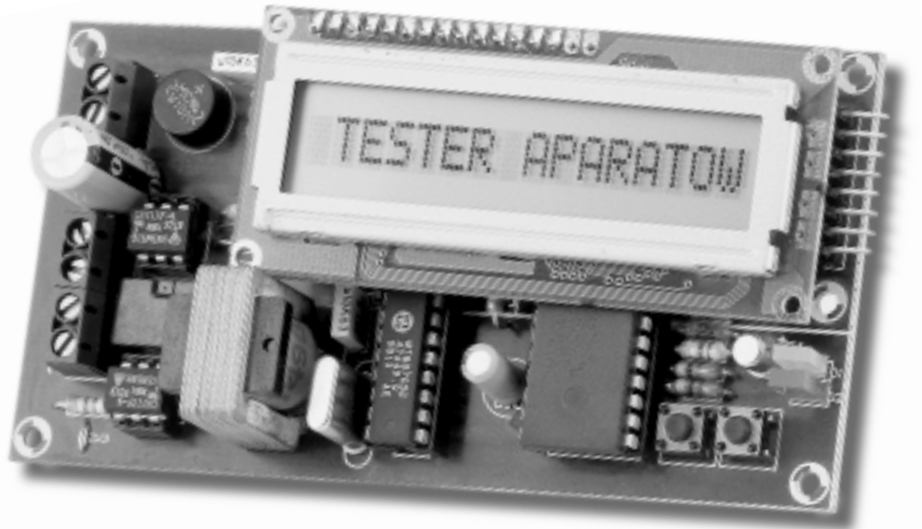


Tester aparatów telefonicznych

AVT-5056

Naprawić aparat telefoniczny nie jest łatwo, zwłaszcza gdy mamy aparat nowego typu, w którym stosowane jest wybieranie tonowe. Prezentowany układ będzie pomocny właśnie przy naprawach. Uzupełni zarówno wyposażenie pracowni młodego elektronika jak i warsztatu serwisowego.



Tester powstał w celu usprawnienia naprawy aparatów telefonicznych CA z wybieraniem tonowym. Umożliwia on sprawdzenie głównych obwodów aparatu telefonicznego bez podłączania go do linii telefonicznej, a mianowicie:

- wybierania tonowego,
- dzwonka,
- obwodów rozmownych.

W układzie zastosowano scalony odbiornik kodu DTMF typu MT8870 oraz mikrokontroler ST6225. Oprogramowanie dla mikrokontrolera zostało napisane (w zasadzie narysowane) za pomocą znanego Czytelnikom EP programu ST6-Realizer. Scalony dekodery DTMF typu MT8870 został opracowany kilka lat temu przez kanadyjską firmę Mitel. Układ ten integruje w swoim wnętrzu wszystkie bloki funkcjonalne, niezbędne do prawidłowego zdekodowania sygnałów DTMF przesyłanych linią telefoniczną.

Opis układu

Tester został wykonany na jednostronnej płycie drukowanej, na której umieszczone są wszystkie elementy układu. Jego schemat przedstawiono na rys. 1. Zawiera on następujące bloki funkcjonalne:

- układ liniowy,
- odbiornik DTMF,
- procesor ST6225,

- wyświetlacz LCD (alfanumeryczny),
- wyświetlacz LED (jedna cyfra),
- zasilacz +5VDC/+12VDC/24VAC.

Zadaniem *układu liniowego* jest zasilanie aparatu telefonicznego z linii, tak jak odbywa się to po dołączeniu aparatu do centrali automatycznej, a także wysyłanie sygnału dzwonienia do badanego aparatu.

