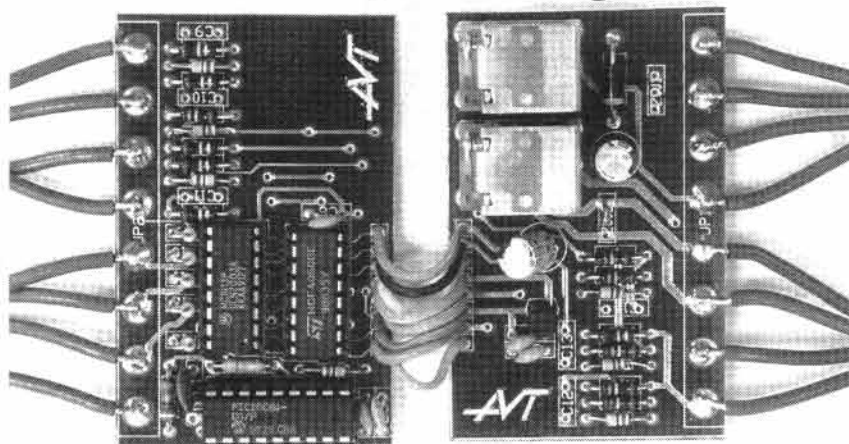


# Prosty autoalarm z procesorem PIC, część 1

## kit AVT-278

*Wielu posiadaczy samochodów zna uczucie bezsilności, kiedy na przydomowym parkingu nie zastaną rano swojego samochodu. Pozostawienie go niezabezpieczonego, choćby na chwilę, kończy się bardzo często bolesnym rozstaniem. Kunszt złodziejskiego fachu rośnie, goniąc mistrzostwo samochodowych zabezpieczeń i odwrotnie. Wyścig ten nie ma końca i przypomina walkę z grypą: szczepionka chroni tylko przed jedną odmianą wirusa, a wirus, poprzez sprytnie modyfikacje oraz zachowanie swojej zjadliwości, omija bariery i dalej robi swoje. My do tego wyścigu wystawiamy swojego "wirusa".*



### Wesołe jest życie posiadacza czterech kółek

Niewątpliwą zaletą alarmów produkowanych seryjnie jest wysoka jakość wykonania, olbrzymie możliwości ochrony, fachowy serwis i wyższe zniżki w towarzystwach ubezpieczeniowych. Seryjna produkcja sprawia, że pierwszymi klientami takich alarmów stają się... złodzieje. W ich interesie leży rozpoznanie słabych stron alarmu. Również sami kierowcy nieświadomie wspierają ich przestępcze działania. Często widzi się, na tylnej czy bocznej szybie wozu, reklamę producenta alarmu. Niby ma ona odstraszać, ale tak naprawdę zachęca do kradzieży. Jest to doskonała wskazówka dla żyjących z uprawiania procederu pozbawiania jeżdżącej własności, w jaki sposób otworzyć samochód, gdzie szukać centralki, które obwody ona zabezpiecza itd. Stąd już niedaleko do zadziwiających rekordów kradzieży auta w kilkadziesiąt sekund.

