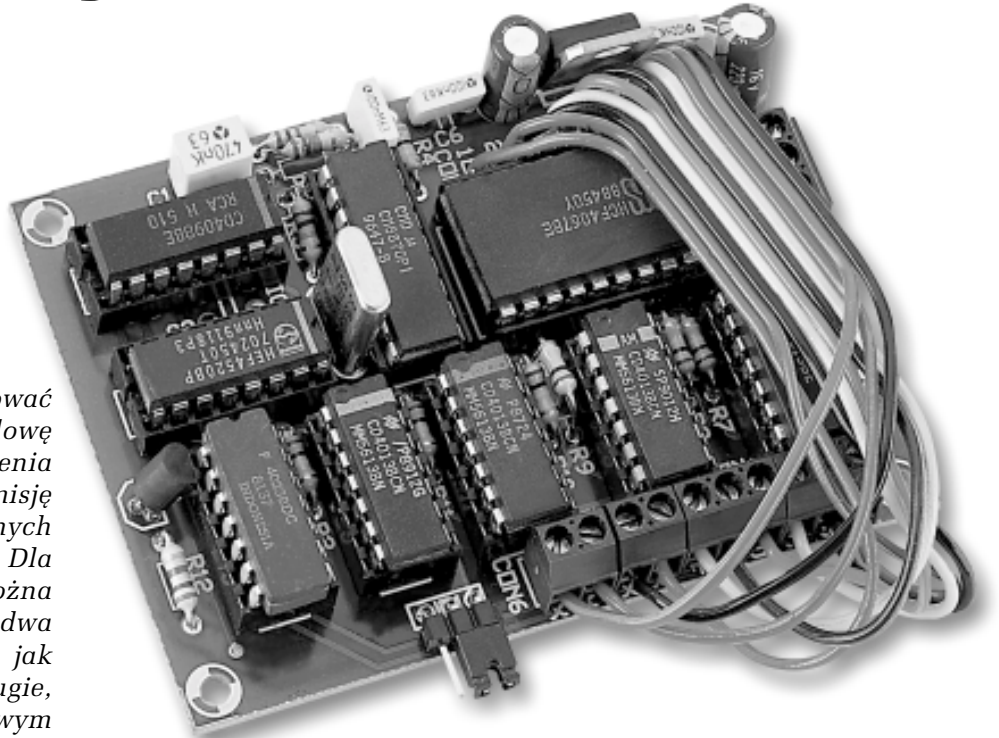


Zamek szyfrowy sterowany kodem DTMF

AVT-852



Chciałbym zaproponować Czytelnikom EP budowę kolejnego urządzenia wykorzystującego transmisję linią telefoniczną danych w formacie DTMF. Dla prezentowanego układu można znaleźć przynajmniej dwa zastosowania: jedno jak najbardziej poważne i drugie, o nieco rozrywkowym charakterze.

