

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za nieprawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Mini alarm „Wartaw”

Alarmy należą do grupy urządzeń elektronicznych, których projektowania chętnie podejmują się zarówno amatorzy, jak i profesjonaliści.

Stopień skomplikowania tych urządzeń bywa zatem różny, ale jak się okazuje zadawające rezultaty można osiągnąć nawet prostymi metodami.

Rekomendacje:

urządzenie bardzo proste w wykonaniu i uruchomieniu, może być przydatne do sygnalizowania wkroczenia osób niepowołanych do chronionego obszaru; zastosowanie minialarmu do zabezpieczania domu lub biura było by jednak chyba zbyt ryzykowne.

**Projekt
150**

UWAGA

Instrukcję obsługi alarmu publikujemy pod adresem <http://download.ep.com.pl>

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 69x64 mm
- Zasilanie: 4 x bateria 1, V (AA)
- Typ czujnika: rozwarciowy, reagujący na otwarcie, możliwość szeregowego łączenia czujników
- 5-znakowy kod otwierający
- Czas opóźnienia włączenia alarmu regulowany w przedziale od 3 do 13 sekund

Próby osiągnięcia zadawalających rezultatów podjął się autor niniejszego artykułu konstruując mikroprocesorowy mini alarm z wewnętrzną syreną. Głównymi założeniami projektu były: prosty system zasilania, niski pobór prądu i minimalna liczba elementów. Poszczególne cele miały być osiągnięte poprzez zastosowanie elementów logicznych pracujących w zakresie napięć od 3 do 6 V, co pozwoliło na rezygnację ze stabilizatora napięcia i zasilenie układu bezpośrednio z baterii. Warunki te zostały spełnione poprzez zastosowane elementy CMOS, rezystory o dużych rezystancjach, wykorzystanie trybów Power Down w stanie uzbrojonego czuwania oraz Idle w stanie rozbrojenia podczas oczekiwania na uzbrojenie. Z analizy czasu trwania poszczególnych stanów urządzenia wynika, iż najdłużej trawa stan uzbrojenia. Pobór prądu wynosi wówczas ok. 25 μ A. W stanie oczekiwania na uzbrojenie, układ pobiera prąd o natężeniu ok. 1 mA, jest to jednak tylko ułamek procenta czasu uzbrojenia, więc taki również jest wpływ na zużycie energii z baterii. Najkrócej trwa pobór największego prądu (ok. 5 mA), który występuje podczas odmierzenia czasu na wprowadzenie kodu dezaktywacji oraz na opuszczenie dozorowanego obiektu. Istotny wpływ na wielkość poboru prądu podczas aktywności ma bardzo niska częstotliwość taktowania mikrokontrolera równa 32768 Hz.

