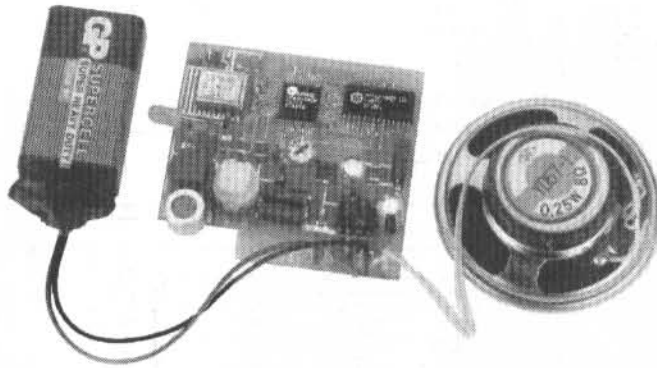


Uniwersalny synteza- mowy

kit AVT-201

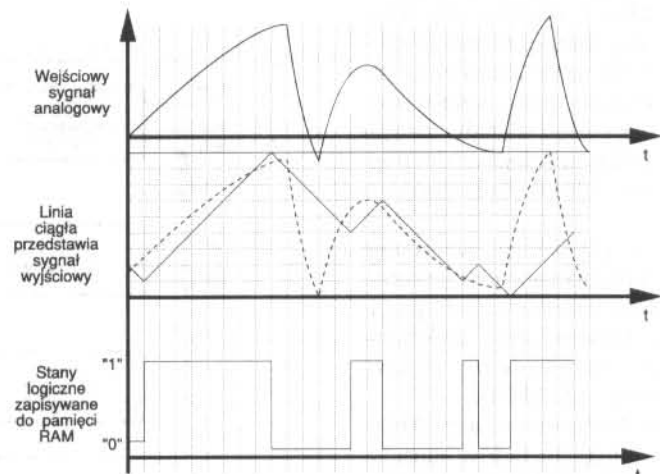
Przedstawiony układ jest kolejną wersją coraz bardziej popularnych urządzeń umożliwiających zapis i odtwarzanie sygnałów akustycznych. Jest on przeznaczony przede wszystkim do obróbki sygnału mowy, nie wymagającego szerokiego pasma częstotliwości, dla którego wystarcza próbkowanie jednobitowe (algorytm ADM - ang. Adaptive Delta Modulation) z niewielką częstotliwością - 16kHz. lub 22kHz. W porównaniu do opisywanego już w EP układu syntezy mowy (kit AVT-45) proponowane rozwiązanie cechują znacznie mniejsze wymiary i obniżony pobór mocy. W stosunku do serii układów ISD10XX i podobnych, wadą jest brak podtrzymania zapisanego w pamięci tekstu po odłączeniu zasilania, zaletą natomiast większa moc wzmacniacza wyjściowego i brak ryzyka uszkodzenia cennego układu - zastosowanie zewnętrznego wzmacniacza gwarantuje zwiększenie odporności na zwarcia i przeciążenia. Tak więc jest to kolejna propozycja poszerzająca naszą ofertę w bardzo atrakcyjnej i efektywnej dziedzinie elektroakustyki.



