



# Analizator sygnałów DTMF

## Do czego to służy?

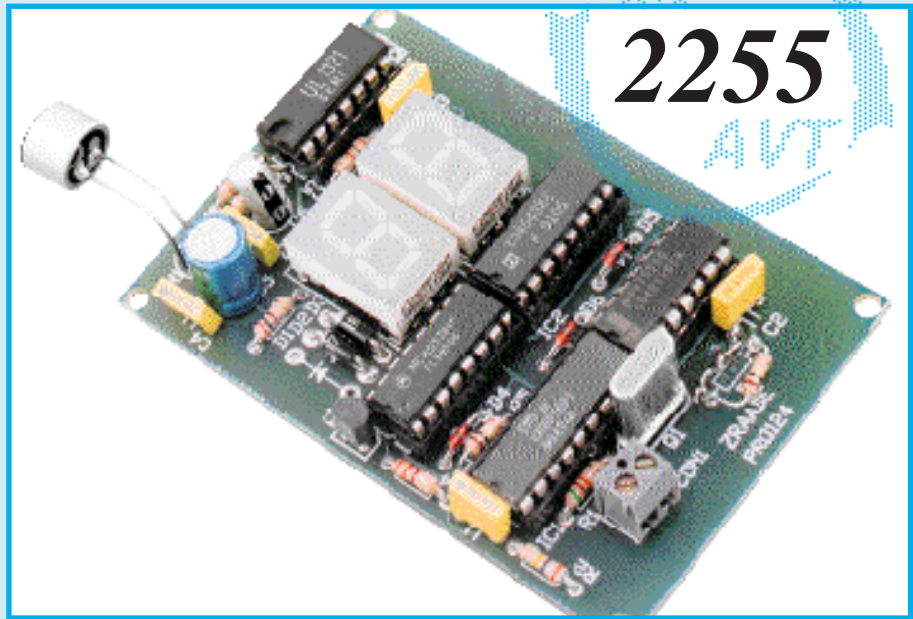
Chciałbym zaproponować dzisiaj moim Czytelnikom budowę urządzenia, które będąc typowym przyrządem laboratoryjnym może w znacznym stopniu ułatwić budowę układów stosujących transmisję danych za pomocą kodu DTMF. Uruchamiając taki układ, składający się z nadajnika i odbiornika kodu DTMF, napotykamy często na trudności polegające na niemożliwości jednoznacznego stwierdzenia, który z elementów układu nie działa jeszcze prawidłowo. Wadliwe działanie urządzenia najczęściej może być spowodowane zarówno błędami w nadawanym kodzie DTMF, jak i nieprawidłowym jego przekodowaniu. Proponowany układ umożliwia jednoznaczne stwierdzenie, czy i jakie kody emitowane są przez nadajnik DTMF, którym może być np. telefon, który z jakichś przyczyn przestał prawidłowo wybierać numery.

Sterowanie w systemie DTMF pomyślane zostało w założeniu do wykorzystania w systemach łączności telefonicznej. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby ten interesujący system przekazywania informacji zastosować w innych urządzeniach, w domowym sterowaniu różnymi urządzeniami lub nawet w zabawkach. Układ, który za chwilę pozwolę sobie przedstawić Czytelnikom EdW może okazać się wielce użyteczny także przy uruchamianiu takich urządzeń.

Proponowany układ jest bardzo łatwy do wykonania i może być zbudowany nawet przez początkujących elektroników. Także koszt elementów potrzebnych do jego wykonania nie doprowadzi z pewnością nikogo do bankructwa.