Budowa urządzenia

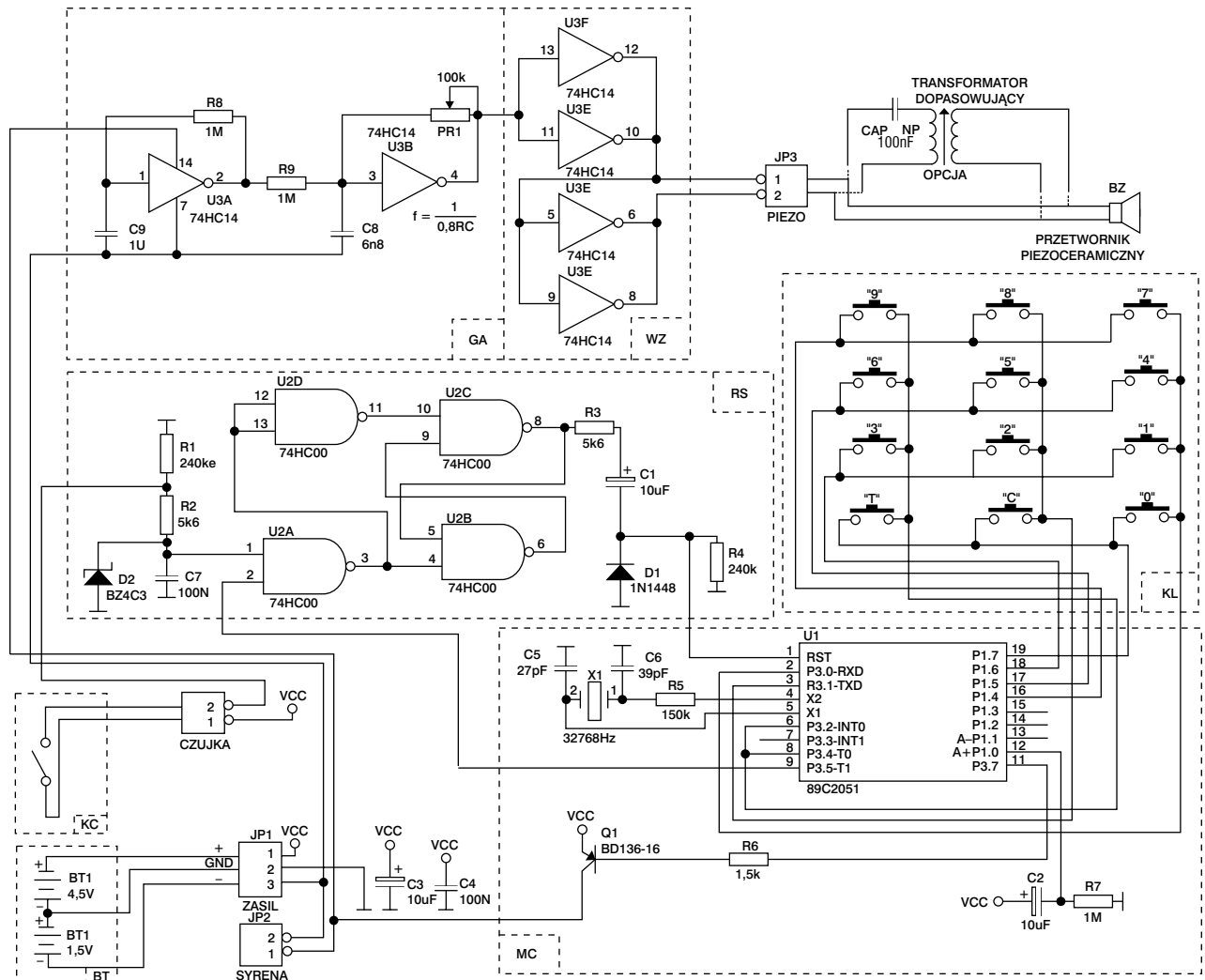
Schemat ideowy alarmu został przedstawiony na **rys. 1**. W opisywanym urządzeniu alarmowym można wyróżnić następujące elementy funkcjonalne:

- stykowy czujnik otwarcia (KC),
- układ analizy zerowania (SR),
- mikroprocesorowa logika wykonawcza (MC),
- klawiatura 4x3 (KL),
- wolno przestrajany generator (GA) wraz ze wzmacniaczem (WM),
- przetwornik piezoceramiczny (BZ),
- baterie (BT).



Czujnik otwarcia drzwi powinien działać na zasadzie rozwarcia styków. Może to być zestyk niestabilny mechaniczny lub magnetyczny. Ewentualne zakłócenia powstałe w przewodach połączeniowych zestyku z układem analizy zerowania (SR) są eliminowane tłumikiem R2–C7 oraz diodą D2. Układ analizy zerowania (SR) jest zbudowany z bramek NAND 74HC00 (U2) i rezystancji R3, R4 wraz z kondensatorem C1. Układ ten wytwarza sygnał zerowania mikrokontrolera, jeśli tylko on sam na to zezwala. Dioda D1 przyspiesza rozładowanie kondensatora C1 bocznikując rezystor R4 i rezystor wewnętrzny mikrokontrolera oraz zwiera ujemny potencjał pojawiający się po przełączeniu do zera wyjścia 8 przerzutnika RS zbudowanego z U2C i U2B.

Mikrokontroler typu Atmel 89C2051 pracuje w typowym układzie. Istotne jest wykorzystanie wejścia T0, na które jest podawany sygnał z klawisza „T” zliczany w liczniku T0, a także wejście analogowe A+ portu P1.0 nie posiadające wewnętrznego układu Pull Up. Podpięty do tego wejścia układ C2–R7 spełnia rolę detektora pierwszego załączenia urządzenia. Podczas pierwszego załączenia, ładujący się kondensator C2 obniża potencjał na rezystorze R7 od wartości napięcia zasilania, jakie pojawia się na tym rezystorze w chwili włączenia do stanu logicznego „0”. Ten stan utrzymuje się do momentu



Rys. 1. Schemat ideowy alarmu

wyjęcia baterii, jeszcze przez czas potrzebny do rozładowania kondensatorów C2 ($t=R7 \times C2$) i C3. Po tym czasie urządzenie jest gotowe do ponownej realizacji funkcji „pierwszego załączenia”.