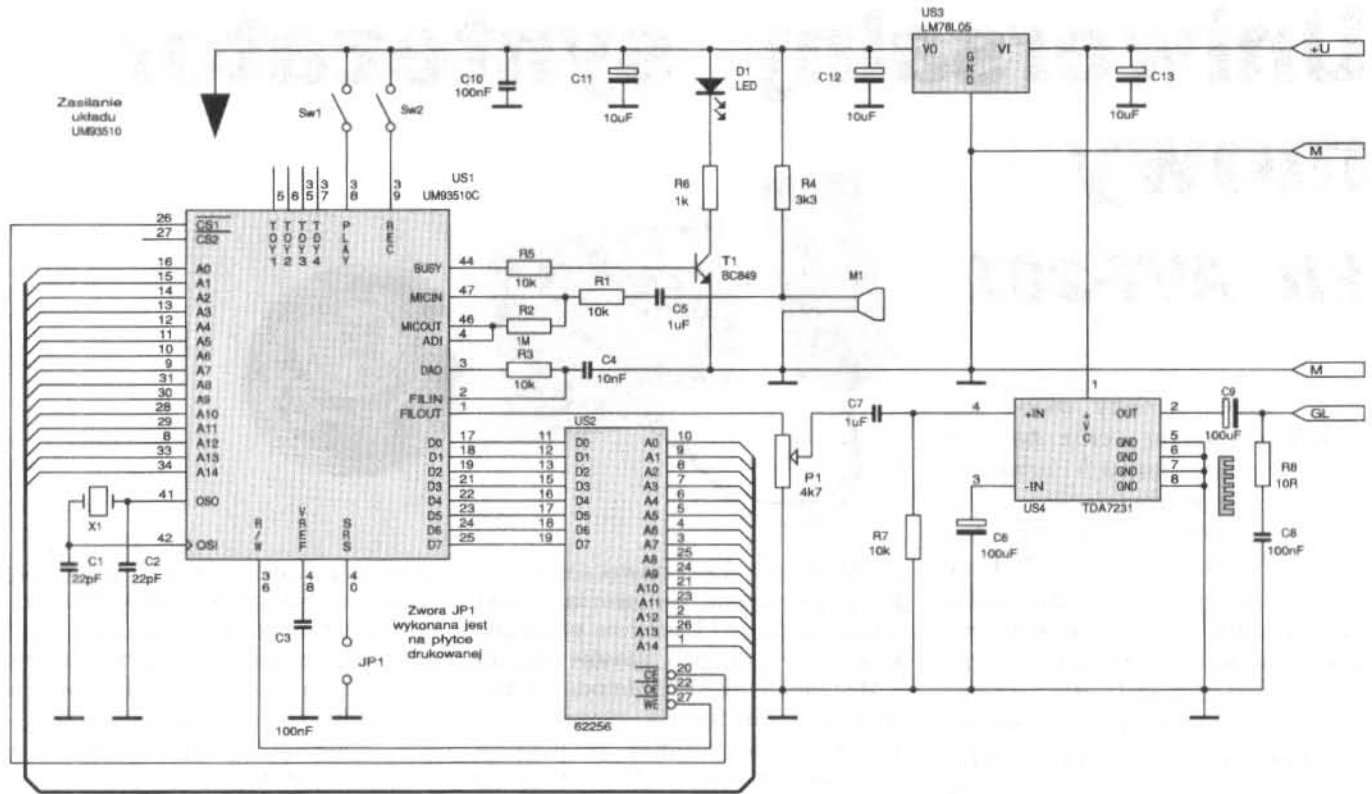
ADM jest dość nowoczesną i efektywną metodą kodowania, dzięki czemu możliwe okazało się uzyskanie stosunkowo długich czasów nagrań - 16s/256kb SRAM. Metoda ta polega na próbkowaniu sygnału analogowego i kodowaniu za pomocą tylko dwóch stanów „0” i „1” wielkości przyrostu wartości sygnału wejściowego w stosunku do poprzedniej próbki. Przy odpowiednio dużej szybkości próbkowania przetwarzany sygnał po odtworzeniu może dość wiernie oddać kształt sygnału wejściowego. Przykładem takiego próbkowania są coraz bardziej popularne przetworniki C/A w odtwarzaczach CD. Częstotliwość próbkowania wynosi w nich jednakże nawet do ok. 2MHz (w zależności od producenta), co gwarantuje doskonałą jakość odtwarzania. Przy małej częstotliwości próbkowania (w naszym wypadku 16kHz lub 22kHz) sygnały o dużej dynamice będą niestety zniekształcone, co wyjaśnia rys. 1 (na osi czasu

zaznaczono kolejne próbki, które - jak widać - są bardzo rzadkie w stosunku do częstotliwości przetwarzanego sygnału, wprowadzając znaczne błędy). Stosowanie kodowania 1-bitowego daje jednakże dość duże upakowanie informacji, co minimalizuje wymagania pamięciowe.