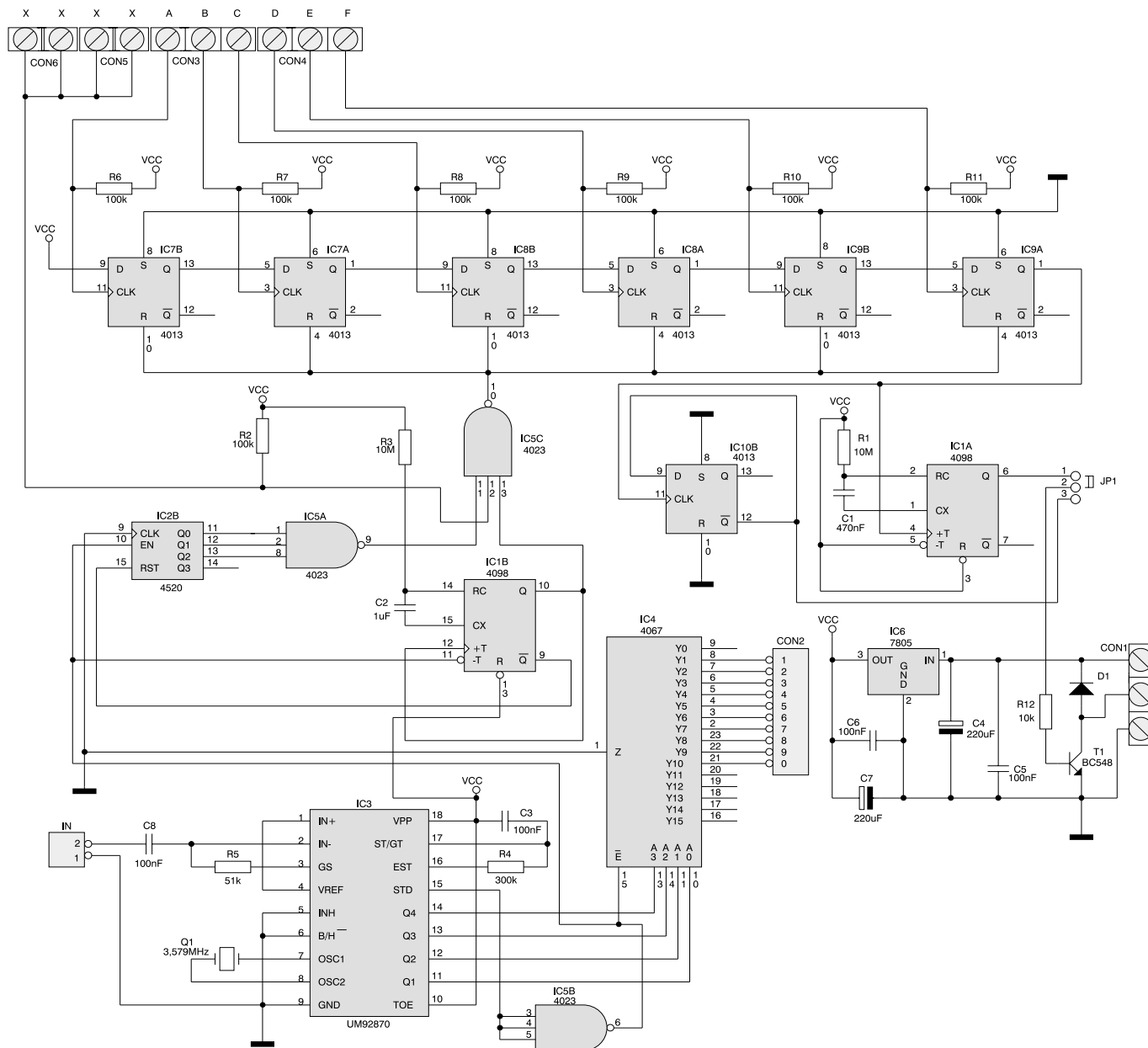
Proponowany układ można zastosować do zabezpieczenia systemu zdalnego sterowania pracą najrozmaitszych urządzeń za pośrednictwem linii telefonicznej, którą będą przesyłane odpowiednie kody DTMF. System taki, umożliwiający sterowanie 16 urządzeniami, a także monitorowanie pracy kolejnych 16 układów, znajduje się obecnie w ostatniej fazie opracowywania i niedługo jego opis zostanie udostępniony Czytelnikom EP.

Jeżeli taki układ, „odzywający” się automatycznie po kilku sygnałach przywołania telefonu, nie posiada odpowiedniego systemu zabezpieczającego, to może się zdarzyć, że ktoś, nawet zupełnie nieświadomie, może narobić nam niezłego bałaganu w domu czy w firmie. Proponowany układ, wymagający podania (oczywiście w kodzie DTMF) sześciocyfrowej liczby identyfikującej użytkownika, całkowicie wyklucza świadomą czy też nieświadomą ingerencję w nasz system zdalnego sterowania.

Nasz układ może być także zastosowany do budowy zamka do drzwi wejściowych domu, czy

też innego pomieszczenia, lub włącznika/wyłącznika systemu alarmowego. Zamiast zwykle stosowanej w takich zamkach klawiatury będziemy używać specjalnego nadajnika - małego pudełeczka emitującego, po naciśnięciu odpowiednich klawiszy - dźwięki odpowiadające żądanym kodom DTMF. Rozwiązanie takie, poza efektywnością, ma także pewne zalety praktyczne. Klawiatura z dziesięcioma przyciskami z pewnością ułatwia szybkie wprowadzanie kodu do zamka szyfrowego, ale ułatwia także proste „złamanie” tego kodu. Nie ma sensu opisywać jak można to zrobić, ale należy przyjąć do wiadomości, że jest to możliwe i stosunkowo proste dla ewentualnego intruza.

Nadajnik mogący współpracować z proponowanym układem, zaprojektowany przez niżej podpisanego, został opisany w numerze 2/99 Elektroniki Praktycznej. Można także wykorzystać gotowy nadajnik DTMF, który można zakupić za niewielkie pieniądze od obywateli WNP na pierwszym lepszym bazarze. Wadą fabrycz-



Rys. 1. Schemat elektryczny zamka.

nych nadajników DTMF jest jednak to, że umożliwiają emisję jedynie dziesięciu podstawowych kodów DTMF, co nie ma jednak znaczenia przy współpracy takiego nadajnika z naszym układem.