Mikrokontroler obsługuje klawiaturę 4x3, wykonując cykliczne obieganie „zerem” portów P1.4, P1.5, P1.6, P1.7. Przez naciśnięty klawisz, niski stan jest odczytywany przez porty P3.0, P3.1, P3.2. Obsługa klawiatury ma miejsce tylko w czasie „pierwszego załączenia” oraz w czasie oczekiwania na rozbrojenie.

Jedna z linii odczytu jest doprowadzona do portu P3.4 realizującego dodatkowo wejście licznika T0. Poprzez to wejście zliczane są naciśnięcia klawisza „T” w stanie spoczynku po rozbrojeniu alarmu. Aby pojawił się sygnał do zliczenia po naciśnięciu tego klawisza, port P1.7 jest ustawiony w stan niski.

Mikrokontroler steruje uruchomieniem syreny alarmowej za pomocą

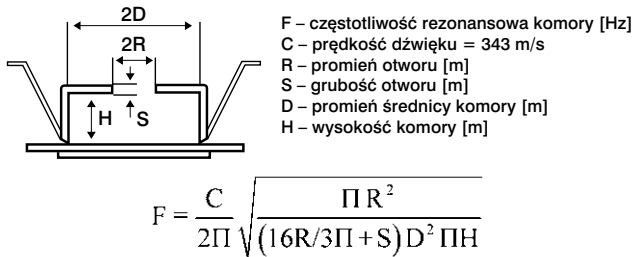
portu P3.7. Pojawienie się na tym wyjściu niskiego stanu powoduje przepływ prądu przez rezystor R6 i bazę tranzystora Q1. Tranzystor Q1 dzięki dużemu wzmocnieniu prądowemu nasyca złącze CE i umożliwia przepływ prądu nawet 500 mA potrzebnego do załączenia zewnętrznej syreny alarmowej dużej mocy, przystosowanej do zasilania napięciem od 3 V. Jeśli nie decydujemy się na podłączenie zewnętrznej syreny, mamy do dyspozycji syrenę wewnętrzną. Podstawowy generator współpracujący z nią jest zrealizowany na inwerterze Schmitta – 74HC14 (U3B). Generator należy ustawić potencjometrem PR1 na częstotliwość rezonansową użytego przetwornika piezoceramicznego. Wstępny dobór kondensatora i potencjometru można dokonać korzystając ze wzoru:

$$C[F]=1/0,8 \times R[\Omega] \times F [Hz]$$

Generator jest w niewielkim stopniu przestrajany wolno zmiennym generatorem na inwerterze U3A. Daje to efekt syreny „kojak”. Tak wypra-

cowany sygnał jest doprowadzony do wzmacniacza WZ. Wzmocnienie odbywa się w układzie mostkowym. Moc jest dostarczana przez dwie pary połączonych równolegle, dla zwiększenia wydajności prądowej, inwerterów 74HC14. Wzmacniacz i generator są zasilane napięciem 6 V. Pozwala to na obciążenie wzmacniacza głośnikiem o impedancji 50 Ω. Do wzmacniacza dołączono przetwornik piezoceramiczny. Układ mostkowy pozwala wykorzystać napięcie zasilające do uzyskania maksymalnej mocy przekazanej do przetwornika piezo. Przetwornik piezoceramiczny wymaga pewnych zabiegów, aby uzyskać dźwięk o dużej głośności. W tym celu wykorzystano komorę rezonansową zestrojoną na częstotliwość rezonansową użytego przetwornika piezoceramicznego. Szczegóły konstrukcyjne przedstawiono na rys. 2.

Wykonanie komory o odpowiedniej objętości, z odpowiednim otworem przebiegało metodą kolejnych podejść.

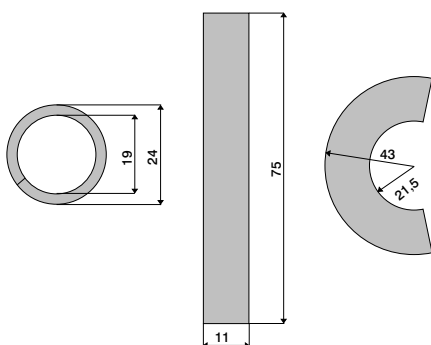


Rys. 2. Obliczanie częstotliwości rezonansowej

Ostatecznie przetwornik dźwięku umieszczono wewnątrz tuby rozpraszającej dźwięk. Cała konstrukcja jest wykonana z odpowiednio sklejonego kartonu. Szablon tuby przedstawiono na rys. 3. Do wykonania komory rezonansowej można wykorzystać również powszechnie dostępne małe pojemniczki z tworzyw sztucznych.