W proponowanym rozwiązaniu zastosowano zintegrowany przetwornik A/C i C/A z układami sterującymi, produkowany przez UMC - układ UM93510C. Jest to jeden z trzech układów rodziny UM93510 (produkowany w wersjach A, B i C), przeznaczony specjalnie do zastosowań w zabawkach, alarmach i innych miniaturowych urządzeniach w których występuje potrzeba generowania komunikatów głosowych. Układ jest wykonany w większości w technice SMD, z wyjątkiem zintegrowanej z przetwornikiem końcówki mocy, w której zastosowano nowoczesny i energooszczędny układ firmy SGS TDA7231.



Rys. 1. Zniekształcenia próbkowanego sygnału



Rys. 2. Schemat elektryczny syntezatora

Opis układu

Wykonany przez nas model ma następujące parametry:

- napięcie zasilania U_z : od 7 do 12V. Można korzystać z zasilania bateryjnego lub z zasilacza niestabilizowanego;
- pobór prądu I_{cs} : 8mA (w stanie spoczynku, przy napięciu zasilania 9V);
- pobór prądu I_{cg} : 30mA (w czasie odtwarzania, przy $R_{gl}=40\Omega$);
- czas zapisu sygnału akustycznego: 16s (dla 256kb SRAM);
- moc wyjściowa wzmacniacza mocy: max. 0.7W ($R_{gl}=4\Omega$), przy $U_z=6V$;

Na rysunku 2 znajduje się schemat elektryczny proponowanego rozwiązania. Układ US1 stanowi „centrum” zarządzające pracą całego systemu. Wewnątrz tego układu zintegrowano wszystkie niezbędne do poprawnej pracy bloki funkcjonalne (rys. 3):

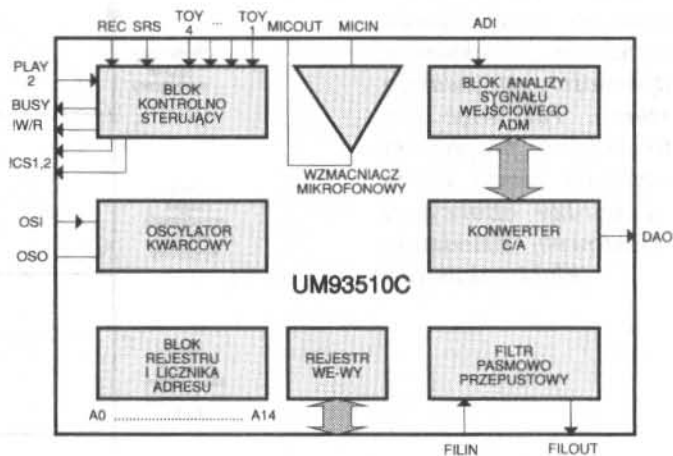
- oscylator generujący wzorcowe przebiegi synchronizujące pracę wszystkich modułów wewnętrznych przetwornika. Jako wzorzec czasu wykorzystany został standardowy kwarc o częstotliwości 3,579MHz;
- blok kontrolno-sterujący, który zapewnia obsługę sygnałów sterujących (także dochodzących z klawiatury), steruje przepływem sygnałów

wewnątrz układu, dokonuje selekcji pamięci (RAM lub ROM) i odpowiedniego jej fragmentu;

