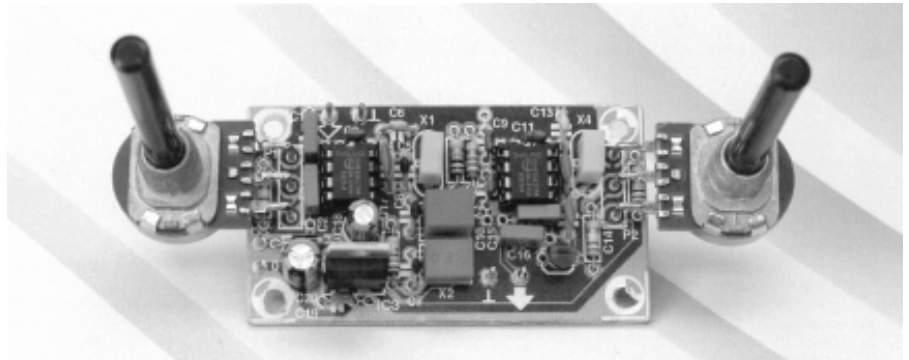


# Specjalny efekt audio - przesuwnik pasma częstotliwości dźwięku

Układy efektów specjalnych są rozpowszechnione zwłaszcza wśród muzyków pop. Układów tych: fazerów, kliperów, flangerów itp. używa się do uzyskiwania specyficznego brzmienia dźwięku. W niniejszym artykule opisano, jak zbudować taki układ prostymi środkami. Jest to inne zastosowanie techniki przesuwania wysokości tonów stosowanej w fazingu, chorusie czy flangingu. Służy do przesuwania pasma audio.



Zauważono kiedyś, i z pewnością będzie się nieraz do tego wracać, że żyjemy w zabawnym świecie. Większość miłośników muzyki poświęca wiele wysiłku i środków, aby osiągnąć jej możliwie najwierniejsze odtwarzanie. Są jednakże inni (miłośnicy innego rodzaju muzyki), którzy odchodzą daleko od wierności odtwarzania dźwięku. Uważają, że dopiero głęboko przetworzona muzyka osiąga zgodne z ich odczuciem brzmienie. Próbują wszelkich sposobów i środków przetwarzania dźwięku, zmieniających całkowicie oryginalne brzmienie.

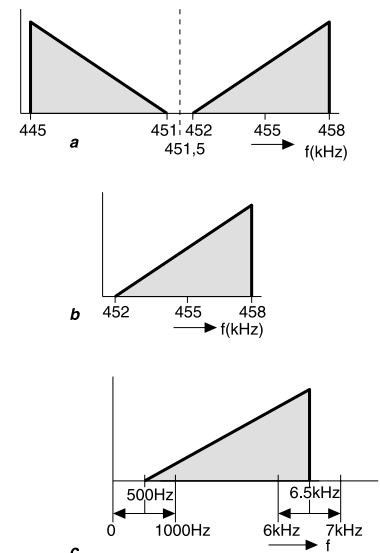
Opisany tu układ przesuwania pasma częstotliwości dźwięku można bezproblemowo łączyć z innymi, także komercyjnymi, układami efektów specjalnych, ponieważ przesuwany jest ton (częstotliwość) doprowadzonego sygnału dźwiękowego. Przesunięcie to nie przekracza 500Hz, ale wystarcza do uzyskania w muzyce elektronicznej, a zwłaszcza w głosach śpiewaków, bardzo interesujących efektów. Brzmienie przeciętnego głosu może zostać zmienione z chrapliwego głosu męskiego w dziecięcy falset.