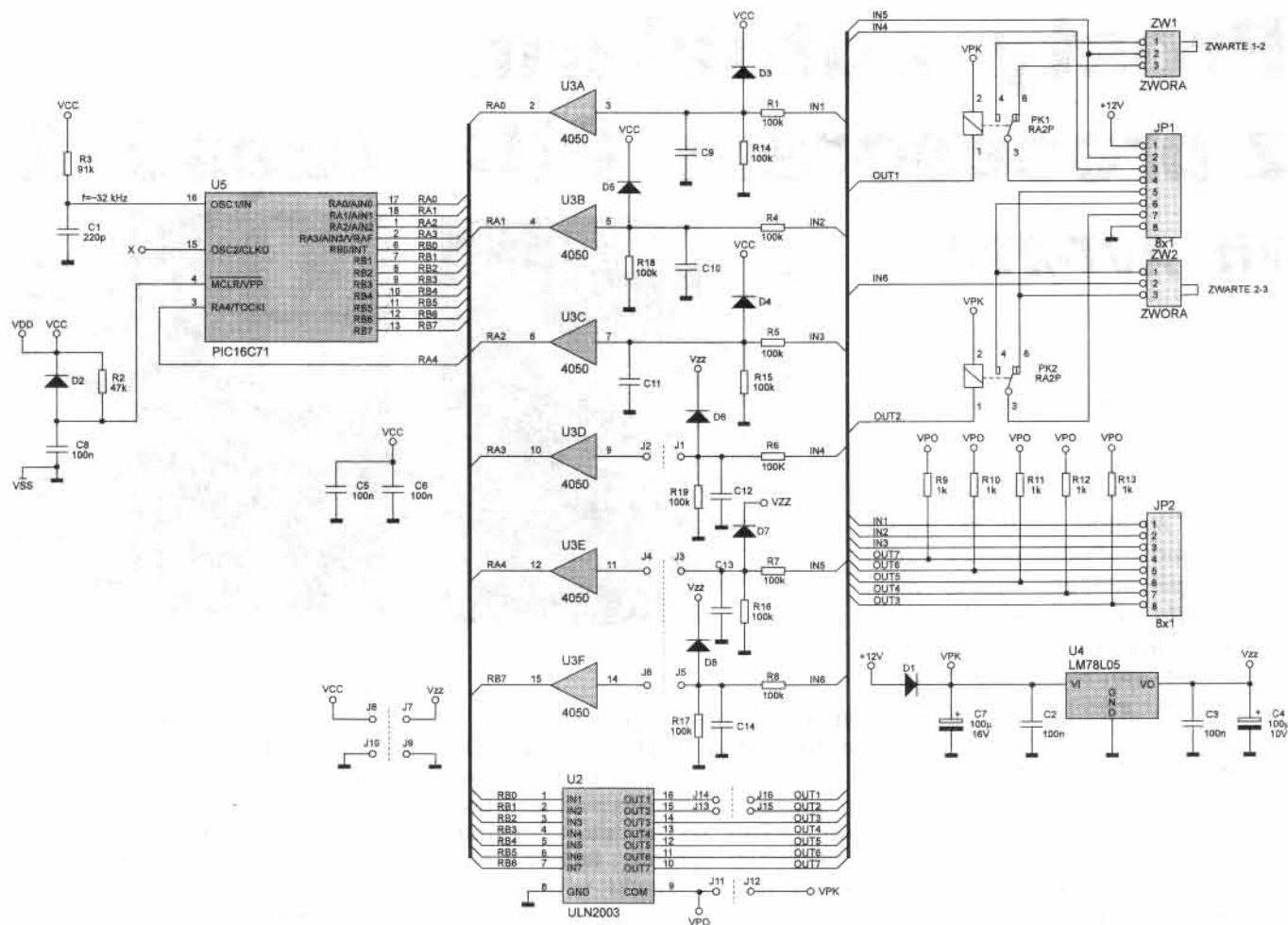
Przyzwyczajiliśmy się do porannego wycia zbyt późno wyłączanych alarmów. Nie robi to również wrażenia na parkingu w centrum miasta. Jeśli nawet auto jest naprawdę okradane, to tylko szalenięć pofatyguje się w stronę złodzieja bez pewności, że z tłumu nie wyjdą osobnicy o muskulaturze Schwarzeneggera, współnicy złodzieja.

Kolejną wadą profesjonalnych alarmów jest wysoka cena. Wozy zabezpieczane przez takie cudeńka to na ogół auta nowe i drogie. A co ma zrobić właściciel kilkuletniego samochodu, którego nie stać na drogie zabezpieczenia, a prawdopodobieństwo kradzieży jest nadal wysokie? Siega oczywiście po nieskomplikowane rozwiązania typowe, produkowane seryjnie, które złodzieje łatwo pokonują.

Sami złodzieje przyznają, że najwięcej problemów mają z alarmami nietypowymi. Owszem, pewne reakcje alarmu daje się sklasyfikować, ale do końca nie wiadomo, co się stanie.

Atutem naszego rozwiązania jest nietypowość i bazowanie na rutynowym zachowaniu złodzieja, które tutaj może go zgubić. Nie chroni ono przed okradzeniem wozu, ale uniemożliwia i zniechęca do odjazdu.