- blok rejestru-licznika adresowego, bezpośrednio odpowiedzialnego za poprawne adresowanie zapisywanej lub odtwarzanej pamięci;
- rejestr wejściowo-wyjściowy (dla danych), stanowiący dwukierunkowy bufor pomiędzy pamięcią (o 8-bitowej organizacji słowa) i konwerterem C/A odtwarzającym sygnały przyrostowe (inaczej mówiąc jest to konwerter 1-bitowy);
- wzmacniacz mikrofonowy o regulowanym zewnętrznie wzmocnieniu,

co umożliwi dobranie czułości wzmacniacza do zastosowanego typu mikrofonu;

- blok analizy sygnału wejściowego i konwersji ADM (A/C);
- konwerter C/A z napięciowym buforem wyjściowym;
- filtr pasmowo-przepustowy o zadanej i nieregulowanej charakterystyce, wykorzystywany podczas odtwarzania sygnału z pamięci, co wydatnie poprawia zrozumiałość generowanego tekstu i obniża szum kwantyzacji, który ma dość dużą częstotliwość próbkowania.



Rys. 3. Schemat blokowy układu UM93510C

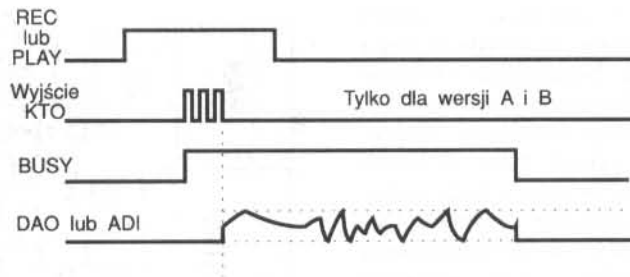
Wszystkie wewnętrzne układy analogowe posiadają autonomiczne układy polaryzujące, które utrzymują na wejściach i wyjściach stabilny poziom napięcia równy połowie napięcia zasilającego (w pełnym zakresie napięcia zasilania).

Oscylator X1 wraz z kondensatorami wzbudzenia C1 oraz C2 i wbudowanym w US1 układem Schmitt'a spełniają funkcję oscylatora wzorcowego.

Sygnal wejściowy jest podawany z mikrofonu piezoelektrycznego M1, polaryzowanego za pomocą rezystora R4, na wejście wzmacniacza analogowego (wejście MICIN p.47). Składowa stała sygnału jest separowana za pomocą kondensatora C5. Wzmocnienie wzmacniacza wejściowego jest ustalone za pomocą wartości rezystorów R1 i R2. W modelu wynosi ono ok. 100V/V. Wzmocniony sygnał jest podawany na wejście układu analizującego przetwarzany sygnał (wejście ADI p.4).

Tak mniej więcej wygląda droga sygnału zapisywanego do pamięci RAM. Sygnal odtwarzany pojawia się na wyjściu przetwornika C/A (DAO p. 3). Rezystor R3 wraz z kondensatorem C4 stanowi prosty układ filtrujący (dolnoprzepustowy), z wyjścia którego scałkowany sygnał jest przekazywany na wejście wewnętrznego filtru pasmowoprzepustowego (wg. danych producenta jest to filtr 4-go rzędu, co sugeruje wykorzystanie do filtracji techniki przełączanych pojemności, najłatwiejszych do zintegrowania w strukturze układu scalonego) bardzo poprawiającego jakość odtwarzanego dźwięku. Należy pamiętać, że filtr ma charakterystykę przeznaczoną do transmisji sygnału mowy (zakres częstotliwości od 300Hz do ok. 3.4kHz). W przypadku konieczności wykorzystania szerszego pasma możliwe jest pominięcie wewnętrznego filtru i dołączenie wzmacniacza mocy bezpośrednio do wyjścia układu całkującego R3, C4. Nastąpi jednakże obniżenie jakości sygnału wyjściowego i dość znaczny wzrost szumu kwantyzacyjnego. W standardowych rozwiązaniach zalecane jest więc korzystanie ze wskazówek producenta i wykorzystanie wszystkich stopni filtracji.