## Zasada działania układu

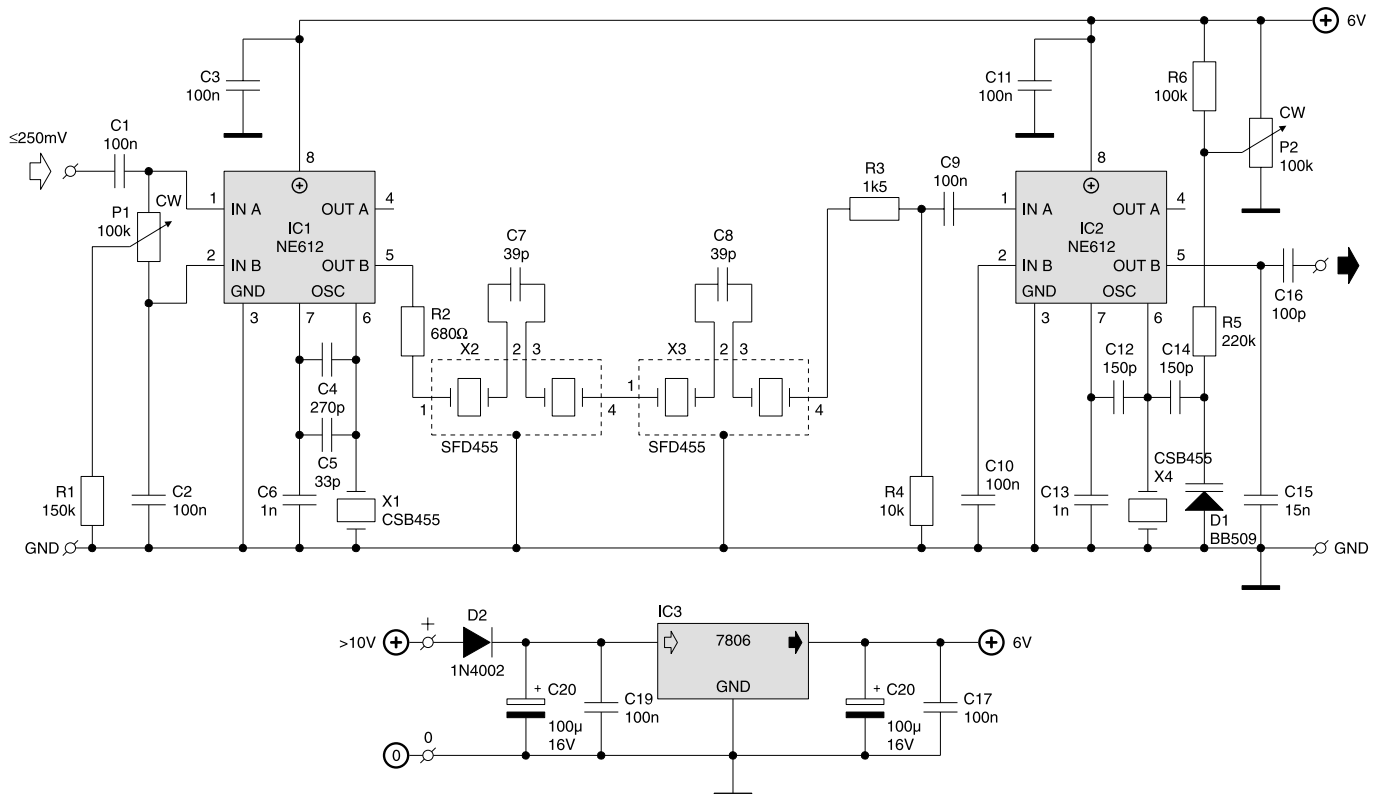
Dla zachowania prostoty układu jego pasmo przenoszenia ograniczono do zakresu od

500Hz do 6kHz. Jest to główne pasmo muzyki, które zawiera także rejestr zwykłego ludzkiego głosu.

Wejściowy sygnał audio jest mieszany w mieszaczu z częstotliwością nośną 451,5kHz. Jak wszyscy Czytelnicy zapewne wiedzą, efektem mieszania dwóch częstotliwości są częstotliwości sumaryczna i różnicowa. W tym



Rys. 1. W wyniku mieszania sygnału audio z częstotliwością nośną powstają dwie wstęgi boczne (a), z których niższa zostaje stłumiona (b). Pozostała wyższa wstęga boczna jest przetwarzana (c) za pomocą zmiennej częstotliwości zdudniania (BFO).



Rys. 2. Schemat przesuwnika dźwięku, pokazujący jego prostotę.

przypadku oznacza to pasma 452..458kHz i 445..451kHz.

