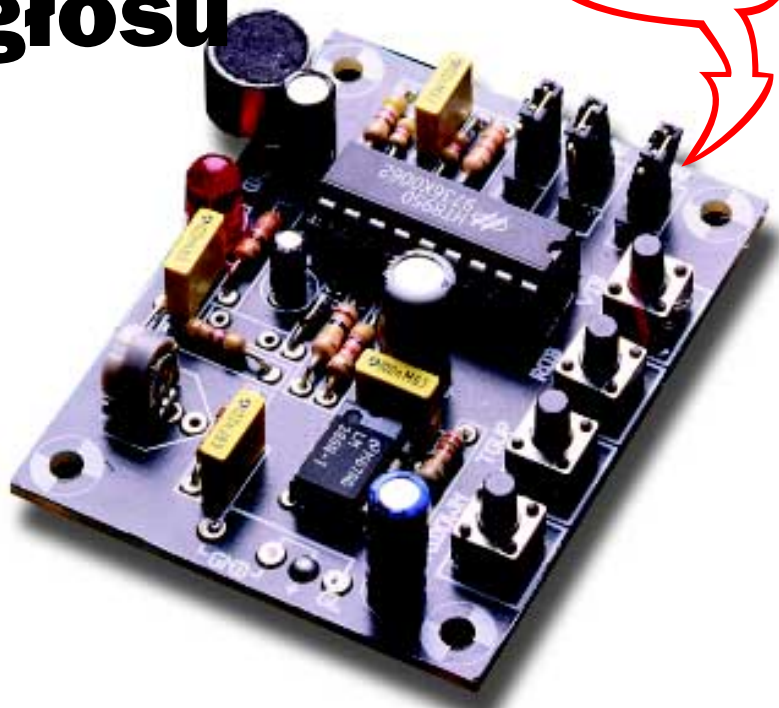


Elektroniczny modulator głosu

kit AVT-373



Prezentowane w artykule urządzenie z pewnością wyróżnia się spośród zdobiących w ostatnich miesiącach okładkę *Elektroniki Praktycznej*.

Dlaczego? Jest ono bardzo proste układowo, składa się z niewielkiej liczby elementów i nie wymaga zaawansowanej wiedzy elektronicznej od osoby pragnącej go samodzielnie wykonać.

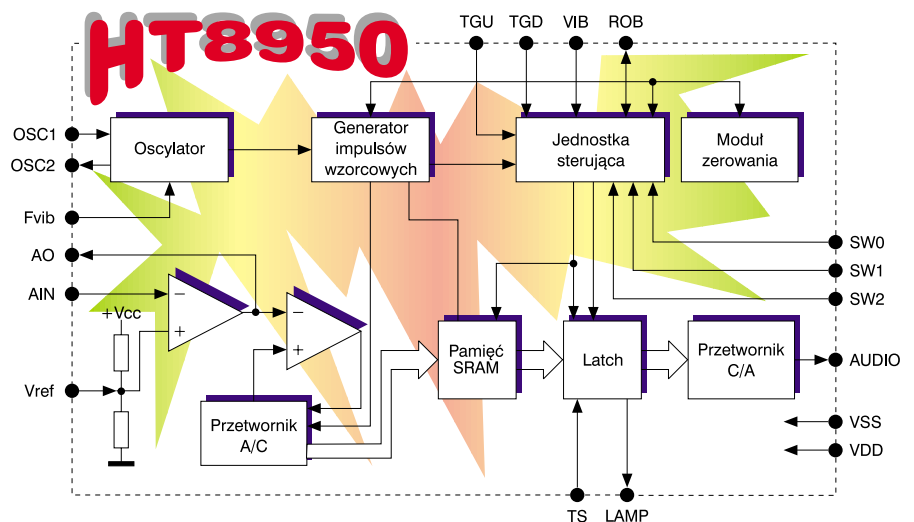
Dlatego właśnie ten projekt postanowiliśmy wyróżnić mianem „Projekt z okładki”.

Uznaliśmy ponadto, że warto rozpocząć kolejną 5-latkę EP projektem nieco żartobliwym, bo przecież nawet najbardziej profesjonalni elektronicy lubią się pośmiać, a prezentowane urządzenie gwarantuje doskonałą zabawę.