Proponowany układ jest stosunkowo prosty i łatwy do wykonania. Także koszt podzespołów potrzebnych do jego zbudowania nie zrukuje z pewnością nikogo.

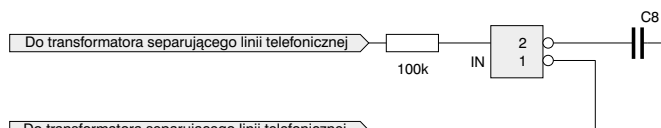
Opis działania układu

Schemat elektryczny zamka szyfrowego wykorzystującego kody DTMF pokazano na rys. 1. Dla ułatwienia omawiania schematu podzielimy go na dwie części: blok wprowadzania danych i blok ich interpretacji.

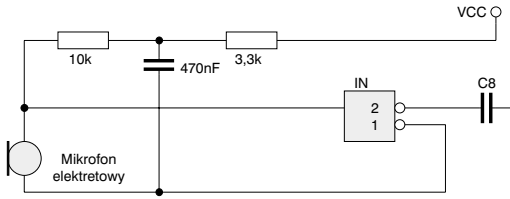
Do odbierania sygnałów DTMF został zastosowany, wielokrotnie już wykorzystywany w naszych konstrukcjach, scalony dekodery DTMF typu UM92870 (MT8870 lub HT9170). Nie ma najmniejszego sensu opisywać szczegółowo ten układ - wystarczy jedynie przypomnieć jego podstawowe cechy.

Na wejście IN- wzmacniacza operacyjnego, stanowiącego aktywną część wbudowanego w strukturę układu przedwzmacniacza o dużej czułości, podawany jest sygnał akustyczny. Po wzmocnieniu

poddawany jest analizie: układ sprawdza, czy otrzymany dźwięk jest sygnałem DTMF i jeżeli wynik badania okazuje się pozytywny, to na wyjściu STD ustawiany jest stan wysoki, trwający przez cały czas odbierania sygnału. Jednocześnie odebrany sygnał DTMF zostaje rozkodowany i na wyjścia Q1..Q4 zostaje wysłana liczba będąca binarnym odpowiednikiem aktualnie odebranego kodu DTMF. Liczba ta pozostaje „zatrzaśnięta“



Rys. 2a. Sposób dołączenia zamka do linii telefonicznej.

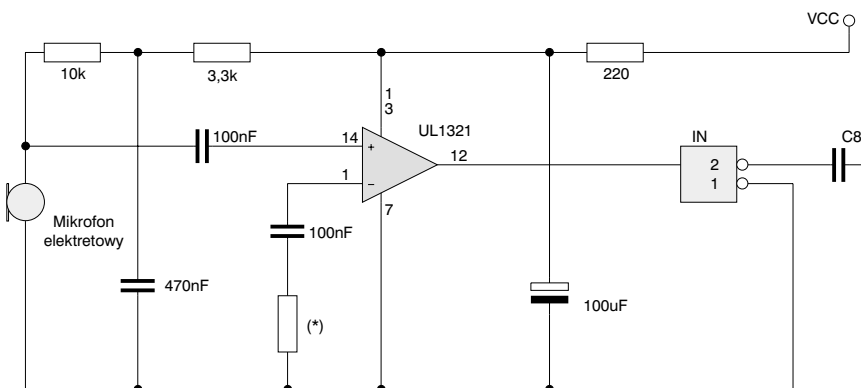


Rys. 2b. Interfejs akustyczny bez wzmacniacza.

na tych wyjściach do czasu odebrania nowego kodu lub wyłączenia zasilania.

Popatrzmy teraz na część schematu przedstawiającą główny blok układu, którego zadaniem jest badanie poprawności wprowadzanego szyfru i podejmowanie odpowiednich działań w zależności od wyniku tego badania. Analizę układu rozpoczniemy w „martwym punkcie“, kiedy wszystkie przerzutniki są wyłączone i licznik IC2B wyzerowany. Odebranie przez dekodery IC3 ważnego kodu DTMF spowoduje powstanie stanu wysokiego na wyjściu STD tego układu, a w konsekwencji stanu niskiego na wyjściu inwertera zrealizowanego na bramce IC5B. W konsekwencji opadające zbocze sygnału na wejściu wyzwala układ przerzutnika monostabilnego IC1B spowoduje wyzwolenie tego przerzutnika i wymuszenie stanu niskiego na wejściu zerującym licznika IC2B. Jednocześnie stan niski jest podawany na wejście !E demultipleksera IC4, na którego wejściach adresowych panują stany logiczne odpowiadające aktualnie odebranemu kodowi DTMF.

