierać element regulacyjny - potencjometr. Potencjometr ten po-

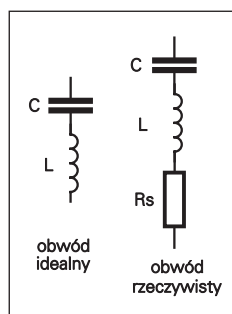
winien umożliwić nie tylko stłumienie danej części pasma, ale też jego podbicie. Z tego względu nie może to być najprostszy regulator składający się wyłącznie z potencjometru i filtru. Trzeba zastosować wzmacniacz operacyjny. Powszechnie stosuje się tu charakterystyczny sposób dołączenia potencjometru i filtru, pokazany na rysunku 2. Działanie jest w sumie bardzo proste. Jak wiadomo, idealny szeregowo obwód rezonansowy przy swej częstotliwości środkowej przedstawiałby sobą rezystancję równą zero. Inaczej mówiąc, dla "swoich" częstotliwości byłby zwarcie. Dla innych częstotliwości, zarówno większych, jak i mniejszych, obwód rezonansowy stanowi jakąś znaczną oporność.



Rys. 2

Gdy więc suwak jest przesunięty do punktu na rysunku 2 oznaczonego X, wtedy dla sygnałów z tego pasma w idealnym przypadku nastąpi zwarcie wejścia nieodwracającego do masy i na wyjściu nie przejdzie żaden sygnał. Ilustruje to rysunek 3a. Przy ustawieniu suwaka w punkcie oznaczonym Y, do masy zostanie zwarte wejście odwracające, co teoretycznie spowoduje nieskończenie wielkie wzmocnienie sygnałów o częstotliwości rezonansowej obwodu LC. Ilustruje to rysunek 3b oraz narysowany nieco inaczej rysunek 3c. W środkowym położeniu

Rys. 1



suwaka wzmocnienie będzie równe 1, o ile tylko rezystancje R_A , R_B będą równe. Ilustruje to **rysunek 3d** i narysowany inaczej **rysunek 3e**.

Każdy rzeczywisty obwód rezonansowy przy swej częstotliwości rezonansowej (i w jej pobliżu) zachowuje się jak rezystancja o niewielkiej wartości. Nie uzyskuje się więc ani całkowitego tłumienia, ani nieskończonego wzmocnienia sygnałów o żądanej częstotliwości. Niemniej możliwa jest regulacja: zarówno tłumienie, jak i podbijanie danego pasma częstotliwości.

Od dawna w obwodach rezonansowych LC equalizerów zamiast kłopotliwych klasycznych cewek stosuje się tak zwane aktywne indukcyjności. W droższych układach każda aktywna indukcyjność zawiera jeden wzmacniacz operacyjny. **Rysunek 5b** pokazuje realizację aktywnej indukcyjności. Przez dobór elementów można uzyskać potrzebne wartości indukcyjności i dobroci.

W prostszych układach wzmacniacz operacyjny, który pracuje jako nieodwracający bufor, można zastąpić wtórnikiem emiterowym - patrz **rysunek 5c**.

zmniejsza on wzmocnienie częstotliwości spoza pasma akustycznego. Z kolei obwody $R1$, $C1$ oraz $C14$, $R22$ odcinają składową stałą, dzięki czemu wejście i wyjście w spoczynku mają potencjał minusa zasilania, czyli masy.

Układ zasilany jest pojedynczym napięciem, stabilizowanym za pomocą układu $U2$. Dzięki dobrej stabilizacji, skutecznie wyeliminowane są problemy z przesłuchem i szumami przechodzącymi przez obwody zasilania. Ze względu na obecność obwodów stabilizacji, stałe napięcie zasilania, podawane na punkty P, O, nie może być mniejsze niż 12V. Przy mniejszych napięciach stabilizator $U2$ nie spełni swojej roli i do układu będą się przedostawać "śmieci" z szyn zasilających.

Dzięki diodzie $D1$ i stosunkowo dużemu kondensatorowi $C16$, moduł może też być zasilany napięciem zmiennym o wartości 11...17V.