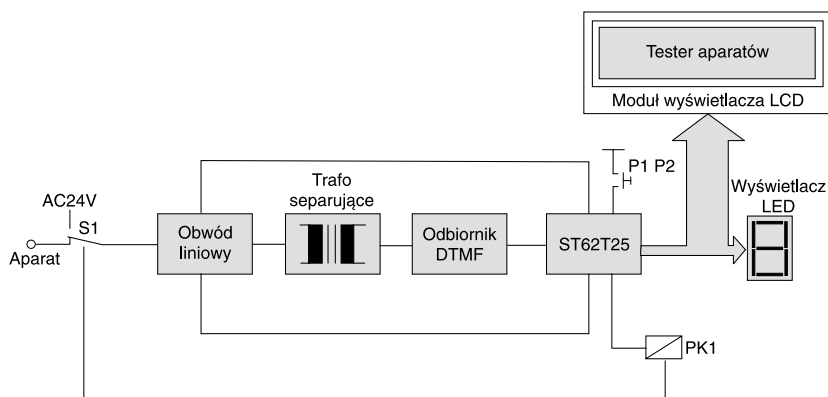
Zadaniem *odbiornika DTMF* - jak sama nazwa wskazuje - jest odebranie sygnału DTMF pochodzącego z aparatu telefonicznego z wybieraniem tonowym.

Mikrokontroler ST62T25 jest „sercem” układu odpowiedzialnym za poprawną pracę testera. Na wyświetlaczu alfanumerycznym LCD wyświetlane są komunikaty o stanie pracy układu. Zamiast wyświetlacza alfanumerycznego można zastosować opcjonalnie wyświetlacz LED.

Zasilacz dostarcza napięć zasilających tester: +5V dla części cyfrowej, +12V dla układu linio-

Tab. 1. Składowe częstotliwości sygnałów DTMF przypisane poszczególnym przyciskom klawiatury.

Częstotliwość [Hz]	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#



Rys. 1. Schemat blokowy testera.

wego oraz napięcie dla obwodu wywołania 24VAC.

W układzie testera można wyróżnić dwie grupy bloków funkcjonalnych:

- telefoniczne, to jest blok liniowy i odbiornik DTMF,
- cyfrowe, to jest mikroprocesor, wyświetlacz LCD (LED), zasilacz.

Na rys. 2 przedstawiono schemat elektryczny kompletnego testera.

Do komunikacji pomiędzy procesorem a układem dekodera DTMF wykorzystano sześć wyprowadzeń mikrokontrolera. Dane z wyprowadzeń dekodera Q1...Q4 podane są na wejścia PB6, PB7, PC4, PC5 skonfigurowane jako *pull-up*. Sygnały sterujące STD i TOE dekodera podane są na wejścia PC6 (*pull-up*) i PB5, skonfigurowane jako wejście *push-pull*.

Kolejnych siedem wyprowadzeń PA0...PA6 skonfigurowanych jest jako wyjścia *push-pull*. Służą one do sterowania alfanumerycznym wyświetlaczem LCD lub jednocyfrowym wyświetlaczem LED. Przyciski sterujące P1 (zew) i P2 (praca) są dołączone do wejść PB2 i PB3 skonfigurowanych jako wejścia z rezystorem podciągającym (*pull-up*). Diody sygnalizacyjne D1 i D2 są sterowane z wyprowadzeń PB0 i PB1 (wyjścia *push-pull*). Transoptory OPT1 i OPT2, wchodzące w skład obwodu liniowego, są połączone z wyprowadzeniami PB4 i PC7 skonfigurowanymi jako wejścia *pull-up*. Przekaznik podający napięcie zewu (24VAC) na testowany aparat sterowany jest z wyjścia PA7 (*push-pull*) za pośrednictwem tranzystora T1. Do sprężgnięcia odbiornika DTMF

z obwodem liniowym został użyty transformator telefoniczny 1:1 600Ω. W opisywanym układzie procesor i dekodery korzystają z oddzielnych rezonatorów kwarcowych, 8MHz dla mikrokontrolera i 3,579MHz dla dekodera.

Działanie układu

Opis działania testera omówimy w dwóch częściach, oddzielnie dla części „telefonicznej” i „cyfrowej”.