Po „obróbce“ sygnał akustyczny pojawia się na wyprowadzeniu FLOUT (p. 1) i poprzez potencjometr P1, służący do regulacji głośności i kondensator C7, podawany jest



Rys. 4. Przebiegi charakterystycznych sygnałów

na wejście wzmacniacza mocy US4. Zastosowany został nowoczesny wzmacniacz produkcji SGS o stosunkowo dużej mocy wyjściowej i dobrych właściwościach dynamicznych i statycznych w zakresie niskich napięć zasilających. Rezystor R7 polaryzuje wejście wzmacniacza potencjałem masy. Kondensator C6 jest elementem sprzężenia zwrotnego (separuje składową stałą) wzmacniacza mocy. Na wyjściu kondensator C9 separuje głośnik od napięcia stałego utrzymującego się na wyjściu wzmacniacza, układ R8 - C8 powoduje dociążenie wzmacniacza w zakresie większych częstotliwości. Dodatkowym zadaniem tych elementów jest zapobieganie wzbudzeniu się wzmacniacza w czasie, gdy na wejściu brak jest sygnału.

Jako wskaźnik pracy przetwornika wykorzystano diodę LED D1, która jest sterowana przez tranzystor T1. Rezystor R5 ogranicza prąd bazy do poziomu bezpiecznego dla wyjścia BUSY układu scalonego. Sygnal BUSY przyjmuje stan aktywny w chwili rozpoczęcia nagrywania lub odtwarzania. Przebiegi wyjaśniające zależności pomiędzy sygnałami sterującymi (wejściowymi), a sygnałem BUSY przedstawia rys. 4.

Zapisu cyfrowego odpowiednika sygnału wejściowego do pamięci RAM US2 dokonuje zawarty w strukturze US1 blok sterujący, za pomocą 15-bitowej szyny adresowej, 8-bitowej szyny danych oraz sygnałów sterujących !CS (1 lub 2) oraz !WR/RD.

Ponieważ napięcia zasilające układ US1 oraz pamięć US2 powinny mieścić się w granicach 5V +/- 10% zastosowano miniaturowy stabilizator 78L05 - podobnie jak pozostałe układy - w wersji SMD. Napięcie zasilające filtrowane jest za pomocą pojemności C10, C11 i C12. Kondensatory te zapobiegają także wzbudzeniom stabilizatora US3.

Mikroprzełączniki Sw1 oraz Sw2 wykorzystane są do sterowania try-

bu pracy - odtwarzanie (PLAY) lub zapis (REC). Po jednokrotnym odtworzeniu lub zapisie układ przechodzi do trybu oczekiwania STAND-BY. Wyłączone są wtedy prawie wszystkie wewnętrzne „prądożerne“ bloki układu US1, dzięki czemu nie pobiera on prawie prądu. Umożliwiło to zastosowanie zasilania bateryjnego (z baterii 9F22). Należy jednakże pamiętać, że końcówka mocy pobiera ok. 7..9mA prądu spoczynkowego, co może skrócić czas pracy baterii nawet wtedy, gdy przetwornik nie pracuje.

Przetwornik US1 jest wyposażony w dwustanowe wejście oznaczone jako SRS (p. 40) służące do selekcji częstotliwości próbkowania. Jeżeli wejście SRS jest zwarte do masy to częstotliwość próbkowania wynosi 22kHz, a jeżeli nie jest podłączone to częstotliwość próbkowania wynosi 16kHz. W modelowym rozwiązaniu przełączanie pomiędzy tymi dwoma stanami odbywa się za pomocą jumpera JP1. Ze względu na praktycznie jednokrotne (lub bardzo rzadkie) zmienianie jego pozycji zdecydowano się na wykonanie go w postaci zworki na płytce drukowanej (od strony lutownia oznaczonej jako SOLDER LAYER), którą w zależności od potrzeb należy przeciąć lub pozostawić zwartą.