Kolejnym elementem podniesienia głośności może być dołączenie elementu piezoceramicznego przez transformator lub autotransformator o przełożeniu większym lub równym niż 1:2. Górna wartość przełożenia zależy od maksymalnego napięcia zmiennego, jakie można przyłożyć do użytego przetwornika i ograniczenia prądowego obciążenia inwerterów 74HC14. Jeżeli impedancja przetwornika wynosi 600 Ω, to przy przełożeniu 1:2 odpowiada to obciążeniu wzmacniacza impedancją 150 Ω. Jak wcześniej było podane, maksymalna wartość obciążenia może być równa 50 Ω.

Zespół baterii BT dostarcza odpowiednich napięć do zasilania mikrokontrolera i syreny alarmowej. Zaleca się użycie baterii alkalicznych, posiadających dużą pojemność, wydajność prądową oraz bardzo niski prąd samorozładowania. Ma to znaczenie w związku z przewidywanym czasem pracy. Cechą charakterystyczną alkalicznych baterii jest wielkość napięcia SEM dochodząca do 1,57 V. Dla całego zespołu daje to wartość prawie 6,3 V. Podczas prób zaobser-



Rys. 3. Szablon tuby głośnika piezoceramicznego

wowałem pewne niejasne zachowanie mikrokontrolera Atmel 89C2051 24 MHz, polegające na dwukrotnie szybszym wykonywaniu rozkazów przy zasilaniu napięciem dostarczanym przez 4 baterie alkaliczne, w porównaniu z napięciem 5 V. W związku z tym zespoły RS i MC zostały zasilone napięciem 4,7 V. Katalogowe napięcie zasilania mikrokontrolera wynosi od 3 do 6 V, a układu HC nawet do 7 V. To obniżone napięcie uzyskano pobierając masę dla mikrokontrolera z odczepu po pierwszej baterii.

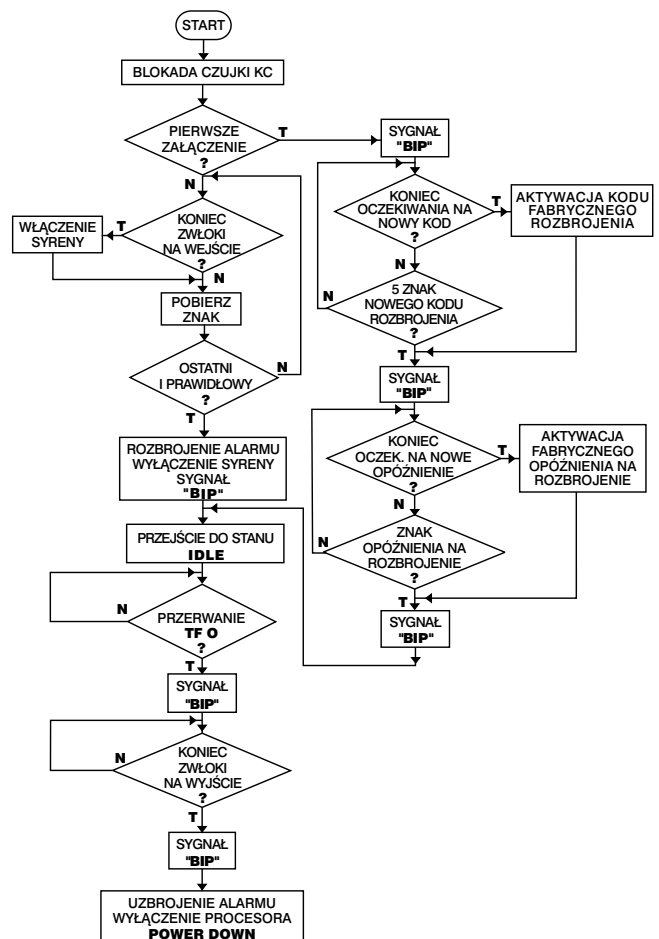
Opis pracy

Algorytm pracy mikrokontrolera przedstawiono na rys. 4. Pracę urządzenia rozpoczynamy od rozwarcia czujnika otwarcia KC i włożenia baterii. Układ analizy zerowania RS wytwarza sygnał zerujący po pojawieniu się napięcia zasilania. Pierwszą operacją podjętą przez mikrokontroler jest zablokowanie sygnału przekazywanego z czujki KC niskim stanem portu