Do tej operacji użyto podwójnie zrównoważonego mieszacza, w którym tłumią się częstotliwość nośną 451,5kHz, a pozostawia wstęgi boczne, jak to przedstawiono na rys. 1a. Niezbędna jest tylko jedna, dowolna z wstęp bocznych. Do stłumienia zbędnej jest potrzebny filtr. Na rys. 1a, można dostrzec, że środek prawej wstęgi wypada dokładnie przy 455kHz. Istnieje mnóstwo doskonałych ceramicznych filtrów pasmowych dla tej właśnie częstotliwości, świetnie nadających się jako selektywny filtr pasmowy. Na jego wyjściu pojawia się więc tylko górne pasmo, jak to pokazano na rys. 1 b.

Trzeba jeszcze dokonać dwóch operacji: przesunięcia pasma i wydzielenia sygnału audio z pasma częstotliwości 452..458kHz. Służy do tego detektor, będący w rzeczywistości rodzajem mieszacza, do którego doprowadza się sygnał o częstotliwości regulowanej od 451 do 452kHz. Dzięki temu otrzymywane pasmo audio można przesuwac o  $\pm 500$ Hz, jak to pokazano na rys. 1 c. Właśnie to przesunięcie przynosi pożądany efekt.

### Opis schematu

Spojrzawszy na schemat z rys. 2 można dojść do przekonania, że przesuwnik przypomina odbiornik radiowy. Składa się on z dwóch stopni z układami scalonymi IC1 i IC2, spotykany tylko w odbiornikach i transeiverach. To samo dotyczy filtrów i rezonatorów. Znający tę dziedzinę Czytelnicy mogą zauważyć, że układ rzeczywiście przypomina wzбудnik jednowstęgowy (SSB) z jednowstęgowym detektorem i regulowanym oscylatorem zdudniania (BFO).

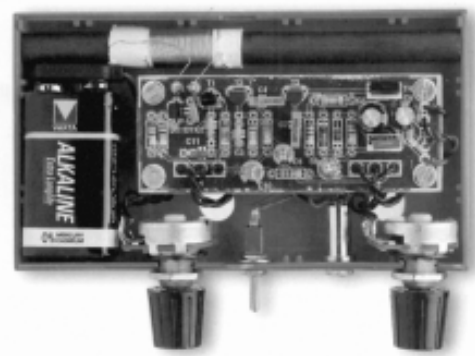
Sygnał wejściowy jest mieszany z sygnałem o częstotliwości 451,5kHz, który jest generowany przez IC1 oraz rezonator 455kHz, X1, z kondensatorami przesuwającymi C4..C6.

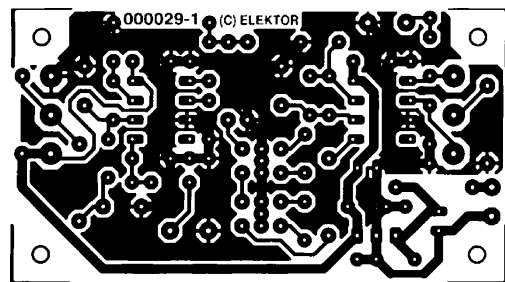
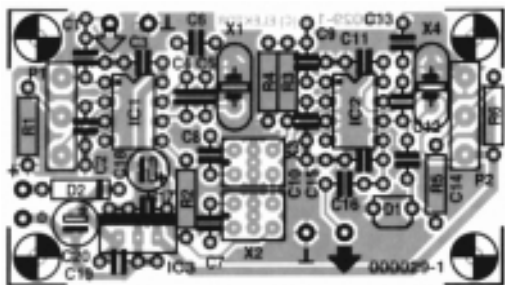
Do tłumienia dolnej wstęgi bocznej służy filtr X2..X3. Jest to stosunkowo tani podzespół, doskonale sprawujący się w tym zastosowaniu. Oczywiście, można użyć dowolnych filtrów 455kHz, jeśli ma się takie pod ręką. Detektor - jak już wspomniano rodzaj mieszacza - tworzy IC2 tego samego typu co IC1. W tym jednak wypadku rezonator X4 zas-

tosowano do generacji sygnału zdudniającego. Jego częstotliwość zmienia się w granicach 451..452kHz za pomocą diody pojemnościowej (warikapu) D1 i potencjometru P2.

