

Najważniejsze informacje o kodzie DTMF były podane w EdW 3/96.

W praktyce, aby ten kod wykorzystać, wcale nie trzeba znać szczegółów, wystarczy wiedzieć, że każdy współczesny aparat telefoniczny ma przełącznik TONE/PULSE, ustalający sposób wybierania numeru.

Scalony dekodery kodu DTMF

W pozycji TONE po naciśnięciu klawisza aparat wysyła w linię sygnały DTMF - można ich posłuchać w każdym aparacie. Zazwyczaj w telefonie jest 12 klawiszy (oznaczonych 1...9, 0, *, #). Nieliczne aparaty mają dodatkowe cztery klawisze oznaczone A, B, C, D - takie aparaty umożliwiają nadanie wszystkich szesnastu znaków kodu DTMF.

Mamy więc gotowy nadajnik kodu, za pomocą którego z dowolnego miejsca na świecie za pomocą połączeń telefonicznych możemy przesłać informacje. Do pełni szczęścia potrzebny jest jeszcze odbiornik, potrafiący zamienić sygnały DTMF na jakąś użyteczną postać, najlepiej cyfrową. Takim odbiornikiem, a właściwie dekodery jest między innymi kostka o oznaczeniu 8870. Na jej wyjściu otrzymuje się numer ostatnio odebranego sygnału DTMF w postaci liczby czterobitowej.

Poniższy materiał zawiera wyczerpujący opis układu MT8870 i jego odpowiedników i jest uzupełnieniem artykułu "Odbiornik kodu DTMF", zamieszczonego w tym numerze EdW.

Przedstawione informacje umożliwią zastosowanie tego ciekawego układu

w różnych urządzeniach sterowanych drogą telefoniczną lub radiową. Kostka ta znajduje też szerokie zastosowanie w układach radiowych oraz układach alarmowych, a także w prostych systemach przesyłania informacji drogą radiową lub telefoniczną.

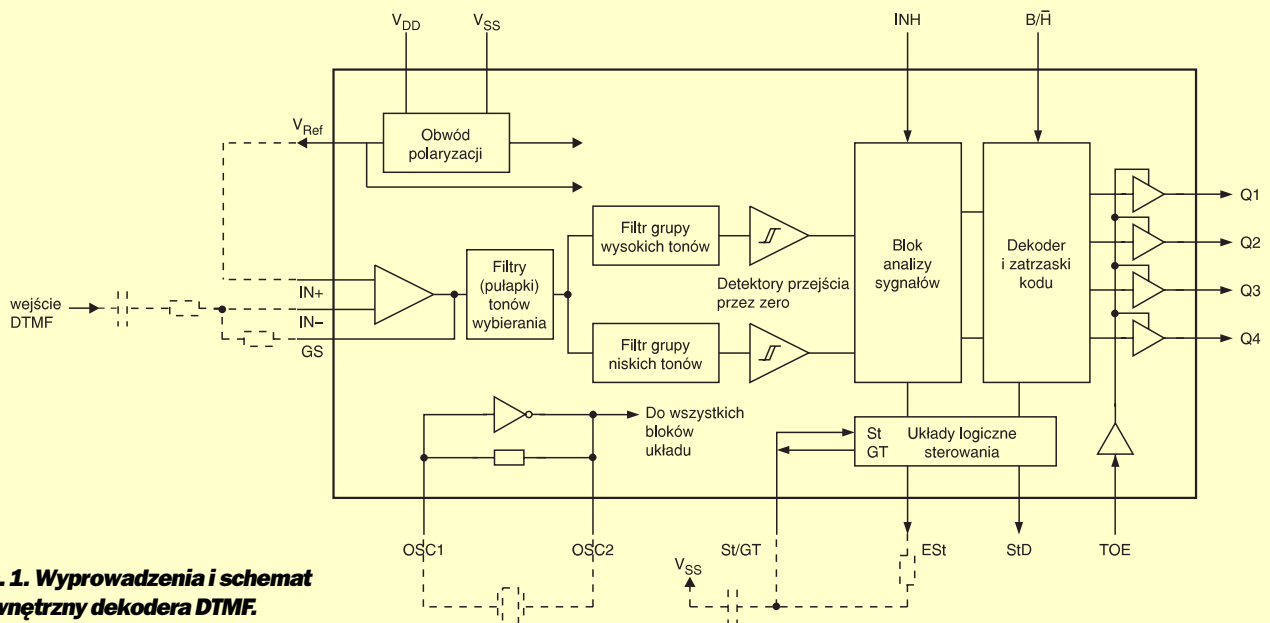
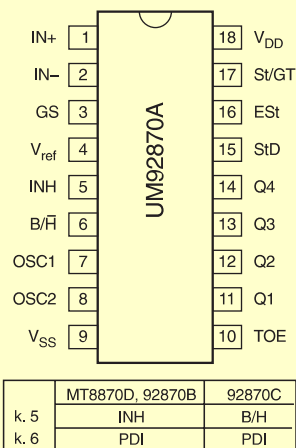
Układ scalony jest wewnątrz naprawdę skomplikowany, ale jego wykorzystanie jest wręcz dziecinnie łatwe i nikomu nie powinno sprawić żadnych kłopotów.