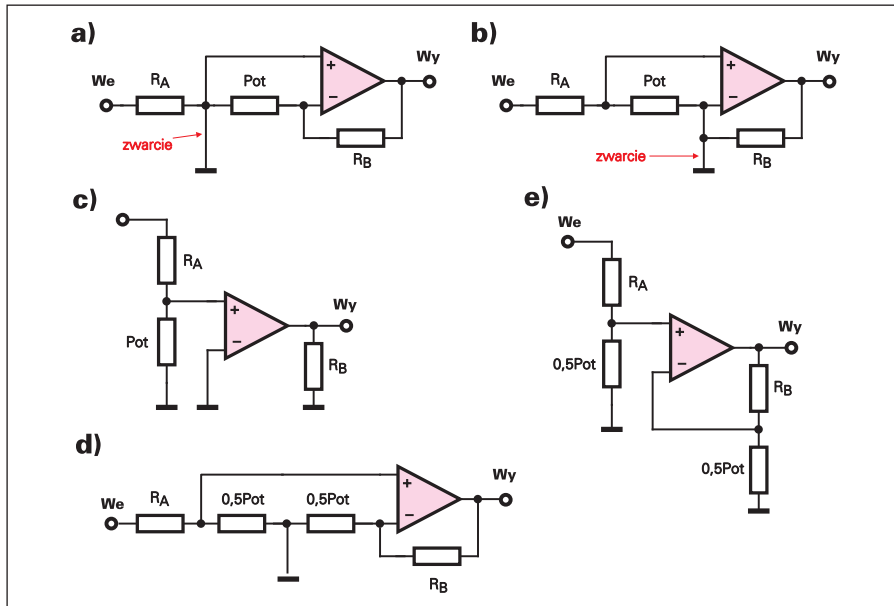
Układ zapewnia regulację poszczególnych pasm częstotliwości w zakresie około ± 12 dB. Nominalne częstotliwości poszczególnych zakresów wynoszą 100Hz, 330Hz, 1kHz, 3,3kHz, 10kHz.

Egzemplarz modelowy pokazany na fotografii, zawierający standardowe kondensatory i rezystory, ma częstotliwości środkowe wynoszące dokładnie 93Hz, 308Hz, 985Hz, 3,4kHz i 10,9kHz. Całkowity zakres regulacji w tych pasmach wynosi odpowiednio: 25dB, 23dB, 22,9dB, 22,3dB, 22,7dB. Moduł pracuje poprawnie przy napięciu zasilającym co najmniej 11,7V. Wtedy stabilizator $U2$ daje napięcie 9,05V. Maksymalny nie-

zniekształcony sygnał ma amplitudę aż 6,6Vpp, co daje duży zapas.

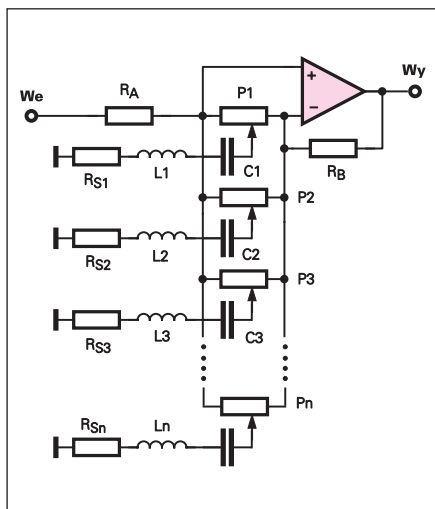
Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, pokazanej na **rysunku 7**. Montaż nie

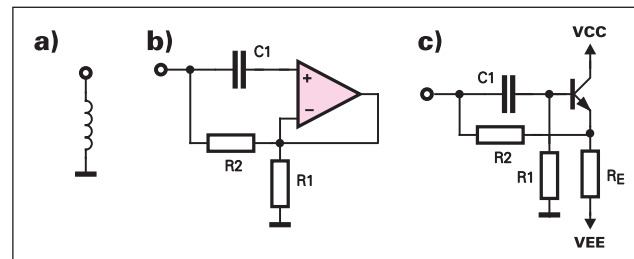


Rys. 3

Rys. 4



W typowym equalizerze występuje kilka do kilkudziesięciu potencjometrów i obwodów LC. **Rysunek 4** pokazuje schemat podstawowy typowego equalizera. Właściwości i możliwości regulacji określone są przez obwody rezonansowe, a ściślej przez ich rezystancję szeregową R_s i dobroć.



