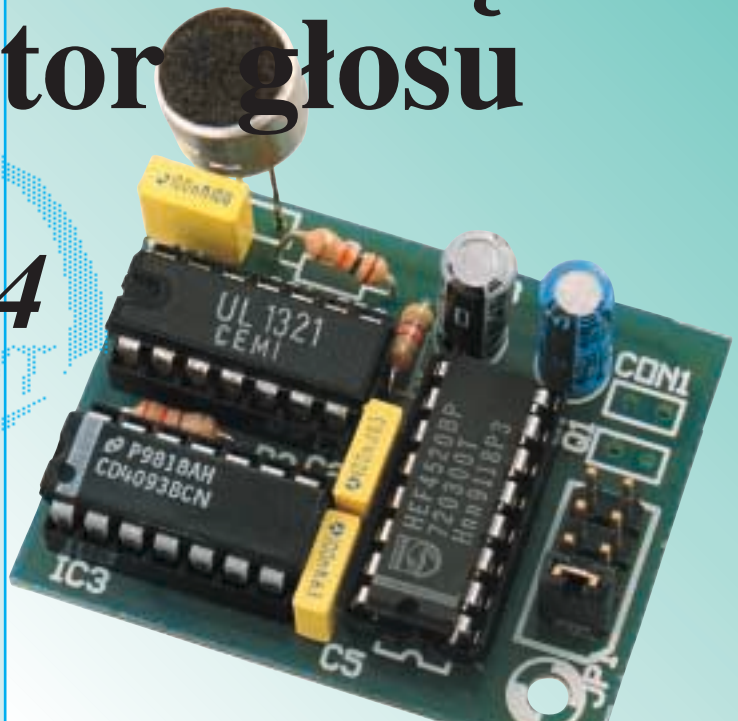




# Detektor ultradźwięków – deformatsor głosu

kit  
2374  
AVT



## Do czego to służy?

No tego, to już chyba zbyt wiele! Co może mieć wspólnego wykrywanie ultradźwięków ze zniekształcaniem głosu ludzkiego? Nawet znając ekstrawaganckie pomysły jednego z konstruktorów AVT, trudno przypuścić, aby jedno i to samo urządzenie mogło spełniać dwie, tak zupełnie różne funkcje!

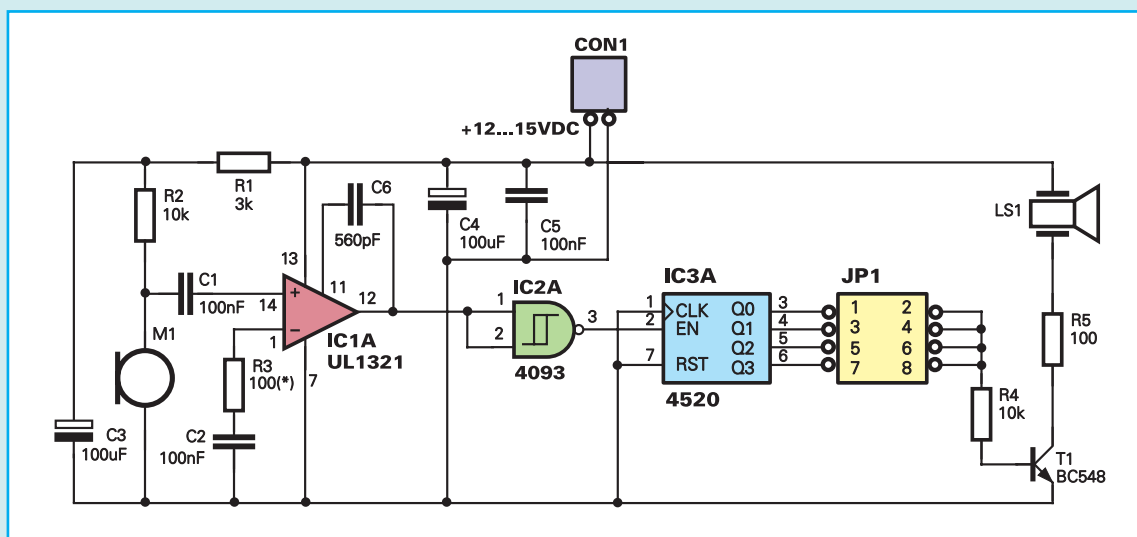
A jednak jest to możliwe i za chwilę postaram się Wam to udowodnić. Podstawową funkcją proponowanego układu jest wykrywanie i przekształcanie na postać słyszalną dla człowieka ultradźwięków, czyli tonów akustycznych o częstotliwościach większych od 16 ... 20kHz. Układ został zaprojektowany dosłownie z potrzeby chwili: podczas uruchamiania układu dalmierza ultradźwiękowego natrafiłem na problem, dość często spotykany podczas pracy z urządzeniami wykorzystującymi do transmisji danych media nie odbierane przez ludzkie zmysły. Układ