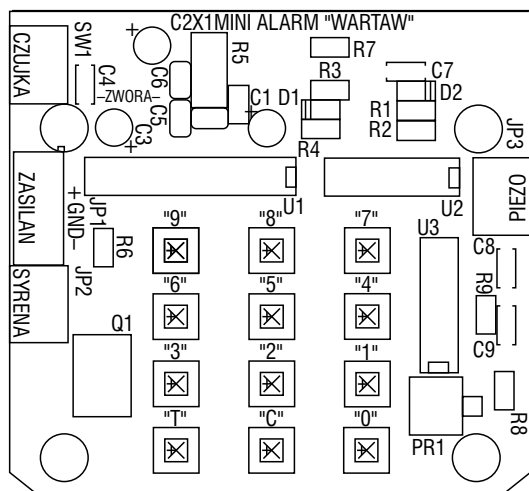
Pracę programu przechodzi do analizy czy to zerowanie pochodzi od „uzbrojenia” lub od „pierwszego załączenia”. Odbywa się to przez badanie stanu napięcia na porcie P1.0. Wykrycie potencjału odpowiadającego jedynie logicznej jest informacją „to pierwsze załączenie urządzenia”. Jedynka pojawia się wtedy, gdy ładowany jest kondensator C2. Ma to miejsce tylko po włożeniu baterii zasilających. Program przechodzi do realizacji procedur właściwych dla „pierwszego załączenia”. Rozpoczyna

od pobrania nowego kodu rozbrojenia. Należy podawać kolejno 5 znaków z klawiatury. Znaki mogą się powtarzać. W związku z wykorzystaniem klawisza „T” do uzbrojenia alarmu, zaleca się nie przydzielać tego znaku do kodu jako ostatni. Wprowadzanie należy dokonać w ciągu około 13 sekund. Po tym czasie, w przypadku nie wprowadzenia 5 znaków nowego kodu, zostanie przyjęty jako aktualny kod fabryczny „7 4 1 0 C”, a program przechodzi do oczekiwania na podanie cyfry z zakresu od 1 do 9, 0, C w celu przydzielenia wartości opóźnienia włączenia syreny alarmowej. Czasy opóźnienia przedstawiono w tab. 1.

Czynność tę należy wykonać w ciągu ok. 7 sekund. Po tym czasie, jeśli nie zostanie podana nowa cyfra, urządzenie przyjmie wartość domyślnego opóźnienia równą ok. 7,5 sekundy. Poszczególne etapy sygnalizowane są krótkim sygnałem dźwiękowym. Po wykonaniu tych czynności urządzenie kończy procedury „pierwszego załączenia” i zgodnie z algorytmem trafia do punktu pracy, jak po rozbrojeniu alarmu, przechodzi do sta-



Rys. 4. Algorytm pracy mikrokontrolera



Rys. 5. Schemat montażowy alarmu

nu Idle. Pozostaje w nim tak długo, aż zostanie wygenerowane przerwanie TF0 od przepełnienia licznika T0. Licznik pracuje w 2 trybie, zliczając impulsy z portu P3.4. Rejestr licznika jest wstępnie załadowany wartością 256-2. I właśnie dwukrotnie naciśnięty klawisz „T” wywołuje przepełnienie licznika, a to z kolei przerwanie TF0. Program odliczy ok. 9 sekund na wyjście z dozorowanego pomieszczenia i zamknięcie drzwi. Zamknięcie drzwi to zwarcie czujki KC. Po odliczeniu mikrokontroler zatrzymuje swe funkcje, przechodząc do stanu *Power Down*. Alarm został „uzbrojony”.

Jeżeli teraz zostanie rozarty zestyk czujnika KC na skutek otwarcia drzwi lub przerwania przewodów połączeniowych, urządzenie podejmie pracę po podaniu sygnału zerowania wytworzonego przez układ analizy zerowania RS. Gdy urządzenie jest stale zasilane, układ ten wytwarza sygnał zerowania mikrokontrolera pod wpływem zaniku napięcia Vcc na wejściu 1 bramki U2A. Napięcie to zanika do zera, spływając do masy przez rezy-

story R2 i R1. „Zero” z wejścia U2A wędruje logicznie przez U2D i U2C, wywołując na wyjściu 8 stan wysoki. Napięcie jedynki logicznej równe ok. Vcc działa jak pojawienie się napięcia zasilania na kondensatorze C1. I tu rozpoczyna się proces typowego zerowania mikrokontrolera. Równocześnie port P1.0 informuje program o „0” logicznym, podanym przez R7 z masy zasilania.