Zwróćmy teraz uwagę na dwa elementy niezwykle istotne dla pracy układu, a jednocześnie bardzo upraszczające jego konstrukcję. Mam tu na myśli złącze CON2 i szereg wejść oznaczonych



Rys. 2c. Interfejs akustyczny ze wzmacniaczem.

jako A..F. Warunkiem poprawnej pracy układu jest zakodowanie za pomocą tych elementów dowolnej liczby sześciocyfrowej. Kodowanie wykonujemy łącząc za pomocą odcinków przewodów odpowiednie wyjścia demultipleksera z kolejnymi wejściami bloku przerzutników. Dla ułatwienia zakładamy, że zaprogramowana została najprostsza kombinacja: „1 2 3 4 5 6“, której nie radzę stosować w praktyce.

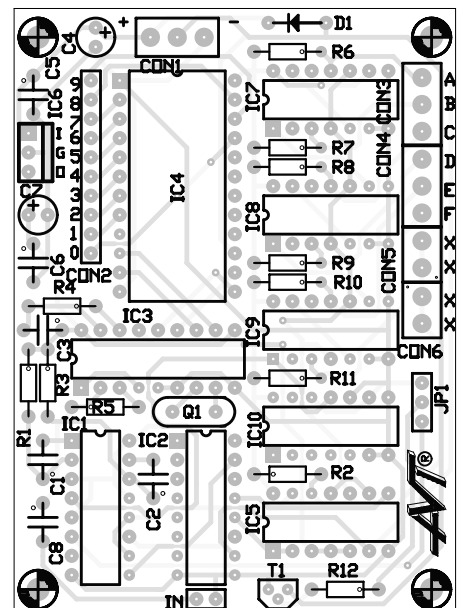
Jeżeli odebrany przez dekodery kod DTMF odpowiadał cyfrze „1“, to stan niski powstanie na wyjściu Y1 demultipleksera i stamtąd zostanie doprowadzony do wejścia zegarowego pierwszego przerzutnika IC7B, powodując jego włączenie. Zakładamy, że następny kod odebrany przez IC3 odpowiadał cyfrze „2“, co spowodowało doprowadzenie opadającego zbocza sygnału do wejścia zegarowego kolejnego przerzutnika. Ponieważ poprzedni przerzutnik został już uprzednio ustawiony i na wejściu danych IC7A panuje stan wysoki, to przerzutnik ten także się przełączy, przygotowując jednocześnie stan wysoki na wejściu kolejnego układu - IC8B. Jeżeli kolejny kod DTMF będzie odpowiadał cyfrze „3“, to ustawiony będzie przerzutnik IC8B i tak dalej, aż do wybrania wszystkich cyfr ustawionego kodu.

Zwróćmy uwagę, że na wybranie kodu mamy czas ograniczony czasem trwania impulsu generowanego przez uniwibrator IC1B. Po upływie tego czasu układ monostabilny zeruje się i wszystkie przerzutniki w bloku dekodowania zostaną również wyzerowane.

Jeżeli którakolwiek z wybranych cyfr nie będzie odpowiadała ustawionemu kodowi lub zostanie wybrana w złej kolejności, to jeden z przerzutników nie zostanie ustawiony. W tym momencie tracimy jakiegokolwiek szanse na otwarcie zamka, a to z następującego powodu: wszystkie impulsy wysyłane przez dekodery IC3 zliczane są przez licznik IC2B. Jeżeli wybierzemy nawet o jedną cyfrę za dużo, to licznik osiągnie stan 0110_(BIN), co spowoduje powstanie stanu niskiego na wyjściu bramki IC5A i wymuszenie stanu wysokiego na wejściach zerujących przerzutników bloku dekodującego i ich natychmiastowe wyzerowanie.

Co jednak się stanie, jeżeli zostanie wybrana cyfra nie wchodząca w skład zaprogramowanego kodu? Wyjścia demultipleksera IC4, odpowiadające „nie używanym“ cyfrom, powinny zostać dołączone do wejść oznaczonych jako „X“. Powstanie na nich stanu niskiego spowoduje także wymuszenie stanu wysokiego na wyjściu bramki IC5C oraz na wejściach zerujących przerzutników i ich natychmiastowe wyłączenie.