Wielu Czytelników EP zgłaszało zapotrzebowanie na prosty, tani, a przy tym charakteryzujący się dobrymi parametrami układ umożliwiający modyfikację brzmienia ludzkiego głosu. Modyfikacje mogą polegać np. na obniżeniu lub podwyższeniu skali głosu (dzięki czemu np. 4-letnie dziecko może mówić głosem tak głębokim, jak Arnold Schwarzenegger), zmianie kształtu obwiedni odtwarzanego głosu (co daje efekt drżenia głosu ze strachu lub

efekt metalicznego brzmienia, jak głos robota, często słyszany w filmach SF).

Wykonanie projektu takiego urządzenia nigdy nie leżało poza granicami naszych możliwości, lecz konieczność zastosowania stosunkowo dużej liczby elementów dyskretnych (także o dużym stopniu scalenia) powodowała, że cena, złożoność i wynikające z niej gabaryty urządzenia uniemożliwiły stworzenie interesującego dla użytkowników rozwiązania.



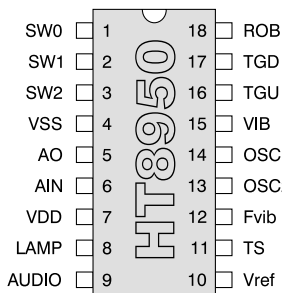
Rys. 1. Budowa układu HT8950.

Podstawowe parametry i właściwości modulatora głosu:

- ✓ częstotliwość próbkowania przetworników A/C i C/A: 8kHz;
- ✓ rozdzielczość przetworników A/C i C/A: 8 bitów;
- ✓ urządzenie umożliwia uzyskanie dwóch podstawowych efektów: vibrato, głos robota;
- ✓ liczba nastaw czasowych (przyspieszanie i opóźnianie): 7;
- ✓ częstotliwość modulacji częstotliwości w trybie vibrato: 8Hz;
- ✓ napięcie zasilania: 5..9VDC;
- ✓ urządzenie umożliwia oszacowanie natężenia sygnału wejściowego, przy pomocy wskaźnika z diodą LED;
- ✓ pobór prądu: 30mA (z głośnikiem 40Ω);
- ✓ sposób programowania trybu pracy układu: trzy jumpery lub klawiatura 4-przyciskowa;

Sytuacja uległa radykalnej zmianie w chwili pojawienia się na naszym rynku układów firmy Holtek. Jest to firma produkująca szeroką gamę specjalizowanych układów scalonych dla różnych aplikacji, w tym także wielu układów ułatwiających modyfikację brzmienia mowy ludzkiej. Jednym z najciekawszych opracowań konstruktorów firmy Holtek, zrobionym specjalnie dla tego typu aplikacji, jest układ noszący oznaczenie HT8950. Jest to prawdziwy „procesor“ dźwięku, integrujący w jednej strukturze 8-bitowe przetworniki A/C i C/A, statyczną pamięć RAM, rejestry buforowe, wzmacniacze analogowe, układy taktowania i jednostkę sterującą. Schemat blokowy wnętrza układu HT8950 przedstawiono na rys. 1.

Układ HT8950 występuje w dwóch wersjach obudów, przy czym struktura wewnętrzna układów jest identyczna. Różnica pomiędzy układem HT8950 (obudowa DIP18 - rys. 2), a układem HT8950A (obudowa DIP16) polega na rezygnacji z wyprowadzenia na zewnątrz wejść oznaczonych



Rys. 2. Wyprowadzenia układu w wersji 18-pinowej.

SW0..2. Ich znaczenie omówimy w dalszej części artykułu. W zestawach do montażu oferowanych przez AVT dostarczane będą układy w obudowie DIP18.

Opis działania układu

Schemat elektryczny modulatora przedstawiono na rys. 3. Jak łatwo zauważyć, dzięki zintegrowaniu we wnętrzu układu HT8950 (US1) wszystkich niezbędnych elementów umożliwiających obróbkę sygnału akustycznego, konstrukcja urządzenia jest niezwykle prosta. Ze względu na wielość funkcji spełnianych przez US1 omówimy je w kilku krokach.