### Montaż i uruchomienie

Przesuwnik pasma częstotliwości dźwięku montuje się na płytce drukowanej pokazanej na rys. 3. Punkty wejścia, wyjścia, zasilania i połączeń z potencjometrami są wyraźnie zaznaczone, co pozwala uniknąć pomyłek. W rozmieszczeniu doprowadzeń do filtrów X2 i X3 uwzględniono możliwość użycia także nowszych ich typów, mających 6 doprowadzeń zamiast 5. Połączenia z wejściem i wyjściem winny być wykonane





Rys. 3. Płytką drukowaną przesuwnika i rozmieszczenie na niej elementów.

pojedynczymi przewodami ekranowanymi audio.

Układ pobiera tylko około 10mA i można go zasilac z baterii lub akumulatora albo z zasilacza sieciowego. Trzeba pamiętać, że może to być zasilacz niestabilizowany, ponieważ wejście zasilania układu jest wyposażone w lokalny stabilizator. Napięcie zasilania musi wynosić co najmniej 10V, a większe od 12V nie jest potrzebne. Należy pamiętać, aby nie zostało przekroczone dopuszczalne napięcie kondensatora C20.

Obwód R1, P1 służy do dobrania optymalnych warunków pracy mieszacza IC1 i tłumienia częstotliwości nośnej. Dobranie wartości tych elementów najlepiej przeprowadza się na

słuch. Należy ustawić regulator zdudniania (potencjometr P2) w jednym ze skrajnych położań, aby częstotliwość nośna była słyszana jako ton 500Hz. Wtedy można ustawić potencjometr P1 na minimum głośności tego tonu.

Teraz za pomocą P2 można regulować przesunięcie dźwięku, ale jest to już wyłącznie kwestia osobistych upodobań.

### Układ scalony NE612/SA612

Układ scalony NE612/SA612 jest podwójnie zrównoważonym mieszaczem, który można stosować aż do bardzo wielkich częstotliwości (VHF). Mieści się w nim oscylator lokalny i stabilizator napięcia. Jest on przeznaczony przede wszystkim do systemów łączności małej mocy o częstotliwości do 500MHz i częstotliwości oscylatora do 200MHz.

Sam mieszacz jest układem mnożącym pracującym na zasadzie komórki Gilberta, a jego wzmocnienie przy 49MHz wynosi 14dB. Na komórkę Gilberta składa się wzmacniacz różnicowy wzbudzający zrównoważony stopień przełączania. Wewnętrzny oscylator lokalny może być wzbudzany rezonatorem kwarcowym, ceramicznym lub obwodem LC. Może także być wykorzystywany w roli bufora oscylatora zewnętrznego.

Dzięki małemu poborowi prądu układ nadaje się szczegól-

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

R1: 150kΩ  
R2: 680Ω  
R3: 1,5kΩ  
R4: 10kΩ  
R5: 220kΩ  
R6: 100kΩ

P1, P2: potencjometry liniowe 100kΩ

#### Kondensatory

C1, C2, C16: 100nF MKT  
C3, C9..C11, C17, C19: 100nF ceramiczny  
C4: 270pF  
C5: 33pF  
C6, C13: 1nF ceramiczny  
C7, C8: 39pF  
C12, C14: 150pF  
C15: 15nF MKT  
C18: 10μF/63V, stojący  
C20: 100μF/16V, stojący

#### Półprzewodniki

D1: BB509 (ITT)  
D2: 1N4002  
IC1, IC2: NE612N/SA612AN (Philips)  
IC3: 7806

#### Różne

X1, X4: CSB455 (Murata)  
X2, X3: SFD455A (Murata)

nie do urządzeń zasilanych z baterii, jak telefony komórkowe, przenośne radioodbiorniki, transceivery VHF i odbiorniki komunikacyjne. Jest dostarczany w 8-końcówkowych obudowach dwurzędowych (DIL) i w 8-końcówkowych obudowach SMD.

**G. Baars, EE**