Przyjęto założenie, że włączenie syren z powodu naruszenia czujników, poza skutecznym rozładowaniem akumulatora nie przynosi żadnej korzyści. Bywa tak, że obłuzowany przewód, czy silniejszy podmuch wiatru jest przyczyną wywołania alarmu. Trzeba też założyć, że złodziej nie uderza w "ciemno", tylko obserwuje z pewnej odległości zachowanie wsiadającego kierowcy. Odezwanie się syreny nie spłoszy go, nie



Rys. 1. Schemat elektryczny autoalarmu.

ochroni też przed kradzieżą wyposażenia, a tylko ukierunkuje. Brak charakterystycznego pisnięcia syreny jest informacją o niewyłączeniu alarmu pilotem, o braku zamka centralnego. Złodziej nastawiony na kradzież całego auta zaczyna więc szperać w instalacji, próbuje przepalać bezpieczniki, szukać podejrzanych kabli, wyglądających jak niefabryczne, a zaczyna od przecięcia przewodów klaksonu. Złodziej musi mieć wrażenie, że alarm jest wyłączany kluczykiem w stacyjce, albo że jest zamontowana tylko atrapa alarmu, w postaci migoczącej diody LED. Utwierdźmy go w tym. Będzie to jedna z funkcji naszego urządzenia.

Kolejną z funkcji jest udawanie niesprawnego wozu. To funkcja zniechęcająca amatora cudzej własności. Przyjmijmy kilka progów iluzji, które intruz będzie musiał pokonać.

Oczywistą drogą na skróty jest przeczytanie tego artykułu i skojarzenie jego treści z właśnie

„rozpracowywanym” samochodem. Mało prawdopodobne. Złodziej musi być elektronikiem, kupić ten numer „Elektroniki Praktycznej”, a potem spotkać samochód z takim alarmem.

Pierwszym progiem, który złodziej musi pokonać, jest wiara w proste zabezpieczenie wozu.

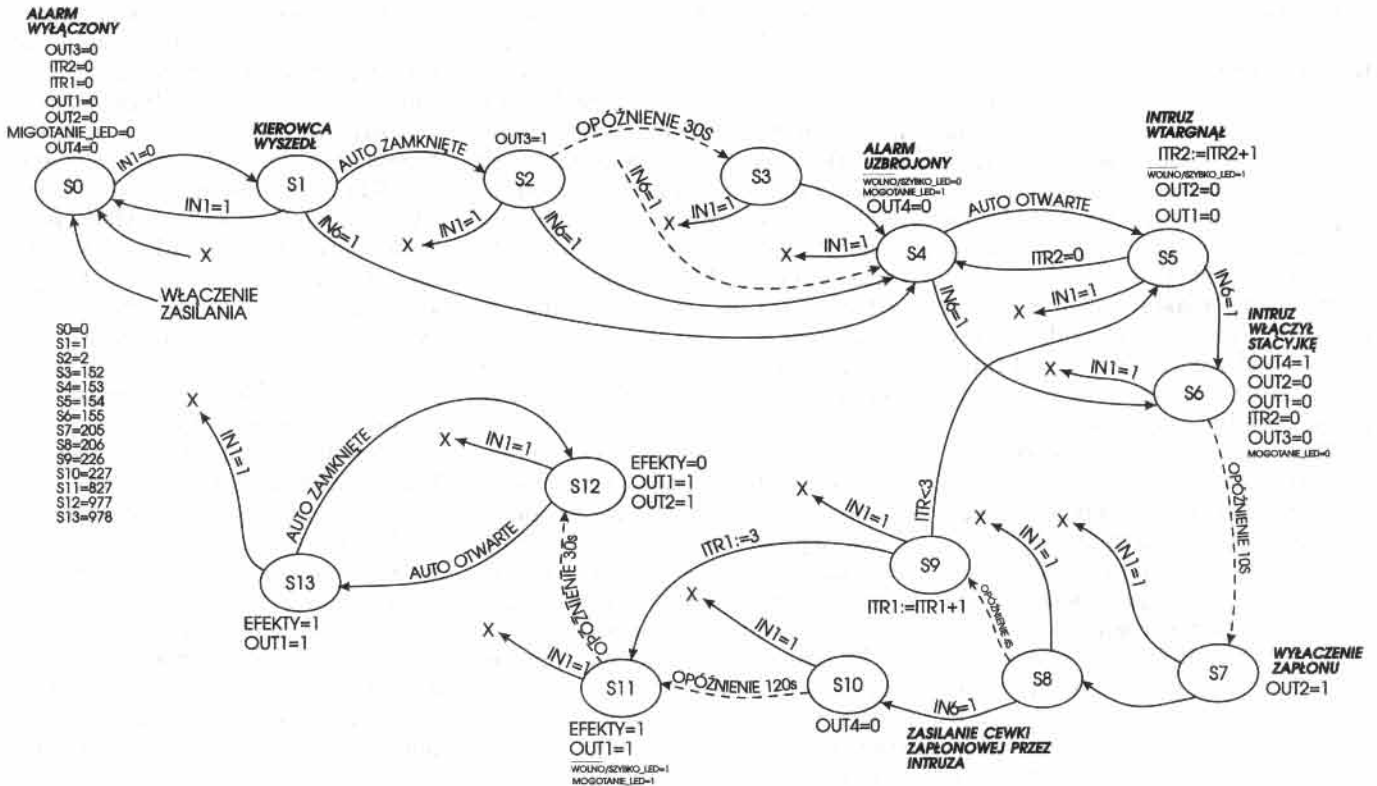
Drugim progiem jest symulacja samochodu z pustym zbiornikiem paliwa. Złodziej ma przygotowaną kostkę własnej produkcji pozwalającą na szybkie wyłączenie alarmu w czasie opóźnienia przeznaczonego na włożenie kluczyka do stacyjki. Jeśli nawet trochę się spóźni i syrena się odezwie na krótką chwilę, tylko utwierdzi sąsiadów, że to właściciel wyłączył alarm. Włącza więc zapłon, a tu zapala się lampka rezerwy paliwa. Jednocześnie gaśnie dioda symulująca włączenie alarmu, czyli alarm został niby wyłączony. Na tym kończy się funkcja drugiego progu.