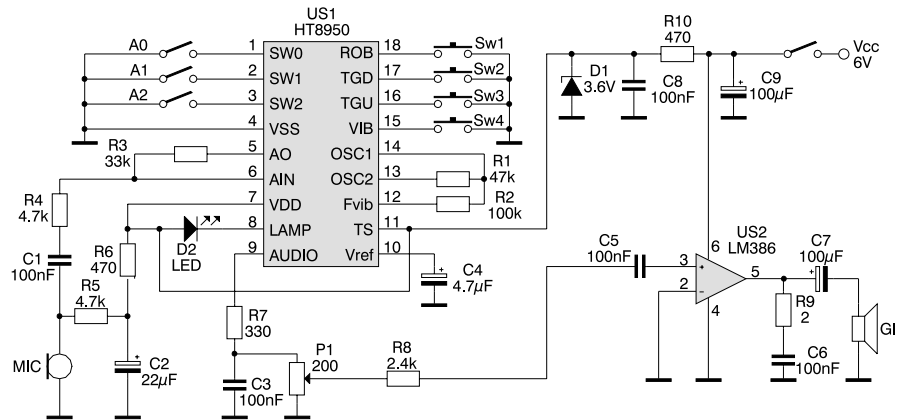
Sygnał akustyczny z mikrofonu pojemnościowego MIC jest podawany na wejście odwracające wzmacniacza operacyjnego, który jest wbudowany w strukturę układu HT8950. Poziom wzmacnienia ustala stosunek rezystancji rezystorów R3/R4 oraz reaktancja kondensatora C1, który jest włączony szeregowo z R4. Ponieważ reaktancja kondensatora jest zależna od częstotliwości sygnału wejściowego,

liwością powstania sprzężeń z głośnikiem.

Rezystory R5 i R6 zapewniają odpowiednią stałoprądową polaryzację mikrofonu pojemnościowego, a kondensator C2 zapobiega możliwości przedostania się przebiegów zmiennoprądowych do obwodów zasilania. Kondensator C4 filtruje napięcie na wejściu odwracającym wzmacniacza wejściowego.

Dioda świecąca D2 spełnia rolę sygnalizatora poziomu sygnału wejściowego. Im jaśniej świeci, tym wyższe jest jego natężenie. Nie ma to dużego znaczenia praktycznego, ale można wykorzystać diodę jako orientacyjny wskaźnik umożliwiający kontrolę zniekształceń w sygnale wyjściowym, jeżeli głośnik znajduje się w innym pomieszczeniu i nie ma możliwości oceny jakości sygnału „na słuch“.

Poziomy logiczne na wejściach SW0..2 są ustalane przy pomocy trzech jumperów oznaczonych A0..A2. Wejścia te są wewnętrznie „podwieszono“ do plusa zasilania. W zależności od kombinacji sta-

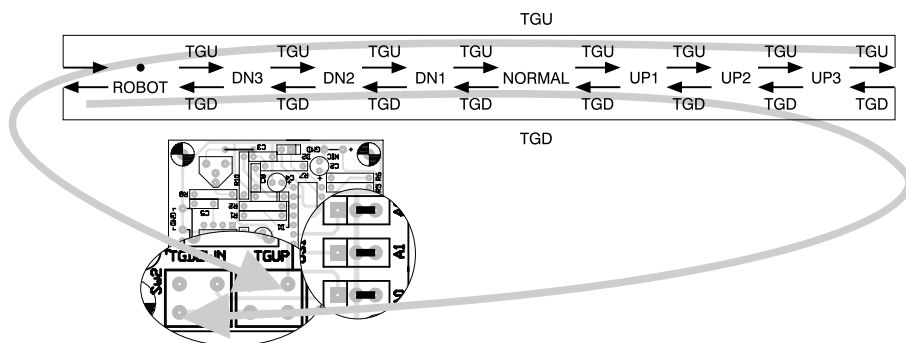


Rys. 3. Schemat elektryczny modulatora.

wego, to współczynnik wzmacnienia wzmacniacza wejściowego także się zmienia - dla częstotliwości z dolnego zakresu pasma akustycznego jest on najmniejszy. Dzięki temu ogranicza się w pewnym stopniu możliwość przesterowania stopnia wejściowego podczas głośnego mówienia z niewielkiej odległości od mikrofonu. Nie należy przez to rozumieć, że układ jest odporny na przesterowanie - aby osiągnąć dobry efekt końcowy bardzo ważne jest odpowiednie wytłumienie mikrofonu i zabezpieczenie urządzenia przed moż-

Tabela 1.