Montaż i uruchomienie

Jak wcześniej zostało wspomniane, praktycznie cały układ zaprojektowano w wersji montażowej SMD. Mozaikę ścieżek płytki drukowanej przetwornika przedstawiono na wkładce. Na rysunku 5 pokazano rozmieszczenie elementów na płytce. Model widoczny na zdjęciu jest zmontowany na nieco innej płytce, poddanej modyfikacjom w celu uproszczenia montażu i technologii wykonania.

Do przeprowadzenia prawidłowego montażu potrzebne są narzędzia dobrej jakości (przede wszystkim lu-

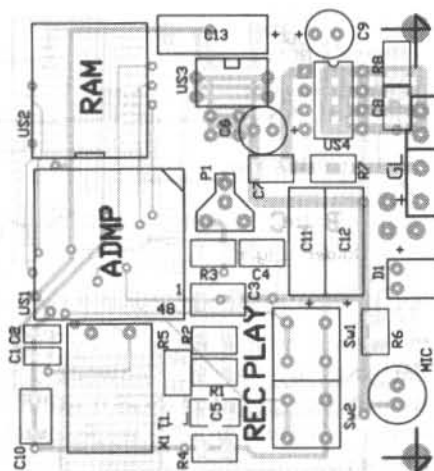
townica z precyzyjnym grotem) i trochę wprawy w montażu tego typu układów. Największą trudność stanowi przylutowanie układu US1, ponieważ odstęp pomiędzy wyprowadzeniami wynosi tylko 0,76mm (30mils). Pozostałe układy mają znacznie bardziej „przyjazne” rozmiary. Odstępy pomiędzy wyprowadzeniami w układzie US2 i US3 wynoszą 1,27mm (50mils), zatem nie powinny wystąpić żadne trudności podczas ich montażu. Podobnie wygląda sprawa z elementami biernymi.

Niezwykle pomocny w montażu może okazać się specjalny klej przeznaczony do bazowania elementów SMD, za pomocą którego przed lutowaniem należy przymocować wszystkie elementy do płytki drukowanej. Kolejność rozmieszczania elementów jest dowolna, należy tylko zwracać uwagę na możliwie dokładne umieszczenie elementu na polach lutowniczych.

Podczas lutowania warto ograniczyć ilość cyny pobieranej na grot, gdyż jej nadmiar łatwo doprowadza do trudnych do zlikwidowania zwarc. Montaż oscylatora X1 oraz kondensatorów C1 i C2 przeprowadzamy na początku, co minimalizuje ryzyko uszkodzenia niebuforowanych wejść generatora wzorcowego.

Uwagi końcowe

Dotychczas nie omówiliśmy kilku nie wykorzystanych wyprowadzeń układu UM93510. Dotyczy to wejść TOY1..4 i wyjścia !CS2. Otóż UM93510 występuje na rynku w trzech różniących się dość znacznie wersjach. Wersja UM93510A jest przeznaczona do automatów generujących teksty komunikatów przez telefon, wersja UM93510B jest stosowana w automatach zgłoszeniowych (automatycznych sekretarkach) i potrafi współpracować z mechanizmem magnetofonu zapisującego informacje, a wersja UM93510C jest dostosowana do zastosowań w zabawkach. Każdy z tych układów potrafi zaadresować 512kb zewnętrznej pamięci, przy czym UM93510C potrafi dokonać zapisu tylko do połowy tego obszaru (są one przełączane sygnałami !CS1 - zapis i odczyt - stosuje się pamięć RAM, !CS2 - tylko odczyt - stosuje się fabrycznie zaprogramowaną pamięć ROM). Wejścia TOY1..4 umożliwiają odtworzenie wybranego fragmentu tekstu z pamięci ROM,



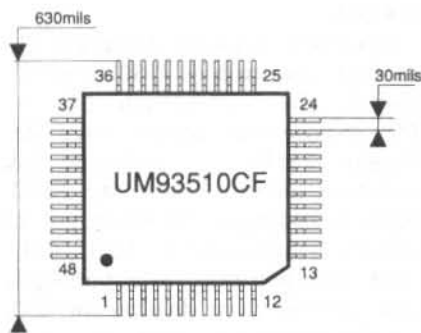
Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

która jest podzielona na cztery partycje zawierające oddzielne komunikaty.