Podsumowując: stan wysoki powstanie na wyjściu ostatniego przerzutnika IC9A wtedy i tylko wtedy, kiedy wybrana zostanie właściwa liczba kłucza, czyli kombinacja sześciu cyfr we właściwej kolejności i w oznaczonym czasie



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

oraz nie zostanie wprowadzona żadna cyfra nie występująca w kodzie klucza.

Zastanówmy się teraz, jakie mogą być konsekwencje prawidłowego wybrania kodu i powstania stanu wysokiego na wyjściu Q przerzutnika IC9A. Możliwości, wybierane za pomocą ustawienia jumpera JP1, są dwie:

1. Przy ustawieniu JP1 takim jak na schemacie, stan wysoki z wyjścia Q przerzutnika monostabilnego IC1A, wyzwolonego dodatnim zboczem na jego wejściu T+, zostanie doprowadzony do bazy tranzystora T1, powodując jego włączenie na czas ustalony wartościami pojemności C1 i rezystancji R1. Jest to tryb pracy impulsowej, kiedy to sterowane przez tranzystor T1 urządzenie (np. przekaźnik) zostanie uruchomione po prawidłowym wybraniu kodu jedynie na pewien czas.

2. Za pomocą jumpera JP1 możemy dołączyć bazę tranzystora T1 do wyjścia Q przerzutnika IC10B. Przerzutnik ten pracuje w układzie dwójki liczącej, a na jego wejście zegarowe podawane są impulsy po każdym prawidłowym wybraniu kodu zamka. Jest to naprzemienny tryb pracy, w którym każde kolejne prawidłowe wybranie szyfru powoduje naprzemienne włączenie lub wyłączenie sterowanego urządzenia.

W układzie zastosowałem scalony stabilizator napięcia typu 78L05, zasilający zamek napięciem stałym o wartości 5VDC.

To chyba w zasadzie wszystko, co można powiedzieć o tak prostym układzie. Omówienia wymaga

chyba jeszcze tylko sprawa wejścia kodera DTMF - IC3. Nie mogłem w jakikolwiek sposób przewidzieć, do jakiego celu będziecie chcieli wykorzystać zaprojektowany przeze mnie zamek, i dlatego też nie wyposażyłem go w jakikolwiek układ wejściowy.

Na **rys. 2** przedstawione zostały trzy możliwości wykonania prostych układów wejściowych. Przy współpracy opisanego układu z linią telefoniczną wystarczy połączyć z nią wejście IN za pomocą rezystora szeregowego o wartości ok. 100kΩ. Przy współpracy z mikrofonem na małe (0,5..1m) odległości wystarczający może okazać się układ bez jakichkolwiek elementów wzmacniających (**rys. 2b**). W przypadku konieczności odbierania akustycznych sygnałów DTMF z większej odległości, konieczne może okazać się zastosowanie prostego przedwzmacniacza mikrofonowego, którego przykładowy schemat pokazano na **rys. 2c**.

Układ zamka powinien być zasilany napięciem stałym o wartości 7..16VDC, niekoniecznie stabilizowanym.

Montaż i uruchomienie

Na **rys. 3** pokazano schemat montażowy płytki obwodu drukowanego. Widok mozaiki ścieżek dostępny jest w postaci plików PDF w Internecie oraz na płycie CD-EP02/2000. Na płycie znajdują się także projekty płytek w postaci plików pcb dla programu Autotrax 1.61.

Montaż wykonujemy typowo, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach. Pod

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R3: 10MΩ
R2, R6..R11: 100kΩ
R4: 300kΩ
R5: 51kΩ
R12: 10kΩ

Kondensatory

C1: 470nF
C2: 1μF
C3, C5, C6, C8: 100nF
C4, C7: 220μF/16V

Półprzewodniki

D1: 1N4148 lub odpowiednik
IC1: 4098
IC2: 4520
IC3: UM92870 lub ścisły zamiennik
IC4: 4067
IC5: 4023
IC6: 7805
IC7..IC10: 4013
T1: BC548 lub odpowiednik

Różne

CON1, CON3, CON4: ARK3 (3,5mm)
CON2: 10x goldpin
CON5, CON6: ARK2 (3,5mm)
JP1: 2x goldpin + jumper
Q1: rezonator kwarcowy 3,579MHz
IN: 2x goldpin

układy scalone zalecam, jak zwykle, zastosować podstawki.

Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów dobrej jakości nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania ani regulacji.

Andrzej Gawryluk, AVT

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP02/2000 w katalogu PCB.