A2	A1	A0	Nazwa trybu pracy	Współczynnik prędkości odtwarzania
1	1	0	UP3	2
1	0	1	UP2	8/5
1	0	0	UP1	4/3
0	1	1	NORMAL	1
0	1	0	DN1	8/9
0	0	1	DN2	4/5
0	0	0	DN3	2/3
1	1	1	Wyboru prędkości dokonuje się przy pomocy przycisków Sw2 i Sw3	Zgodnie z rys. 4



Rys. 4. Tryby pracy układu HT8950 i sposób ich programowania.

nów logicznych na tych wejściach układ US1 pracuje w jednym z wybranych trybów (co wiąże się z wybraniem ściśle określonego czasu opóźnienia lub przyspieszenia odtwarzania sygnału). Zależności pomiędzy stanami wejściowymi A0..2, a trybem pracy układu przedstawiono w **tab. 1**.

Bardzo istotną rolę w procesie ustawiania trybu pracy układu US1 spełniają także przełączniki Sw1..4. Przy pomocy Sw1 i Sw4 można wybrać sposób zniekształcania dźwięku przez układ HT8950. Przy pomocy Sw1 włączany jest tryb „głos robota“, a przy pomocy Sw4 włączany jest efekt vibrato. Zawsze po włączeniu zasilania aktywny jest efekt „głos robota“, niezależnie od nastaw dokonanych poprzednio. Przyciski Sw2 i Sw3 są aktywne tylko wtedy, gdy na wejściach SW0..2 układu US1 będą stany wysokie. Przy pomocy tych przycisków można zmieniać tryb pracy w sposób sekwencyjny, zgodnie z **rys. 4**.

Szybkość przetwarzania sygnału jest ustalana przy pomocy rezystora R1. Rezystor R2 wpływa na szybkość zmiany obwiedni sygnału wyjściowego w trybie vibrato. Poprzez zmianę rezystancji tego rezystora można modyfikować otrzymany efekt w zależności od indywidualnych upodobań.

Sygnal akustyczny, po obróbce

we wnętrzu układu US1, pojawia się na wyjściu oznaczonym *Audio* (pin 9). Rezystor R7 wraz z kondensatorem C3 spełniają rolę filtra dolnoprzepustowego, który likwiduje w pewnym stopniu zniekształcenia sygnału akustycznego powstające w wyniku przetwarzania A/C i C/A. Potencjometr P1 umożliwia regulację poziomu sygnału (głośności) podawanego na wejście wzmacniacza mocy US2. Kondensator C5 separuje składową stałą z wyjścia *Audio* od wejścia wzmacniacza US2.

Wzmacniacz mocy z układem scalonym LM386 jest wykonana w sposób standardowy, charakterystyczny dla większości aplikacji tego układu. Elementy R9 i C6 powodują dociążenie skompensowanie obciążenia stopnia wyjściowego dla sygnałów o wyższych częstotliwościach. Kondensator C7 separuje składową stałą z wyjścia US2 (napięcie wyjściowe jest równe ok. 0,5 napięcia zasilania) od cewki głośnika.

Układ HT8950 może być zasilany napięciem w zakresie 2,4..4,0V (**tab. 2**). Elementy R10 i D1 spełniają rolę prostego, parametrycznego stabilizatora napięcia, który ogranicza napięcie zasilania układu US1 do wartości 3,6V, pod warunkiem, że napięcie zasilające Vcc mieści się w przedziale 5..9V.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 47kΩ
- R2: 100kΩ
- R3: 33kΩ
- R4, R5: 4,7kΩ
- R6, R10: 470Ω
- R7: 330Ω
- R8: 2,4kΩ
- R9: 2Ω

P1: 200Ω miniatury potencjometr montażowy

Kondensatory

- C1, C3, C5, C6, C8: 100nF
- C2: 22μF/10V
- C4: 4,7μF/10V
- C7: 100μF/10V
- C9: 100μF/16V

Półprzewodniki

- US1: HT8950 (DIP18)
 - US2: LM386
 - D1: 3,6V dioda Zenera
 - D2: LED czerwona
- Różne**
- Sw1, Sw2, Sw3, Sw4: mikroprzełącznik
 - A0, A1, A2: gold-pin 2x3 z jumperami
 - MIC: dwukońcówkowy mikrofon pojemnościowy
 - Gł: dowolny głośnik o impedancji cewki 4.40Ω (nie wchodzi w skład kitu)

Montaż i uruchomienie

Prostota układu pozwoliła zmontować go na jednostronnej płytce drukowanej, której widok znajduje się na wkładce wewnątrz numeru. Sposób rozmieszczenia elementów przedstawia **rys. 5**.