Rys. 5

I tak doszliśmy do schematu ideowego naszego modułu, pokazanego na **rysunku 6**. Można na nim łatwo zidentyfikować kluczowe elementy z rysunku 4: wzmacniacz operacyjny, rezystory R_A , R_B i obwody rezonansowe. Jak widać, wykorzystano tu pięć jednakowych obwodów z aktywną indukcyjnością zawierającą wtórnik emiterowy. Układ zasilany jest pojedynczym napięciem, ma więc obwód sztucznej masy, zrealizowany za pomocą elementów $R19$, $R20$, $C12$. Trzeba w nim zastosować stosunkowo małe wartości rezystorów ze względu na prądy baz tranzystorów. Z tego względu, a także z uwagi na właściwości wzmacniacza operacyjnego, rezystor $R18$ pełni tylko rolę pomocniczą i polaryzuje wejścia wzmacniacza operacyjnego napięciem stałym. Kondensator $C13$ nie jest konieczny - na wszelki wypadek

REKLAMA . REKLAMA . REKLAMA

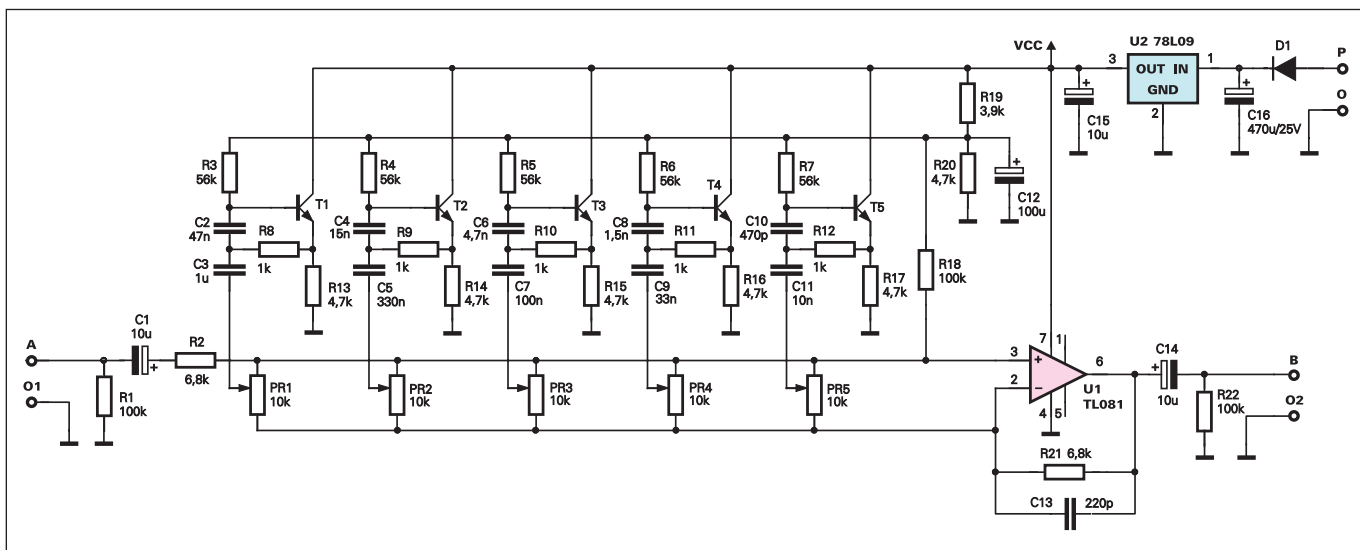


02-083 Warszawa, Al. Niepodległości 61
tel.: 888-18 22, fax: 811 09 92
e-mail: s.lawmir@poczta.onet.pl
http://www.slawmir.com.pl

**WYSYŁKOWA SPRZEDAŻ CZĘŚCI
ELEKTRONICZNYCH**

02-083 Warszawa, ul. Próżniana 173
tel.: 888-18 11, fax: 818 11 95
40-052 Nakle-Św., ul. Dąbrowskiego 3
tel.: 0-22-51 21 28, 51 28 88

**Elementy SMD. Również sprzedaż wysyłkowa.
Kompleksowa obsługa firm
w części i podzespoły elektroniczne.**



Rys. 6

sprawi trudności. Należy tylko zwracać baczniejszą uwagę na prawidłową biegunowość elementów, zwłaszcza kondensatorów elektrolitycznych, diody i układu scalonego U1. Elementy warto zmontować w kolejności od najmniejszych do największych, zaczynając od zaznaczonych na płytce zwór. Układ scalony U1 należy włożyć do podstawki na samym końcu, po zmontowaniu całości.