Złodziej brnie dalej - uruchamia rozrusznik. Owszem, silnik

próbuje zaskoczyć, nawet trochę popracuje, a potem gaśnie. Być może jednak jest mało paliwa albo silnik jest nie rozgrzany. Złodziej próbuje jeszcze raz, ten sam skutek. Po trzeciej nieudanej próbie następuje włączenie syreny na przemian z lewym i prawym reflektorem. Trzeba wiedzieć, że złodziej zawsze pracuje w stresie i każde niekontrolowane zachowanie się samochodu łatwo może go doprowadzić do stanu paniki. Na to liczymy.

Złodziej nieco sprytniejszy może zasilić zapłon osobnym przewodem, np. bezpośrednio z alternatora. Dajmy mu fory i niech jedzie. Po dwóch minutach przerwacz zostanie zwarty! Dwie minuty to tyle czasu, żeby móc wyjechać na drogę główną, zatrzymać się i podejrzany migotaniem reflektorów zwrócić uwagę patrolu policji.

A co zastosujemy jako wyłącznik naszej zabawki? Ano będzie to zwykły wtyk słuchawkowy typu Jack. Złodziej będzie szukał



Rys. 2. Graf działania autoalarmu.

ukrytego wyłącznika, ale nie otworu, do którego należy coś włożyć. Gdyby nam udało się wkomponować gniazdo w wystrój wnętrza samochodu w taki sposób, że złodziej potraktowałby go jako typowy element jego wyposażenia, to pozostaje mu jedynie odholowanie wozu w bezpieczne dlań miejsce i tam „rozpracowanie” alarmu.

### Schemat elektryczny

Na rys. 1 pokazano schemat elektryczny autoalarmu. Postarano się o wytworzenie konstrukcji uniwersalnej, która może być bazą do kolejnych modyfikacji programowych nie tylko samych funkcji autoalarmu, ale i do otrzymania w konsekwencji innych urządzeń, np. inteligentnego sterowania oświetleniem w samochodzie.

Układ zawiera sześć wejść i siedem wyjść, z tego dwa wyjścia są zakończone przekaźnikami. Wejście IN6 jest związane ze stykami przekaźnika PK2, a IN5, poza jego wyprowadzeniem na zewnątrz, może być wejściem czujnikowym dla styków PK1, wystarczy wykorzystać zworę ZW1. Wyjścia układu są typu otwarty kolektor, wstępnie spolaryzowane rezystorami R9-R13.

Można ich nie montować.

Układ U3 spełnia rolę buforu chroniącego mikrokontroler przed zbyt dużym napięciem panującym w instalacji samochodu oraz wytwarzającego właściwe poziomy napięcie dla niego. Na wejściach każdej bramki umieszczono prosty, przeciwzakłóceniaowy filtr RC, który jest jednocześnie dzielnikiem obniżającym napięcie. Dioda włączona zaporowo do źródła zasilania kasuje impulsy napięciowe o dużej amplitudzie.