Część telefoniczna

Głównym zadaniem części telefonicznej jest symulacja centrali telefonicznej, a właściwie niektórych jej obwodów takich jak: obwód wywołania, zasilania aparatu, odbioru sygnałów wybierania tonowego. Aby aparat telefoniczny można było poddać testowaniu musi być odpowiednio zasilony, tzw. napięciem z linii. W naszym układzie jest to realizowane poprzez następujący obwód: +12V, rezystor bocznikujący transoptor OPT2, styki przełącznika PK1, złącze śrubowe, żyła A linii, aparat telefoniczny (testowany), żyła B linii, złącze śrubowe, styki przełącznika PK1, rezystor bocznikujący transoptor OPT1, rezystor RX, transformator 600Ω, masa układu. Po podniesieniu słuchawki w wymienionym obwodzie popłynie prąd zasilający wewnętrzne układy aparatu powodując zadziałanie diod transoptorów OPT1 i OPT2.

Zadziałanie transoptorów spowoduje podanie sygnałów do procesora, informujących o podniesieniu słuchawki. Wysyłanie sygnału wywołania do badanego aparatu następuje w wyniku zadziałania przełącznika PK1, który pod-

łącza aparat do źródła napięcia przemiennego.

Zgodnie z normą obwody wywołania nie powinny zadziałać przy napięciu niższym niż 16V/25Hz, a powinny pracować poprawnie przy napięciu od 40V do 90V/25Hz lub 50Hz. W naszym układzie, ze względów bezpieczeństwa, napięcie wywołania zostało celowo obniżone do wartości 24V/50Hz. Przy tym napięciu powinien zadziałać obwód wywołania w większości aparatów telefonicznych. Wysyłanie sygnału wywołania następuje po naciśnięciu przycisku P2 (ZEW) i tylko wtedy, jeżeli słuchawka aparatu nie jest podniesiona. Wysyłanie sygnału jest przerywane w chwili podniesienia słuchawki. Odbiór sygnałów DTMF jest jednym z najważniejszych zadań testera. Opis tych sygnałów, generowanych przez aparat telefoniczny po wciśnięciu każdego przycisku, zestawiono tab. 1.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2, R6, R7, R15: 3,9kΩ
R3, R4: 100kΩ
R5: 300kΩ
R8...R14: 560Ω (opcjonalnie)
R16, R17: 820Ω
R18, R19: 100Ω
POT1: 10kΩ

Kondensatory

C1: 1000μF/40V
C2: 220μF/40V
C3, C4, C7...C9: 100nF
C5, C6: 30pF
C10: 1μF

Półprzewodniki

D1, D2: LED dowolne
M1: mostek 1,5A
LCD: Wyświetlacz LCD 1X16
T1: BC237
US1: MT8870
US2 ST62T25C: zaprogramowany
US3: 7805
OPT1, OPT2: CNY17F-4

Różne

PK1 AZ850-5
TR1 1:1 600Ω
X1: 3,589MHz
X2: 8,000MHz
P1, P2: przyciski miniaturowe
Złącza śrubowe ARK 1x2 (3 szt.)
Gniazdo gold-pin 1x16
Listwa gold-pin 1x16