## Jak to działa?

W najprostszej postaci monitor analizujący kodu DTMF mógłby się składać jedynie z dekodera kodu DTMF, mikrofonu i czterech diod LED sygnalizujących aktualny stan wyjść dekodera. Jednak takie urządzenie nie byłoby zbyt wygodne w użyciu, szczególnie dla tych Czytelników, którzy nie mają jeszcze większej wprawy w tłumaczeniu "w głowie" kodu dwójkowego na postać dziesiętną. Także układ z mikrofonem dołączonym bezpośrednio do wejścia dekodera mógłby okazać się zbyt mało czuły i utrudniać badanie sygnałów np. bezpośrednio ze słuchawki telefonicznej. Dlatego też zastosowałem w układzie dwa dodatkowe bloki: przedwzmacniacz wejściowy i dekodery liczby czterobitowej zapisanej w kodzie binarnym na postać dziesiętną.



Schemat elektryczny całości pokazany został na **rysunku 1**.

Jak już wspomniałem, układ składa się z trzech bloków funkcjonalnych, które musimy kolejno omówić. Blokiem podstawowym, realizującym najbardziej skomplikowaną funkcję rozpoznawania kodów DTMF jest fragment układu zrealizowany z wykorzystaniem scalonego dekodera DTMF typu UM92870. Układ ten był już bardzo szczegółowo omawiany na łamach EdW (patrz numer 11/96) i dlatego przypomniemy sobie teraz jedynie najważniejsze jego parametry, istotne dla funkcjonowania opisywanej konstrukcji.

UM92870 jest scalonym dekoderelem kodu DTMF umożliwiającym przekodowanie odebranych sygnałów do postaci liczby czterobitowej. Układ wyposażony jest w przedwzmacniacz o dużej czułości, umożliwiający analizowanie sygnałów o niewielkiej amplitudzie. Po odebraniu ważnej transmisji DTMF na wyjściach Q1...Q4 układu wysłana zostaje liczba będąca binarnym odpowiednikiem odebranego kodu. Mogą to być liczby z zakresu 0001 ... 1111, ponieważ stan 0000 jest w systemie DTMF zakazany. Stany na wyjściach układu są zapamiętywane (zatrzaszkiwane) aż do czasu odebrania kolejnej transmisji. Fakt ten może być wielkim ułatwieniem dla konstruktora, ale też niekiedy znacznie komplikuje budowę układu.

Ważną rolę pełni niewykorzystywane w naszym układzie wyjście STD. Po każdorazowym odebraniu ważnej transmisji DTMF występuje na nim stan wysoki i trwa aż do momentu zakończenia odbie-

rania kodu.

Układ UM92870 jest obecnie dość trudny do nabycia, ale na szczęście posiada dwa odpowiedniki, zarówno funkcjonalne, jak i "pinowe". Jednym z nich jest układ MT8870 (omówiony także w numerze 11/96EdW), a drugi układ coraz lepiej znanej w naszym kraju firmy HOLTEK – HT9170 (tylko w obudowie DIP18).

Założeniem konstrukcyjnym, jakie przyjąłem podczas projektowania układu, było dostosowanie go do odbioru nawet bardzo słabych sygnałów. Założenie to zostało w pełni zrealizowane: układ potrafi prawidłowo rozpoznać kody DTMF pochodzące ze słuchawki telefonicznej umieszczonej 50 cm od mikrofonu! Tak duża czułość została osiągnięta dzięki zastosowaniu przedwzmacniacza mikrofonowego zrealizowanego na "połówce" popularnego układu UL1321. Czułość przedwzmacniacza możemy w szerokich granicach regulować za pomocą doboru wartości rezystora R7.

Odebrany przez mikrofon sygnał DTMF jest wzmacniany i przekazywany na wejście IN- dekodera, a następnie na wyjściach Q1...Q4 ukazuje się liczba binarna określająca numer odebranego sygnału. Moglibyśmy odczytać tę wartość za pomocą czterech diod LED dołączonych do wyjść układu, ale jak już wspomniałem byłoby to rozwiązanie mało "eleganckie". Dlatego też zastosowałem w układzie prosty dekodery liczby czterobitowej na postać dziesiętną i jest to chyba jedyny fragment układu warty szerszego omówienia.