Opis układu scalonego

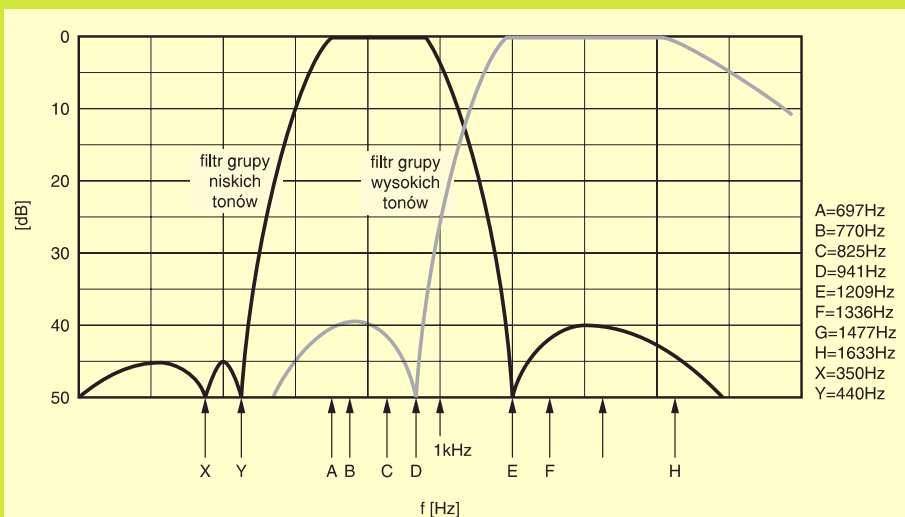
Jak widać, układ scalony, którego blokowy schemat wewnętrzny i rozmieszczenie wyprowadzeń przedstawione są na rysunku 1, jest kompletnym odbiornikiem wymagającym w podstawowej aplikacji tylko kilku zewnętrznych elementów biernych.

Układ zawiera wejściowy wzmacniacz operacyjny (nóżki 1, 2, 3) którego wzmocnienie ustala się według potrzeb z pomocą kilku rezystorów.

Końcówka 4 jest wyjściem napięcia odniesienia dla wzmacniacza wejściowego (o wartości równej połowie napięcia zasilającego). Za wzmacniaczem umiesz-



Rys. 1. Wyprowadzenia i schemat wewnętrzny dekodera DTMF.



Rys. 2. Wykorzystanie częstotliwości w dekodерze DTMF.

czono zespół filtrów usuwających ewentualne sygnały zakłócające, w szczególności tony sygnalizacyjne 350 i 440Hz wykorzystywane w telefonii. W sieci krajowej stosuje się sygnał tonowy o częstotliwości 425Hz, a nie 440Hz, niemniej jednak zostanie on stłumiony o co najmniej 45dB, co jest wartością zupełnie wystarczającą.