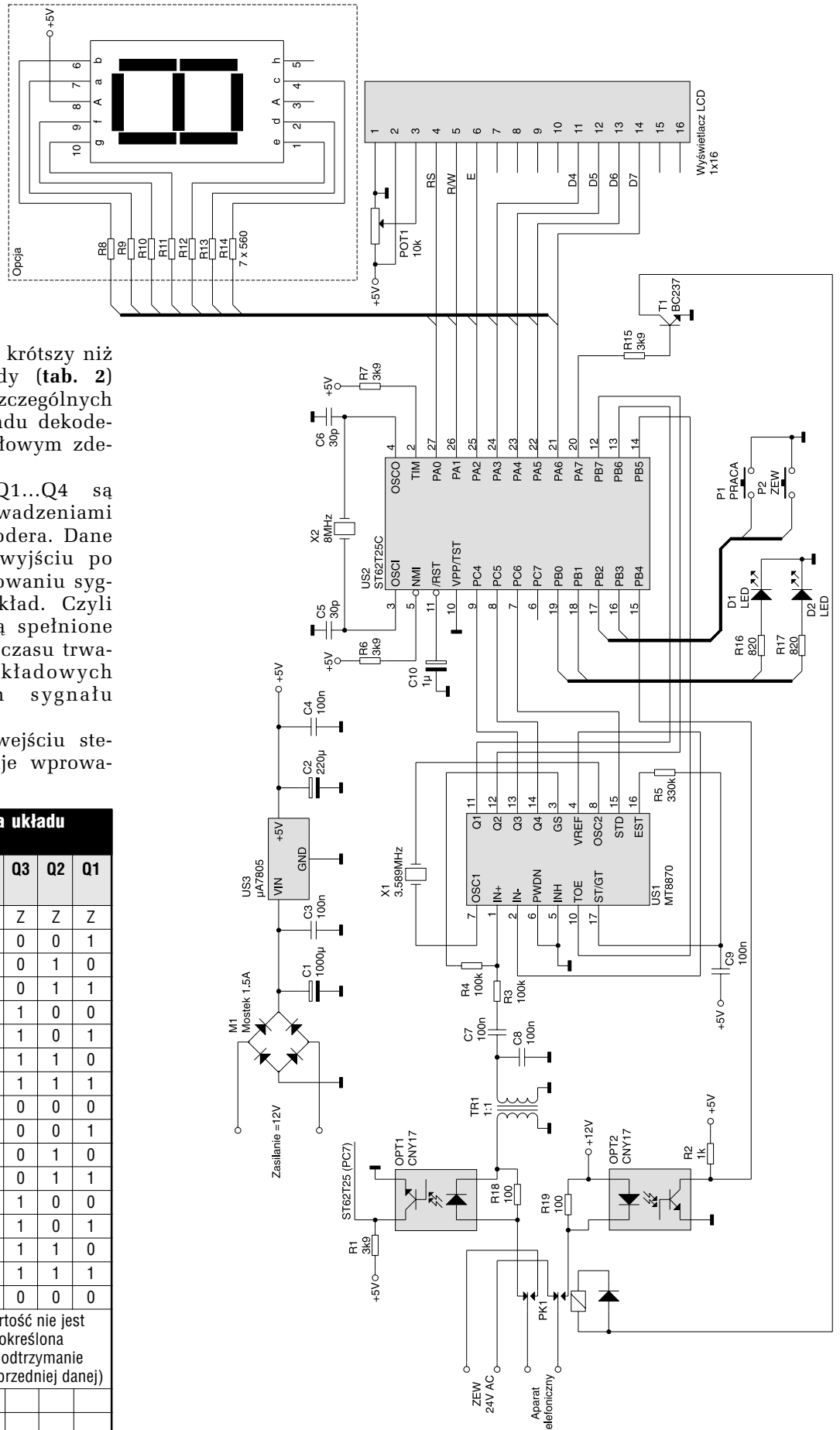
Każdemu przyciskowi przyporządkowano sygnały o dwóch częstotliwościach, jedna z wiersza a druga z kolumny tablicy. Tolerancja generowanych częstotliwości nie powinna być większa niż $\pm 1,5\%$. Czas trwania sygnału wysyłanego z aparatu oraz przerwy pomiędzy poszczególnymi sygnałami powinien być nie krótszy niż 55ms. W tabeli prawdy (tab. 2) podano stany na poszczególnych wyprowadzeniach układu dekodera MT8870 po prawidłowym zdekodowaniu sygnału.

Wyprowadzenia Q1...Q4 są trójstanowymi wyprowadzeniami danych z układu dekodera. Dane te pojawiają się na wyjściu po prawidłowym zdekodowaniu sygnału DTMF przez układ. Czyli wówczas, gdy zostaną spełnione wymagania dotyczące czasu trwania, amplitudy i składowych częstotliwościowych sygnału DTMF.

Niski poziom na wejściu sterującym TOE powoduje wpro-

Tab. 2. Tablica prawdy dla układu MT8870.

Sygnal wejściowy	TOE	INH	EST	Q4	Q3	Q2	Q1
Dowolny	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	Wartość nie jest określona (podtrzymanie poprzedniej danej)			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				



Rys. 2. Schemat elektryczny testera.

dzenie wyjść danych Q1...Q4 w stan wysokiej impedancji. W standardzie DTMF mamy możliwość zakodowania aż 16 znaków, lecz zazwyczaj wykorzystanych jest 12. Układ MT8870 ma możliwość zdekodowania wszystkich 16 znaków. Aby wejść w ten tryb pracy należy na wejście INH podać odpowiedni poziom napięcia i tak dla: INH=„H“ - tryb

pracy 12 znaków, INH=„L“ - tryb pracy 16 znaków.