nie działał i prostymi metodami nie byłem w stanie stwierdzić, czy niesprawny jest nadajnik czy odbiornik. Doszedłem więc do wniosku, że przydałby się prosty układ, wykrywający jedynie obecność ultradźwięków, bez dokładnej analizy ich charakteru. Zaprojektowanie prostego układu, zbudowanego z trzech tanich i łatwo dostępnych układów scalonych nie zajęło mi wiele czasu, ale podczas jego sprawdzania problem powrócił. Skąd będę wiedział, że zbudowany układ działa poprawnie, jeżeli do jego sprawdzenia wykorzystam nadajnik ultradźwięków, którego poprawności działania też nie jestem pewien? Aby przerwać to błędne koło, w miejsce

odbiornika ultradźwięków podłączyłem do nowo zbudowanego układu zwykły mikrofon. Okazało się że układ działa poprawnie, w słuchawce telefonicznej dołączonej do jego wyjścia słychać było dźwięki o częstotliwości wyraźniej niższej od odbieranych przez mikrofon. I wtedy podkusiło mnie, aby powiedzieć kilka słów do mikrofonu. Efekt, który uzyskałem natychmiast zasugerował mi drugie, dodatkowe zastosowanie zbudowanego układu: może on służyć także do zabawy, do zniekształcania głosu ludzkiego. Uzyskiwany efekt jest dość interesujący, szczególnie

przy wykorzystywaniu pierwszego i drugiego stopnia podziału częstotliwości. Głos wydobywający się z głośnika przypomina metaliczny, niski "głos robota".

Istnieje jeszcze trzecie zastosowanie proponowanego układu, z przyczyn niezależnych nie sprawdzane przeze mnie: "podsluchiwanie" nietoperzy i innych zwierząt wytwarzających dźwięki



Rys. 1. Schemat ideowy

o częstotliwości ponad akustycznej. Nie wykonywałem takich doświadczeń z prostego powodu: w Warszawie, szczególnie zimą trudno znaleźć nietoperze! Sądzę jednak, że taki eksperyment jest możliwy do przeprowadzenia, ale pod warunkiem zastosowania w naszym układzie mikrofonu kierunkowego, który można wykonać stosunkowo niewielkim nakładem środków (szerzej poruszymy ten temat w dalszej części artykułu).

Układ detektora ultradźwięków jest bardzo prosty do wykonania, a do jego budowy potrzebować będziemy jedynie trzech, tanich i powszechnie dostępnych układów scalonych.

## Jak to działa?

Schemat elektryczny detektora ultradźwięków został pokazany na **rysunku 1**. Sygnał o niewielkiej amplitudzie pochodzący z mikrofonu M1 zostaje wzmacniony do potrzebnego poziomu za pomocą wzmacniacza zrealizowanego na popularnym układzie UL1321. UL1321 jest układem dość sędziwym, o niezbyt dobrych parametrach, które w żadnym wypadku nie pozwalają na stosowanie tej produkowanej jeszcze przez CEMI kostki w sprzecie HiFi. Natomiast do pracy w prostych układach eksperymentalnych kostka ta nadaje się wyśmienicie, a dodatkowym argumentem przemawiającym za jej stosowaniem jest jej bardzo niska cena zakupu i minimalna ilość potrzebnych elementów zewnętrznych. Wzmocnienie układu ustalane jest za pomocą doboru wartości rezystora R3. Zmniejszenie wartości tego elementu powoduje wzrost wzmocnienia sygnału m.cz., co może mieć znaczenie przy prowadzeniu eksperymentów z "podsluchiowaniem" nietoperzy.

Odpowiednio wzmacniony sygnał kierowany jest następnie na wejście bramki Schmitta IC2A. Zadaniem tego elementu jest przekształcenie sygnału sinusoidalnego w przebieg prostokątny, potrzebny do sterowania licznika IC3A.

Głównym elementem układu jest dzielnik częstotliwości zrealizowany na popularnym liczniku binarnym 4520. Do dyspozycji mamy cztery stopnie podziału: przez 2, 4, 8 i 16. Tak więc, jeżeli odbierany sygnał będzie miał częstotliwość 40kHz (powszechnie stosowaną w nadajnikach ultradźwięków) to na wyjściu Q0 licznika otrzymamy częstotliwość 20kHz (jeszcze niesłyszalną), a na wyjściu Q1 – 10kHz, możliwą już do zarejestrowania przez ludzkie zmysły, jako pisk o wysokiej częstotliwości. Wygodniejsze może okazać się korzystanie z wyjść Q2 lub Q3, na których częstotliwość wynosić będzie odpowiednio 5kHz i 2,5kHz.