Kolejne filtry rozdzielają pasmo na dwie części: grupę tonów niższych i wyższych. Wypadkowe charakterystyki filtrów pokazane są na rysunku 2. Cyfrowy układ dekodujący działa na zasadzie pomiaru okresu odbieranego przebiegu przy jego przejściu przez zero. Aby zapewnić bezbłędną detekcję sygnałów w szerokim zakresie amplitud wejściowych blok ten jest w rzeczywistości bardzo rozbudowany. Mierzony jest zarówno okres każdego pojedynczego przebiegu, jak i uśredniony okres w czasie kilku cykli. Taki sposób gwarantuje niewielką stopę błędów nawet w warunkach silnych zakłóceń, dzięki temu układ na pewno odróżni sygnał DTMF od przypadkowej podobnej sekwencji tonów w sygnale mowy.

Wszystkie wewnętrzne bloki cyfrowe taktowane są sygnałami uzyskanymi z oscylatora sterowanego popularnym kwarcem 3,5795MHz.

Cztery wyjścia Q1-Q4 wyposażone są w bufory zatraskowe typu latch, dzięki czemu ostatnio odebrany kod DTMF zostaje zapamiętany i pozostaje na wyjściach aż do odebrania następnego ważnego kodu.

Kostka ma także wyjście StD informujące o odebraniu (obecności na wejściu) ważnego sygnału DTMF - po odebraniu ważnego sygnału DTMF pojawia się tam impuls dodatni o czasie trwania proporcjonalnym do czasu występowania sygnału DTMF. Wyjście to może być użyte na przykład do wpisania odebranego sygnału do dodatkowego bufora, lub do zapoczątko-

wania obsługi układu przez współpracujący mikroprocesor.

W stanie niskim wejścia sterującego TOE (Three-state Output Enable) wyjścia Q1-Q4 są odcięte (są w stanie wysokiej impedancji - logiczny stan trzeci).

Nóżki 5 i 6 pełnią w różnych wersjach układu różne funkcje. Niekiedy są w ogóle niepodłączone. W kostce MT8870D, produkcji wiodącej w tej dziedzinie firmy Mitel, nóżka 5 jest wejściem INHibit, a nóżka 6 - wejściem PDI (Power Down Input). Z kolei obecna w kraju tajwańska firma UMC produkuje aż trzy odpowiedniki kostki MT8870: układy serii UM92870, różniące się funkcją nóżek 5 i 6.

W każdej kostce występuje tylko dwa z wejść INH, PDI oraz B/H\ : UM92870A posiada wejścia INH, B/H\ ,

UM92870B - B/H\ , PDI

UM92870C - INH, PDI.

Wejście INH(ubit) steruje detekcją par tonów zawierających składową 1633Hz (kody A, B, C, D). Gdy wejście INH jest w stanie niskim - dekodowane są wszystkie kody (w liczbie 16), gdy w stanie wysokim - kody A, B, C, D są ignorowane.

Stan wysoki na wejściu PDI (Power Down Input) wyłącza układ, redukując pobór prądu do pojedynczych mikroamperów; właściwość ta może być cenna w sprzęcie przenośnym, zasilanym z baterii.

Wejście B/H\ decyduje o kodzie wyjściowym. Przy stanie niskim jest to kod szesnastkowy, przy wysokim - kod 2 z 8 - patrz ramka.

W typowych warunkach pracy końcówki 5 i 6 układu scalonego są zwarte do masy.

W drugiej ramce zawarte są najważniejsze parametry układu scalonego UM92870.

Podane informacje wystarczą w zupełności do praktycznego wykorzystania opisanej kostki. Jest to naprawdę bardzo proste, wymaga zastosowania tylko kilku elementów zewnętrznych; nie należy się więc przerażać skomplikowaną budową wewnętrzną i podanymi licznymi parametrami.

Wykorzystanie kostki nie sprawia problemów, należy tylko w zależności od zastosowania zdecydować, jak mają być zbudowane obwody wejściowe.