Po poprawnym zdekodowaniu sygnału wejściowego DTMF, na wyjściu STD pojawia się poziom wysoki. Wyjście to najczęściej jest stosowane do informowania współdziałającego z dekodерem mikrokontrolera. Pozwala to na bieżące śledzenie pracy dekodera. Opis działania programu mikro-

kontrolera współpracującego z dekodерem przedstawimy w kolejnej części.

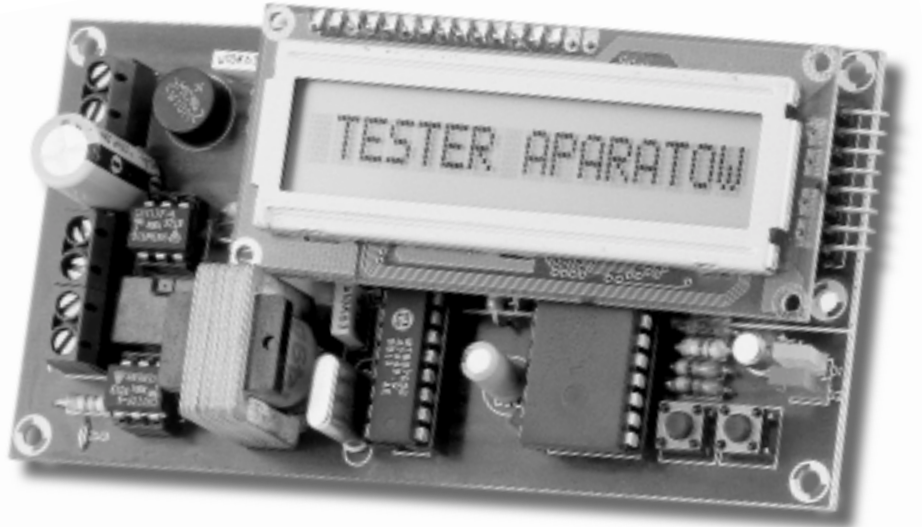
Krzysztof Górski, AVT
krzysztof.gorski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/marzec02.htm> oraz na płycie CD-EP03/2002B w katalogu PCB.

Tester aparatów telefonicznych, część 2

AVT-5056

W tym artykule zapoznamy się z działaniem bloku cyfrowego testera, którego głównym elementem jest mikrokontroler. Program dla mikrokontrolera został przygotowany za pomocą znanego Czytelnikom EP pakietu programowego ST-Realizer.



Po skompilowaniu programu przygotowanego za pomocą ST6-Realizera, plik wynikowy zajął ponad połowę dostępnej pamięci mikrokontrolera ST62T25. Ze względu na znaczne rozmiary pliku i dość skomplikowany algorytm programu, postanowiłem opisać jego działanie w oparciu o graf (rys. 3). Czytelnicy bardziej zainteresowani tematem mogą przeanalizować program w oparciu o jego listing źródłowy opublikowany na CD-EP3/2002B oraz na naszej stronie internetowej.

Działanie bloku cyfrowego

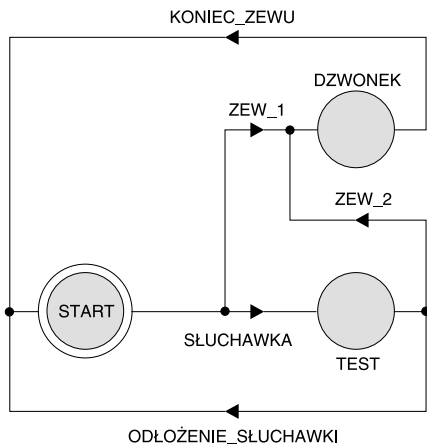
Po włączeniu zasilania mikrokontroler jest automatycznie zerowany, a program sterujący pracą mikrokontrolera wchodzi w stan początkowy START. Rozpoczyna wówczas wpisywanie danych do pamięci sterownika wyświetlacza LCD, w wyniku czego na wyświetlaczu ukaże się napis „TESTER TELEFONÓW”. Każde wpisywanie danych do wyświetlacza jest dodatkowo sygnalizowane migotaniem diody D2, która monitoruje stan linii sterującej E wyświetlacza LCD.