Dekodując dowolne stany linii czterobitowej będziemy mieli do czynienia

z liczbami w zakresie od 0 do 15, które to liczby musimy wyświetlić na podwójnym wyświetlaczu 7-segmentowym. Dla uproszczenia konstrukcji zakładamy, że pierwszy wyświetlacz w zakresie liczb od 0 do 9 jest wygaszony i dopiero po przekroczeniu stanu 9 zapala się na nim 1. Dekoder BCD - 7 segmentów zbudowany z wykorzystaniem układu 4543 (IC2) steruje drugim wyświetlaczem. Elektroniczny przełącznik 4053 – IC4 kieruje na dekodery bądź sygnały przychodzące z badanej linii, bądź też specjalnie "spreparowane" sygnały potrzebne do zapalenia na wyświetlaczu cyfr od 0 do 5 przy wyświetlaniu liczb z zakresu 10..15. Rozpatrzmy teraz, co będzie się działo w miarę powstawania na wyjściu IC1 kolejnych liczb od 0 do 15:

Od liczby 0 do 7 na wejściu 5 bramki IC3B utrzymuje się stan "0", po przekroczeniu tej liczby pojawia się stan "1". Ponieważ jednak na wejściach Q2 i Q3 IC1 utrzymują się nadal stany "0" na wyjściu bramki IC3B nadal mamy "1". Dopiero w zakresie liczb od 10 do 15 na wyjściach Q2 i / lub Q3 pojawia się "1", a w konsekwencji stan "0" na wyjściu IC3B. Po zanegowaniu przez bramkę IC3C powoduje on włączenie tranzystora T1 i zapalenie cyfry 1 na pierwszym wyświetlaczu.

Aż do tego momentu przełącznik IC4 przekazywał do dekodera BCD – kod wskaźnika siedmiosegmentowego IC2 sygnały bezpośrednio z wyjść IC1 i na

Wartość	Z układu IC1				Kody po przekształceniu			
	D	C	B	A	D	C	B	A
10	1	0	1	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0	0	1
12	1	1	0	0	0	0	1	0
13	1	1	0	1	0	0	1	1
14	1	1	1	0	0	1	0	0
15	1	1	1	1	0	1	0	1

Tab. 1

drugim wyświetlaczu zapalały się kolejno cyfry od 0 do 9. Teraz stan "0" podany z wyjścia 10 IC3C na wejścia sterujące A, B i C przełącznika zamyka wejścia X0, Y0 i Z0, a otwiera wejścia X1, Y1 i Z1. Na te wejścia musimy podać odpowiednio "spreparowane" kody, aby umożliwić wyświetlenie cyfr od 0 do 5 na drugim wyświetlaczu. Aby ułatwić sobie zrozumienie zasady działania tego fragmentu układu posłużymy się poniższą tabelką:

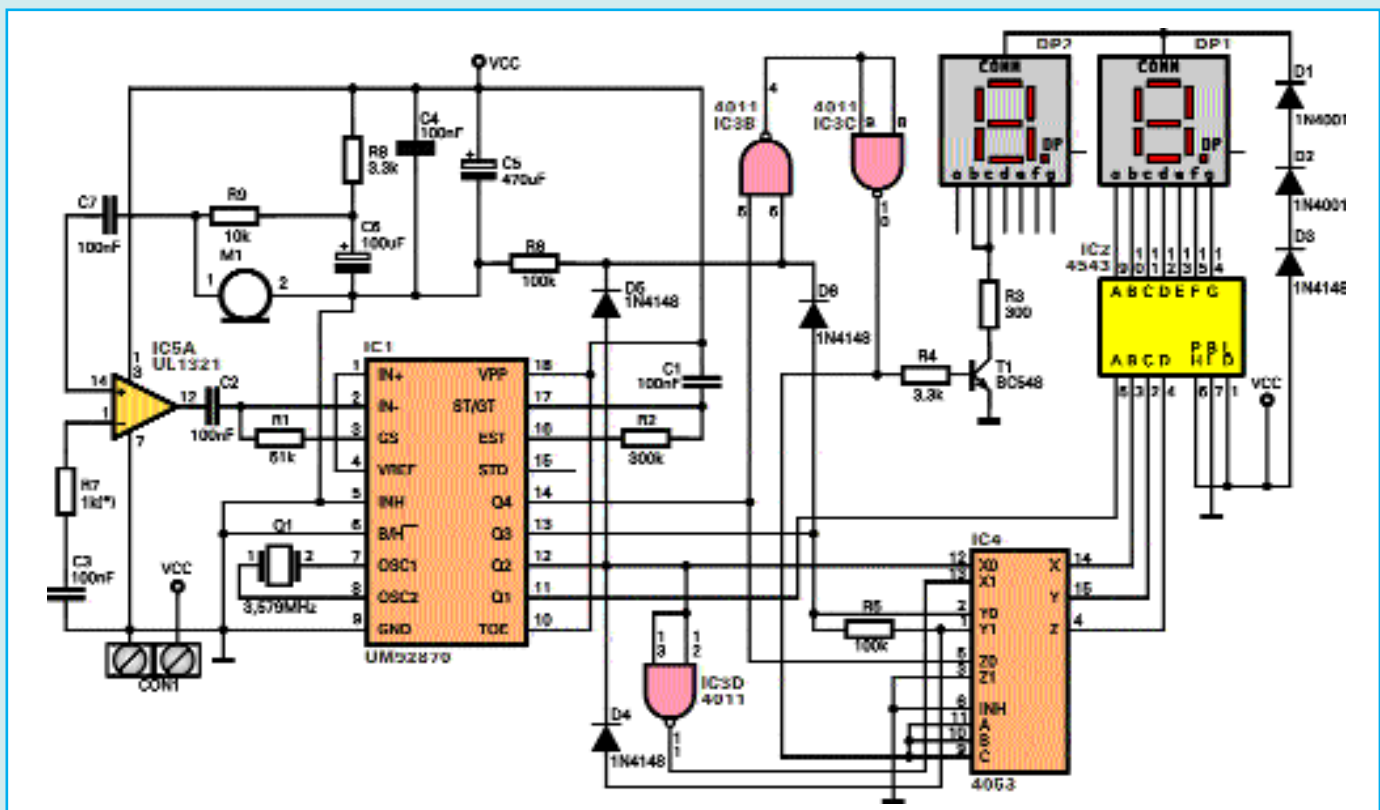
Po lewej stronie tabeli mamy kolejne stany reprezentujące liczby od 10 do 15, a po prawej strony kody, jakie musimy przekazać na wejście dekodera. Na wejściu A nie są potrzebne jakiegokolwiek przekształcenia i jest ono połączone bezpośrednio z wejściem dekodera. Od razu też widać, że nie będziemy mieli żadnego problemu z wejściem D i B. Na wejściu D dekodera musimy trwale wymusić stan "0", co zostało zrealizowane przez połączenie wejścia Z1 z masą. Stan wejścia B musimy jedynie zanegować, co osiągnąmy przy pomocy bramki IC3D.

Problem mamy jedynie z wejściem C dekodera. Przy liczbach 10, 14 i 15 stany wejściowe są jednakowe, zarówno w zakresie 0...9 jak i w zakresie 10...15, a przy liczbach 12 i 13 zanegowane. Zauważmy jednak, że wtedy i tylko wtedy kiedy mamy do czynienia z liczbami 12 i 13 na wyjściu Q2 IC1 występuje niski stan logiczny. Dołączamy zatem poprzez rezystor R5 wyjście Q2 IC1 do wejścia Y1 IC4, co umożliwi przekazywanie na to wejście nie zanegowanych stanów logicznych podczas wyświetlania liczb 10, 11 i 15. Dioda D4 połączona z wyjściem Q2 IC1 zwiiera wejście Y1 do masy podczas dekodowania liczb 12 i 13.