Wejściowy wzmacniacz operacyjny może być skonfigurowany zarówno jako z wejściem symetrycznym, jak i niesymetrycznym. Typowe układy połączeń i sposób

Kody wyjściowe dekodera

Grupa niższa [Hz]	Grupa wyższa [Hz]	Odebrany kod DTMF	TOE	Szesnastkowy B/H\ = L				Binarny 2x8 B/H\ = L			
				Q4	Q3	Q2	Q1	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1	0	0	0	0
697	1336	2	H	0	0	1	0	0	0	0	1
697	1477	3	H	0	0	1	1	0	0	1	0
770	1209	4	H	0	1	0	0	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1	1	0	0	0
852	1336	8	H	1	0	0	0	1	0	0	1
852	1477	9	H	1	0	0	1	1	0	1	0
941	1336	0	H	1	0	1	0	1	1	0	1
941	1209	*	H	1	0	1	1	1	1	0	0
941	1477	#	H	1	1	0	0	1	1	1	0
697	1633	A	H	1	1	0	1	0	0	1	1
770	1633	B	H	1	1	1	0	0	1	1	1
852	1633	C	H	1	1	1	1	1	0	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0	1	1	1	1
-	-	X	L	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z

H - stan wysoki, L - stan niski, Z - stan trzeci (wysoka impedancja), X - stan dowolny

Podstawowe parametry UM92870

Napięcie zasilania:	5V ±0,5V
Pobór prądu w czasie pracy:	typ. 3mA (max 9mA)
Pobór prądu gdy INH=H:	6,2µA (max 100µA)
Zakres temperatur pracy:	-20...+70°C
Prąd końcówek wejściowych:	100nA
Obciążalność wyjść cyfrowych:	I _{OL} min. 1mA, typ. 2,5mA I _{OH} min. 0,4mA, typ. 0,8mA
Wzmacniacz wejściowy (końcówki 1, 2, 3):	
Wejściowy prąd polaryzujący:	max 100nA
Rezystancja wejściowa:	min 10MΩ
Wejściowe napięcie niezrównoważenia:	max 25mV
Zakres wejściowych napięć wspólnych:	2,5Vpp
Maksymalne obciążenie wyjścia (końcówki GS):	50kΩ 100pF
Rezystancja wyjściowa końcówki Uref:	typ 1kΩ
Charakterystyka kompletnego odbiornika (wzmocnienie wzmacniacza wejściowego = 1):	
Minimalny poziom każdego z tonów składowych:	-29dBm (27,5mVsk)
Maksymalny poziom każdego z tonów składowych:	+1dBm (833mVsk)
Maksymalna różnica poziomów między tonami jednej pary:	±10dB
Maksymalna dopuszczalna odchyłka częstotliwości poszczególnych tonów:	±2,5%
Dopuszczalny poziom szumów:	-12dB poniżej poziomu sygnału DTMF
Zawartość trzeciej harmonicznej w odbieranych sygnałach DTMF:	max 12%

doboru elementów podane są na rysunku 3.

Wzmocnienie można zmieniać w zależności od potrzeb; w typowym zastosowaniu, przy bezpośredniej współpracy z linią telefoniczną, wynosi ono 1 (czyli w układzie z rysunku 3a rezystory powinny mieć równe wartości - po 100kΩ). Wartość wzmocnienia nie jest jednak sprawą krytyczną, bowiem kostka ma szeroki zakres użytecznych poziomów wejściowych - porównaj podane w ramce maksymalne i minimalne poziomy tonów składowych.

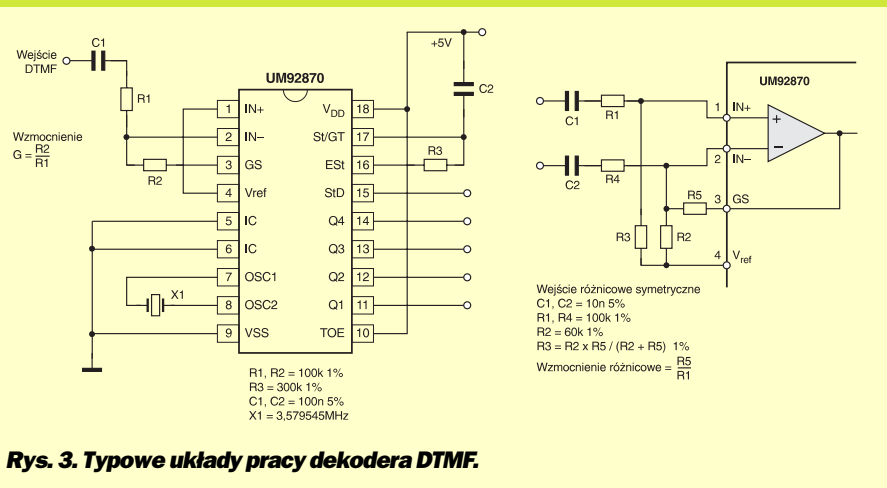
Dla dociekliwych, na rysunku 4 przedstawione są przebiegi czasowe w pracującym układzie dekodera.