W stanie START procesor oczekuje na spełnienie jednego z warunków: SŁUCHAWKA lub ZEW. Spełnienie warunku ZEW nastąpi po naciśnięciu przycisku P2-ZEW, kiedy następuje podanie niskiego

poziomu na wejście mikrokontrolera PB3 (skonfigurowane jako wejście *pull-up*). Po spełnieniu warunku ZEW program wchodzi w stan DZWONEK, w którym przełącznik PK1 zaczyna pracować impulsowo, podając napięcie dzwonięcia na testowany aparat. Wraz przełącznikiem jest włączana również dioda D1, sygnalizująca wysyłanie sygnału dzwonięcia do badanego aparatu telefonicznego. Jeżeli podczas wysyłania zewu zostanie podniesiona słuchawka, to program automatycznie wstrzymuje wysyłanie sygnału. Powrót do wysyłania zewu nastąpi zaraz po odłożeniu słuchawki aparatu. Wyjście ze stanu DZWONEK nastąpi po ponownym naciśnięciu przycisku ZEW, co spowoduje zaistnienie warunku KONIEC_ZEWU i przejście programu w stan początkowy START.

Podniesienie słuchawki aparatu telefonicznego powoduje spełnienie warunku SŁUCHAWKA i przejście programu w stan TEST. W tym stanie pracy mikrokontroler oczekuje na przychodzące z odbiornika DTMF dane o sygnałach wysyłanych z aparatu telefonicznego. Informacje o wysyłanych znakach z aparatu telefonicznego prezentowane są na wyświetlaczu LCD.

W stanie TEST program oczekuje na spełnienie jednego



Rys. 3. Graf ilustrujący działanie programu.

z dwóch warunków ZEW_2 lub ODŁOŻENIE_SŁUCHAWKI. Spełnienie warunku ZEW_2 nastąpi po naciśnięciu przycisku ZEW, wskutek czego program przechodzi w stan DZWONEK. Wysyłanie sygnału dzwonienia do badanego aparatu nastąpi po odłożeniu słuchawki. Wyjście ze stanu DZWONEK następuje po ponownym naciśnięciu przycisku ZEW. Należy dodać, że spełnienie warunku ZEW_2 nastąpi jedynie w stanie TEST przy podniesionej słuchawce.

Odłożenie słuchawki aparatu w stanie TEST powoduje spełnienie warunku ODŁOŻENIE_SŁUCHAWKI w wyniku czego program przechodzi w stan początkowy START, a na wyświetlaczu ukazuje się tekst „TESTER TELEFONÓW“. Wyświetlenie tego tekstu może nastąpić w stanie TEST po naciśnięciu przycisku P1-NAPIS.

Jak widzimy, opis działania programu za pomocą grafu nie jest skomplikowany i nie powinno być problemów ze zrozumieniem algorytmu programu.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowano na jednostronnej płytce drukowanej, której schemat montażowy przedstawiono na rys. 4 (mozaikę ścieżek przedstawiamy na wkładce wewnętrznej numeru oraz na stronie www.ep.com.pl w dziale „PCB“).

Po zgromadzeniu wszystkich niezbędnych podzespołów możemy przystąpić do montażu testera, który pomimo sporej liczby elementów nie powinien być trudny także dla mniej zaawansowanych elektroników.

W związku z tym, że na rynku dostępne są transformatory o różnych wymiarach, należy we własnym zakresie dostosowywać płytkę do posiadanego transformatora. W układzie możemy zamiast transformatora telefonicznego 600Ω o przekładni 1:1 zastosować dowolny miniaturowy transformator głośnikowy wyjęty ze starego radia. Oczywiście używanie takiego transformatora musi być poprzedzone jego sprawdzeniem w układzie oraz wykonaniem pomiaru rezystancji uzwojeń wtórnego i pierwotnego.