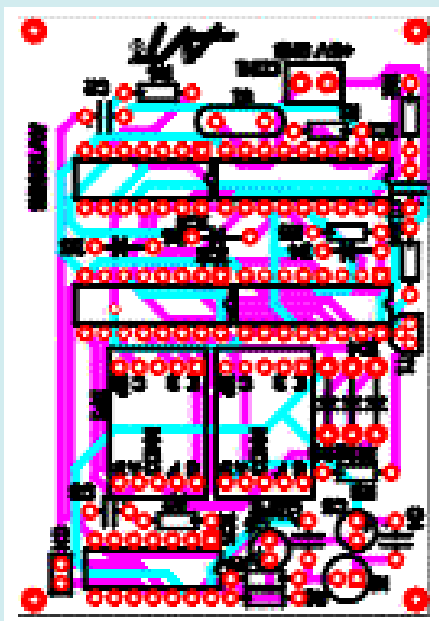
Diody D1-D3 ograniczają prąd płynący przez segmenty wyświetlaczy i zabezpieczają dekodery 4543 przed przeciążeniem. Układ powinien być zasilany napięciem stałym stabilizowanym o wartości 5V, doprowadzonym do złącza CON1.

### Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została przedstawiona mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego oraz rozmieszczenie na niej



Rys. 1 Schemat ideowy



Rys. 1 Schemat montażowy

elementów. Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od wlutowania w płytkę rezystorów, a kończąc na elementach o największych wymiarach. Pod układy scalone zalecam zastosować podstawki.

Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów nie wygląda jakiegokolwiek uruchamiania ani regulacji. W celu spraw-

dzienia poprawności jego działania dołączamy do niego zasilanie +5VDC. Na wyświetlaczach powinna ukazać się liczba 15. Jest to spowodowane tym, że układ UM92870 "budzi się do życia" chyba zawsze ze stanem 1111 na wyjściach. Celowo napisałem "chyba", ponieważ sprawa ta nie została w jakikolwiek sposób zasygnalizowana przez producenta w karcie katalogowej i dysponuję wyłącznie informacją zdobytą doświadczalnie. Nie ma to jednak najmniejszego znaczenia dla prawidłowego działania urządzenia i wygody posługiwania się nim.

Po włączeniu zasilania zbliżamy do mikrofonu słuchawkę telefoniczną i naciskamy dowolny, np. "1" klawisz w telefonie (oczywiste jest, że telefon musi być ustawiony w tryb wybierania tonowego – TONE). Po naciśnięciu klawisza i wygenerowaniu przez aparat telefoniczny odpowiedniego dźwięku, na wyświetlaczach powinna natychmiast ukazać się liczba odpowiadająca wybranej cyfrze. Jeżeli tak się nie stało, to pozostaje nam jedynie szukanie błędu w montażu lub wadliwego elementu.

Płytką drukowaną została zwymiarowana pod obudowę typu KM33C. Do zasilania układu najlepiej zastosować zasilacz sieciowy typu "wtyczkowego" o napięciu wyjściowym +5VDC i minimalnym prądzie 250mA.

Zbigniew Raabe

## Wykaz elementów

<b>Kondensatory</b>	
C1, C2, C3, C4, C7	100nF
C5	470µF
C6	100µF
<b>Rezystory</b>	
R1	51kΩ
R2	300kΩ
R3	300Ω
R8, R4	3,3kΩ
R6, R5	100kΩ
R7	1kΩ(*)
R9	10kΩ
<b>Półprzewodniki</b>	
DP2, DP1	wyświetlacz siedmio-segmentowy LED, wsp. anoda
D1, D2	1N4001 lub odpowiednik
D3, D4, D5, D6	1N4148 lub odpowiednik
IC1	UM92870 lub ścisły odpowiednik
IC2	4543
IC3	4011
IC4	4053
IC5	UL1321
T1	BC548 lub odpowiednik
<b>Pozostałe</b>	
CON1	ARK2 (3,5mm)
M1	mikrofon elektretowy dwukońcówkowy
Q1	rezonator kwarcowy 3,579MHz

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2355