Większości Czytelników EdW wystarczy informacja, że zewnętrzne elementy R C dołączone do końcówek St/GT i Est określają minimalne czasy obecności i braku sygnału DTMF wymagane dla jego poprawnego odebrania. W rezultacie kolejne sygnały DTMF, aby zostały zdekodowane i wpisane na wyjścia Q1-Q4 muszą mieć nie tylko wymaganą długość, ale też musi między nimi wystąpić określona przerwa.

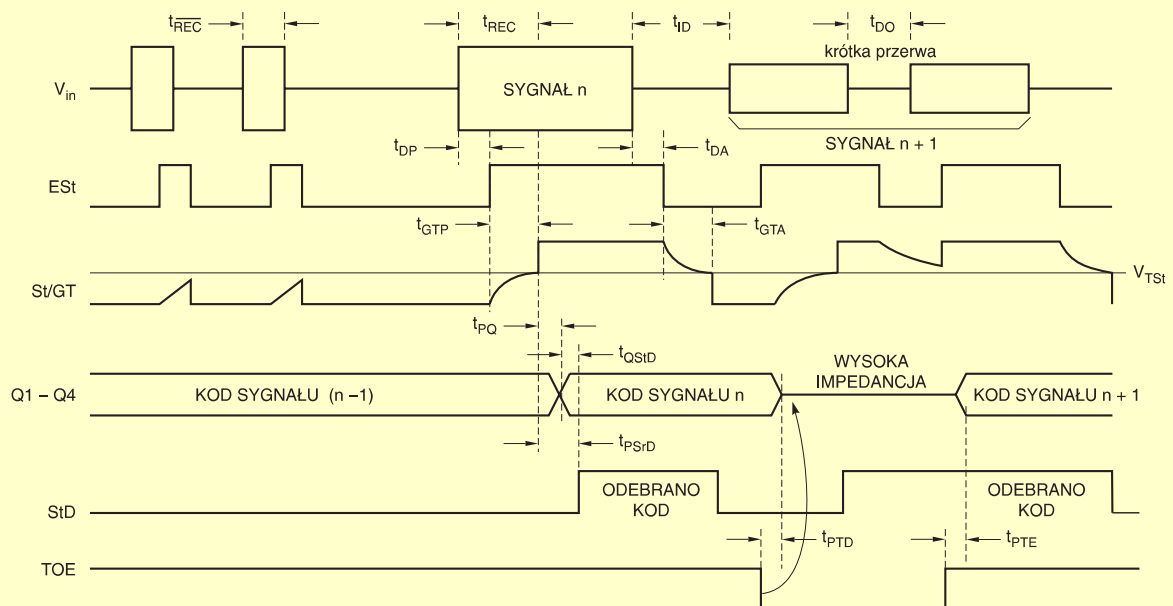
W większości zastosowań profesjonalnych oba te czasy nie mogą być krótsze niż 40ms i wtedy stosuje się $R = 300k\Omega$ ($330k\Omega$) $C = 100nF$. To całkowicie wystarczy, żeby odróżnić sygnały DTMF od sygnałów mowy.

Pełne informacje katalogowe o układzie MT8870 można znaleźć w biuletynie USKA UC 4/96, a o UM92870 w USKA UC 5/96, zaś w Elektronice Praktycznej 1/95 przedstawiono moduł z wejściem symetrycznym, zbudowany na płycie uniwersalnej PU-02.

Piotr Górecki



Rys. 3. Typowe układy pracy dekodera DTMF.



Rys. 3. Główne przebiegi czasowe dekodera DTMF.