W układzie modelowym zastosowano całkiem przypadkowy i nieznanymi transformator bez żadnych opisów. Wyjęty został z starego odbiornika radiowego. Jedyнным kryterium doboru była jego wielkość, pomiar rezystancji uzwojeń oraz to, że pracował w torze m.cz.

Po zmontowaniu układu przychodzi czas na jego uruchomienie. Przed uruchomieniem powinniśmy zaopatrzyć się w źródło sygnału DTMF. Takim źródłem może być aparat telefoniczny. Dodam, że podczas montażu poszczególnych elementów powinniśmy każdy z nich sprawdzić, pozwoli to ominąć kłopoty przy uruchamianiu układu.

Uruchamianie rozpoczynamy od sprawdzenia poprawności połączeń na płytce drukowanej. Do testera (bez układów scalonych, wyświetlacza LCD i transoptorów) podłączamy zasilanie. Miernikiem dokonujemy pomiaru napięć na końcówkach zasilających układów scalonych. Następnie osadzamy wyświetlacz LCD i potencjomet-

rem ustawiamy kontrast. Po tej czynności wyjmujemy wyświetlacz. Zamontujemy go ponownie po całkowitym uruchomieniu układu.

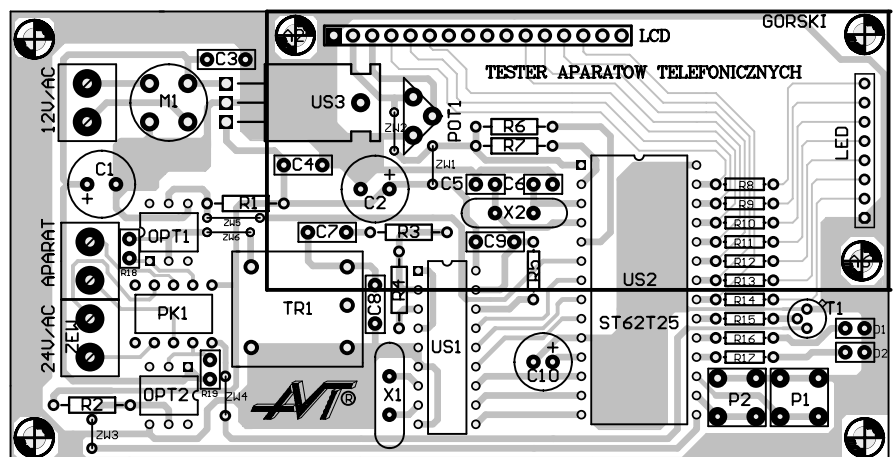
W kolejnym kroku sprawdzamy i uruchamiamy układ liniowy. Do zacisków APARAT podłączamy aparat telefoniczny oraz umieszczamy w podstawkach transoptory. Po podniesieniu słuchawki aparatu sprawdzamy napięcia na kolektorach tranzystorów wchodzących w skład transoptorów. Jeżeli mamy dostęp do oscyloskopu, możemy sprawdzić obecność sygnałów DTMF wysyłanych z aparatu. Sprawdzenia dokonujemy po stronie wtórnej transformatora, tj. na wejściu dekodera.

Po zamontowaniu dekodera możemy dokonać sprawdzenia stanów logicznych na wyjściach Q1...Q4 po wysłaniu sygnału DTMF. Jeżeli podczas wykonania wymienionych czynności sprawdzających stwierdzimy, że nie ma błędów to jest duże prawdopodobieństwo, że tester zaraz po włożeniu w podstawkę mikrokontrolera i włączeniu zasilania zacznie poprawnie działać.

Zdaję sobie sprawę że prezentowany układ sprawia wrażenie dość skomplikowanego, ale dzięki zastosowaniu programu ST6-Realizer staje się on możliwy do wykonania przez mniej zaawansowanych elektroników.

Krzysztof Górski, AVT
krzysztof.gorski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/kwiecien02.htm>.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.