Montaż przeprowadzamy w sposób standardowy, rozpoczynając od elementów montowanych najbliżej powierzchni płytki drukowanej (rezystory i diody D1). W dalszej kolejności montujemy kondensatory, układy scalone, potencjometr, mikroprzełączniki i gold-piny A0..2. Układ US2 (wzmacniacz mocy) należy zamontować bezpośrednio na płytce drukowanej, bez pośrednictwa podstawki. Taki montaż jest nieco bardziej kłopotliwy, zwłaszcza dla mniej wprawnych elektroników, ale zmniejsza ilość ciepła wydzielanego w strukturze wzmacniacza. Niezbędna jest za to podstawka dla układu US1. W egzemplarzu modelowym

Tabela 2.

Parametr	Warunki	Min.	Typ.	Jednostka
Napięcie zasilania	-	2,4	3,0	V
Pobór prądu	V _z =3V		10,0	mA
Napięcie wejściowe	V _z =3V		580	mV
Prąd diody LED	V _z =3V		10	mA
Częstotliwość wzorcowa	V _z =3V		512	kHz
Wzmocnienie wzmacniacza wejściowego (otwarta pętla)	V _z =3V		2000	V/V

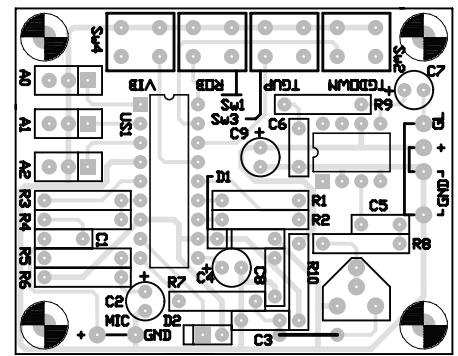
mikrofon pojemnościowy przylutowano do dwóch kawałków grubej srebrzanki, przylutowanych uprzednio do punktów oznaczonych na płytce drukowanej *MIC*. Głośnik należy przylutować do dwóch kawałków przewodu, których długość należy dobrać w taki sposób, aby nie powstawało sprzężenie akustyczne pomiędzy mikrofonem i głośnikiem. Podczas dobierania głośnika do układu należy zwrócić uwagę, aby jego impedancja nie była mniejsza niż 8Ω . Warto także zastosować głośnik o średnicy membrany większej niż 10 cm. Urządzenie będzie oczywiście pracowało z głośnikami o mniejszej średnicy membrany, lecz jakość odtwarzanego dźwięku nie będzie zadowalająca.

Uruchomienie układu jest niezwykle proste, pod warunkiem poprawnego i starannego

zamontowania wszystkich elementów. Jak już wcześniej wspomniano, należy pamiętać o odśunięciu głośnika od mikrofonu na taką odległość, aby uniknąć groźby powstania sprzężenia zwrotnego.

Jako źródło zasilania modulatora można zastosować baterię (lub kilka baterii połączonych razem), stabilizowany zasilacz sieciowy z dobrym układem filtrującym tętnienia lub miniaturowe akumulatory.

Uruchomienie urządzenia sprowadza się do podłączenia zasilania i sprawdzeniu „na słuch” czy układ działa. Przy pomocy potencjometru *P1* należy dobrać poziom sygnału wyjściowego tak, aby uzyskać zadowalającą głośność i mały poziom zniekształceń. Poprzez zmianę położenia jumperów *A0..2* oraz naciskanie przełączników *Sw1..4* można kolejno sprawdzić czy wszystkie deklarowane przez producenta układu efekty dają słyszalne efekty.



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

wane przez producenta układu efekty dają słyszalne efekty.

Życzymy więc dobrej zabawy, a Czytelników zainteresowanych innymi zastosowaniami układów firmy Holtek zapraszamy do kolejnych numerów EP.

RR