W naszej aplikacji z dość oczywistych przyczyn stosujemy tylko pamięć RAM, więc sygnał !CS2 nie jest wykorzystywany.

Wokół układów US3 i US4 wykonano dodatkowe siatki ze ścieżek drukowanych, spełniające rolę radiatorów. Zapobiega to potencjalnemu działaniu bezpieczników termicznych wbudowanych w układy, co mogłoby zakłócić pracę urządzenia. Zastosowane rozwiązanie ma przewagę nad stosowaniem standardowych radiatorów dzięki znacznie niższej cenie i prostszemu montażowi.

Podczas badań egzemplarza modelowego okazało się, że zastosowanie miniaturowego głośnika (0,2W, 8Ω) zapewnia prawidłowe warunki pracy końcówki mocy w zakresie częstotliwości pracy przetwornika. W związku z tym elementy R8, C8 można pominąć podczas montażu. Warto jednakże pamiętać, że przy tego typu głośnikach otrzymywane efekty akustyczne nie są najwyższej jakości i w pewnych specyficznych zastosowaniach może okazać się po-



Rys. 6. Wyprowadzenia UM39510CF

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- P1: 4,7kΩ miniaturowy leżący
- R1, R3, R5, R7: 10kΩ SMD (6,8kΩ...12kΩ)
- R2: 1MΩ SMD (910kΩ...1,2MΩ)
- R4: 3,3kΩ SMD (3kΩ...4,7kΩ)
- R6: 1kΩ SMD
- R8: 10Ω SMD (2,2Ω...22Ω)

Kondensatory

- C1, C2: 22pF SMD
- C3, C8, C10: 100nF SMD
- C4: 10nF SMD
- C5, C7: 1μF SMD
- C6, C9: 100μF/10V standard
- C11, C12, C13: 10μF/10V SMD

Półprzewodniki

- D1: LED dowolny
- T1: BC849 SMD (lub dowolny inny npn w wersji SMD i obud. SOT23)
- US1: UM93510CF SMD QFP48
- US2: 62256 SMD SOL28
- US3: LM78L05 SMD (SOL8)
- US4: TDA7231 standard

Różne

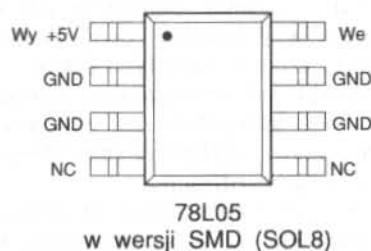
- M1: mikrofon miniaturowy
- Sw1, Sw2: mikroswitch
- X1: kwarc 3,58MHz (3,579MHz)
- Złącze do baterii 9V (klips)
- Kolki srebrzone
- Gniazdo głośnikowe JACK mono 15cm przewodu podwójnego

trzebne zastosowanie dobrej jakości głośnika szerokopasmowego.

Na rys. 6 przedstawiono widok i rozmieszczenie wyprowadzeń układu UM93510 (QFP48), a na rys. 7 wyprowadzenia stabilizatora 78L05 (SDIL8 lub SOL8) - należy zwrócić uwagę na niestandardową (dla rodziny 78LXX) obudowę i kolejność wyprowadzeń stabilizatora.

Piotr Zbysiński, AVT

Kit AVT-201 jest oferowany z elementami SMD zmontowanymi na płytce drukowanej.



Rys. 7. Wyprowadzenia stabilizatora 78L05