Program podejmuje decyzję, że to zerowanie pochodzi od czujki KC. Zostaje uruchomiony proces opóźnienia włączenia syreny alarmowej w celu umożliwienia wprowadzenia kodu rozbrojenia alarmu. Należy wprowadzić pięć prawidłowych znaków. Jeśli w trakcie zostanie pomyłony którykolwiek z nich, wówczas należy znaki wprowadzać od początku. Jeżeli w ustalonym czasie nie zostanie wprowadzony poprawny kod, to niski poziom z wyjścia P3.7 uruchomi syrenę alarmową. Aby wyłączyć syrenę, należy wprowadzić prawidłowo 5 znaków rozbrojenia, na takich zasadach jak przy wejściu.

Rozbrojony alarm przechodzi do stanu Idle. Dalsze działanie układu przebiega zgodnie z fazą zakończenia procesu „pierwszego załączenia”. W tym miejscu zamyka się pętla działania urządzenia alarmowego.

Montaż

Montaż układu wykonujemy zgodnie z rys. 5. Po przylutowaniu wszystkich elementów należy przygotować obudowę KM37. W jej dolnej części usuwamy płaskie i okrągłe wypusty montażowe. Przyklejamy szablony przedstawiony na wkładce tak, aby górna para otworów pokryła się z miejscem na otwory w pokrywie obudowy. Wiertłem o średnicy 1 mm wierzemy otwory w środkach krzyżyków, po czym rozwiercamy wiertłem 3,6 mm. Otwory montażowe fazujemy wiertłem o średnicy 8 mm pod wkręty wpustowe.

Centralnie względem nacięć okrągłego otworu w górnej części obudowy wklejamy przygotowany głośnik piezoceramiczny z kartonowego szablony. Elastyczne przewody połączeniowe należy delikatnie przylutować małą ilością cyny do blaszki i okładki ceramiki przetwornika. Miejsce przylutowania należy zabezpieczyć kroplą elastycznego kleju. Obwód mocujemy

we wnętrzu obudowy z użyciem tulei dystansowych i pozostałych elementów mechanicznych. Na końcu podłączamy przewody z pojemnika baterii (bez baterii), czujnika i głośnika.

Uruchomienie

Po sprawdzeniu poprawności montażu należy włożyć baterie do pojemnika. Korzystając z instrukcji obsługi doprowadzamy do włączenia syreny alarmowej. Potencjometrem PR1 ustawiamy najbardziej przenikliwy dźwięk. Wyłączamy alarm zgodnie z instrukcją obsługi. Dzięki działaniu czujnika na rozwarcie, alarm można rozszerzyć o szeregowe podłączenie następnego czujnika, np. zabezpieczającego okna.

Andrzej Warchol

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R4: 240 kΩ
R2, R3: 5,6 kΩ
R5: 150 kΩ
R6: 1,5 kΩ
R7...R9: 1 MΩ
PR1: 100 kΩ potencjometr 5x5

Kondensatory

C1...C3: 10 μF/16 V
C4, C7: 100 nF
C5: 29 pF
C6: 39 pF
C8: 6,8 nF
C9: 1 μF kondensator ceramiczny

Półprzewodniki

U1: 89C2051
U2: 74HC00
U3: 74HC14
Q1: BC327-40
D1: 1N1448
D2: BZ 4C3V

Inne

X1: rezonator kwarcowy 32768 Hz
Zestyk klawiatury 12 szt. 6x6/12 mm
Przetwornik piezoceramiczny Φ 50 mm
Obudowa plastikowa KM37
Płaski pojemnik na baterie 4xR6
Komora rezonansowa
Tuba rozpraszająca
Tuleja dystansowa 3 mm, Φ 3 mm - 2 szt.
Tuleja dystansowa 8 mm, Φ 3 mm - 2 szt.
Wkręt wpustowy M3/14 - 4 szt.
Nakrętka M3 - 4 szt.
Baterie alkaliczne R6 - 4 szt.
Transformator dopasowujący (opcja)
Kondensator separujący typu NON-POLE (opcja)

Tab. 1. Czasy opóźnień wynikające z naciśnięcia określonego przycisku klawiatury

znak klawiatury	czas w sekundach
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
0	10
1	11
2	12
C	13