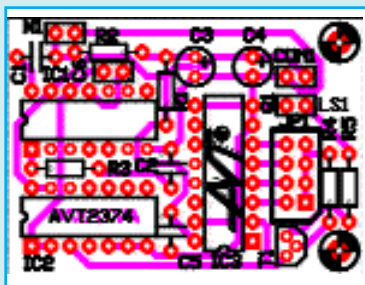
Wyboru potrzebnej częstotliwości dokonujemy za pomocą jumpera JP1, z którego sygnał prostokątny kierowany

jest do wzmacniacza zbudowanego z wykorzystaniem tranzystora T1. Jeżeli jako przetwornik elektroakustyczny wykorzystamy nie głośnik, ale np. słuchawki o dużej oporności lub membranę piezo, to możemy nie stosować tego tranzystora dołączając przetwornik pomiędzy jedno z wybranych jumperem JP1 wyjść licznika, a masę.

## Montaż i uruchomienie

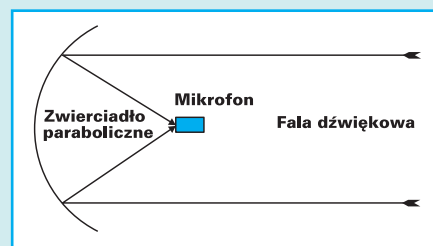
Mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego wykonanego na laminacie jednowarstwowym oraz rozmieszczenie na niej elementów zostało pokazane na **rysunku 2**. Montaż wykonamy w typowy, wielokrotnie opisywany sposób, rozpoczynając od wlutowania w płytkę rezystorów i podstawek pod układy scalone, a kończąc na kondensatorach elektrolitycznych i mikrofonie. W kicie dostarczone będą dwa mikrofony: jeden do odbioru ultradźwięków i drugi, typowy mikrofon elektretowy przeznaczony do wykonywania doświadczeń z zniekształcaniem głosu ludzkiego.

Zmontowany ze sprawdzonych elementów układ nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania ani regulacji i działa natychmiast poprawnie. Jedynie podczas wykonywania doświadczeń z odsłuchem ultradźwięków o małym natężeniu można zmniejszyć wartość rezystora R3, lub nawet w krańcowym przypadku zastąpić go zworą.



Rys. 2. Schemat montażowy

W pierwszej części artykułu wspominałem o możliwości zastosowania do zbudowanego układu mikrofonu kierunkowego, co mogłoby uczynić bardziej realnymi eksperymenty z podsluchiowaniem dźwięków wydawanych przez nietoperze i inne zwierzęta. Dobrej klasy mikrofon kierunkowy produkcji fabrycznej jest urządzeniem bardzo kosztownym, ale na szczęście możemy go w prosty sposób wykonać sami. Do tego celu potrzebny będzie tylko jeden istotny element: zwierciadło paraboliczne o jak największych wymiarach. Możemy tu eksperymentować z zwierciadłami stosowanymi w dużych latarkach lub reflektorach świateł głównych samochodów. Z pewnością doskonałym zwierciadłem skupiającym odebrane dźwięki w jednym punkcie byłaby czasza anteny satelitarnej niewiel-



Rys. 3. Mikrofon kierunkowy

kich rozmiarów. Udało mi się osiągnąć doskonałe efekty ze zwierciadłem parabolicznym pochodzącym z anteny radiowej przeznaczonej do pracy na zakresie FM, nabytej za kilka złotych w sklepie ze sprzętem RTV. Do odbioru fal radiowych antena ta nadawała się równie dobrze, jak drewniany patyk, ale za to spisywała się całkiem nieźle jako reflektor skupiający fale dźwiękowe i to oczywiście nie tylko ultradźwięki, ale także z pasma słyszalnego przez człowieka. No tak, mamy kolejne, już czwarte zastosowanie naszego prostego układu: eliminując z niego dzielnik częstotliwości i wyposażając go w mikrofon kierunkowy możemy zbudować całkiem niezłe urządzenie do podsluchiwania. Mam jednak nadzieję, że nie przyjdzie Wam do głowy podsluchiwanie ludzi, ale skupicie Waszą uwagę na np. odgłosach przyrody.

Zasada działania mikrofonu kierunkowego wykorzystującego zwierciadło paraboliczne została pokazana na **rysunku 3**, który nie wymaga chyba komentarza.

Zbigniew Raabe

## Wykaz elementów

### Kondensatory

C1, C2, C5	.....100nF
C3, C4	.....100uF/16
C6	......560pF

### Rezystory

R1	......3kΩ
R2, R4	......10kΩ
R3	......100(*)Ω
R5	......100Ω

### Półprzewodniki

IC1	.....UL1321
IC2	......4093
IC3	......4520
T1	......BC548

### Pozostałe

M1	..... .odbiornik ultradźwięków + mikrofon elektretowy
LS1	..... .głośnik

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2374