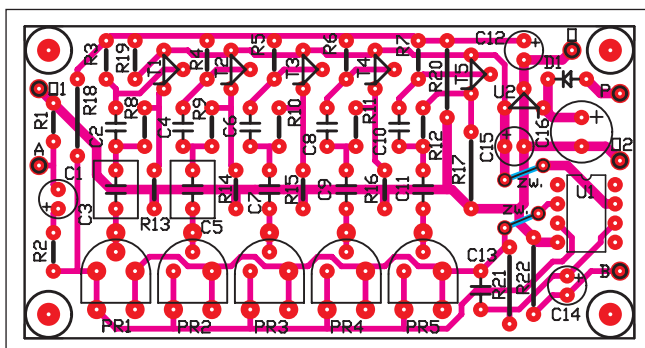
Układ nieprzypadkowo oznaczono jedną gwiazdką - zmontowany prawidłowo ze sprawnych elementów działa od razu i nie wymaga żadnego uruchamiania.

Moduł może być wykorzystany w samodzielnie konstruowanych urządzeniach audio. Można go też zastosować do wzbogacenia istniejącego systemu audio. Do budowy układu stereofonicznego potrzebne są dwa takie moduły.

Jak podano wcześniej, moduł można zasilac napięciem stałym, co najmniej 12V lub zmiennym.

Aby uzyskać optymalne parametry szumowe, sygnały, podawane na wejście oznaczone A, powinny mieć poziomy rzędu 100mV...1V. Przy takich poziomach nie trzeba się martwić o szumy - można śmiało przyjąć, że moduł nie wprowadza własnych szumów.

Rys. 7 Schemat montażowy



Wykaz elementów

Rezystory

R1,R22	100k Ω
R2,R21	6,8k Ω
R3-R7	56k Ω
R8-R12	1k Ω
R13-R17,R20	4,7k Ω
R18	100k Ω
R19	3,9k Ω
PR1-PR5	10k Ω PR miniaturowy

Kondensatory

C1,C14,C15	10 μ F/25V
C2	47nF followy MKT
C3	1 μ F followy MKT
C4	15nF followy MKT
C5	330nF followy MKT
C6	4,7nF followy MKT
C7	100nF followy MKT
C8	1,5nF followy MKT
C9	33nF followy MKT
C10	470pF ceramiczny
C11	10nF followy MKT
C12	100 μ F/16V
C13	220p ceramiczny
C16	470 μ F/25V

Półprzewodniki

D1	1N4148
T1-T5	BC548B
U1	TL081
U2	78L09

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2490

Moduł przystosowany jest do różnego typu potencjometrów montażowych. Dlatego doskonale nadaje się do wbudowania w urządzenie. Oczywiście za pomocą przewodów można dołączyć inne potencjometry: obrotowe lub suwakowe. Ze względu na możliwość zbierania zakłóceń, przewody te powinny być jak najkrótsze (do kilku centymetrów).

Możliwości zmian

Układ w wersji podstawowej doskonale nadaje się do większości zastosowań. Tylko w wyjątkowych przypadkach należy go modyfikować.

Uzyskany zakres regulacji (ok. 24dB) jest wystarczający. Aby go zmienić, można spróbować wymienić R2, R21 (2,2...22k Ω), przy czym oba te rezystory powinny mieć jednakowe wartości.

Jeśli ktoś chce, może zastosować potencjometry o innej wartości z zakresu 4,7...100k Ω , ale charakterystyka regulacji z proponowaną wartością (10k Ω) wydaje się optymalna.

Przy zasilaniu napięciem stałym można diodę D1 zastąpić zworą, co pozwoli zasilac moduł nieco niższym napięciem (od 11V).

Można też zrezygnowac ze stabilizatora, czyli nie montowac elementow D1, C16, U2, a dobrze filtrowane napięcie zasilające (9...16VDC) podac wprost na kondensator C15.

Jeśli wyjątkowo potrzebne byłby sygnały o większych poziomach, można zastosowac stabilizator na napięcie 12, 15 czy 24V. W zestawie AVT przewidziano kondensatory elektrolityczne umożliwiające zasilanie napięciem do 25V.

Piotr Górecki