Układ U2 to grupa siedmiu tranzystorów średniej mocy, która tworzy wyjścia OUT1-OUT7

Wejście IN1 jest wejściem gniazda klucza. Klucz jest włożony, wtedy na IN1 jest stan wysoki, gdy klucz jest wyjęty, to mamy stan niski.

Wejścia IN2, IN3, IN4 są wejściami czujnikowymi. Stan aktywny dwóch pierwszych jest niski, dla IN4 - stan wysoki.

Wejście IN5 nie jest używane, ale przyda się w kolejnych wersjach oprogramowania oraz w innych układach.

Wejście IN6, po wykonaniu zwarcia między nóżkami 2-3 zwory ZW2, wykrywa stan przewodu zasilającego cewkę zapłonową.

Wyjścia, podobnie jak wejścia,

są dedykowane, czyli ich funkcje są ściśle określone.

Wyjścia OUT1 i OUT2 sterują cewkami przekaźników PK1 i PK2. Wyjście OUT3 steruje diodą sygnalizacyjną LED, która informuje o włączeniu alarmu.

Wyjście OUT4 jest podłączone do lampki rezerwy paliwa.

Wyjścia OUT5, OUT6, OUT7 są wyjściami sterującymi zewnętrznymi przekaźnikami klaksonu i reflektorów.

Sercem całego urządzenia jest tytułowy mikrokontroler PIC. Na schemacie pokazano PIC16C71. Taki procesor został włożony do pierwszego egzemplarza, który pracuje od kwietnia '95. Nic nie stoi na przeszkodzie, ażeby w jego miejsce włożyć inny, 18-nóżkowy; wszystkie mają ten sam układ wyprowadzeń, tylko wewnętrzne funkcje mogą się różnić. Gdy przygotowywano tutaj opisaną wersję oprogramowania, w urządzeniu modelowym, w celu szybkiego uruchamiania głównych procedur programu, stosowano PIC16C84. Jego istotną zaletą jest pamięć programu typu EEPROM, reprogramowalna w programatorze. Jeśli używamy kontrolerów z pamięcią EPROM wydłuża się czas uruchomienia, bo występuje



czas oczekiwania na skasowanie pamięci za pomocą promieni ultrafioletowych.

Kontroler jest taktowany generatorem zbudowanym na układzie RC (rezystor R3 i kondensator C1), o częstotliwości wynoszącej w przybliżeniu 32kHz. Praktyka pokazuje, że nie ma potrzeby przyspieszania pracy zegara, ponieważ czas reakcji może wynieść dziesiąte części sekundy. Przy 32kHz cykl rozkazowy trwa 125µs, a od częstotliwości zegara zależy pobór prądu przez procesor.

Do budowy oprogramowania wykorzystano koncepcję automatu skończonego. Koncepcja ta polega na założeniu, że urządzenie, które nazwiemy automatem skończonym, może przyjąć pewną, ale skończoną liczbę różnych pozycji, czyli stanów. Przyjęcie określonego stanu jest związane z opuszczeniem innego stanu. Przejście między tymi stanami może zachodzić pod wpływem zewnętrznych warunków, bądź samoistnie, ale zawsze za zezwoleniem sygnału zegarowego. Tutaj sygnał zegarowy automatu nie odpowiada sygnałowi zegarowemu mikrokontrolera, ale jest przezeń wytwarzany.

Mikrokontroler bardzo dobrze nadaje się do symulacji działania takiego automatu. Sposób osiągnięcia stanów przez automat przedstawia się za pomocą grafu. Graf działania naszego alarmu pokazano na **rys. 2**. W każdym ze stanów kontroler wykonuje określone czynności, opisane przy owalu stanu.

W stanie S0 alarm jest wyłączony. Wszystkie zmienne przyjmują wartości początkowe. Kontroler jest w tym stanie po swoim zerowaniu. Przejście do stanu S1 następuje po wykryciu pustego gniazda klucza, co jest sygnalizowane na rysunku zwrotem IN1=0. Z S1 mamy dwie drogi odejścia, jedna zależy od stanu wejścia IN6, druga droga jest obierana, gdy auto jest zamknięte. Zapis IN6=1 oznacza, że zostało włączone zasilanie cewki, gdy klucz jest wyjęty. Można więc uznać, że nastąpiła próba wtargnięcia do samochodu wbrew woli kierowcy, ale na jego oczach. Powoduje to przejście do dalszych stanów zabezpieczających, które niżej opiszemy.

Po wyjęciu klucza i zamknięciu samochodu następuje przejście ze stanu S1 do S2. Stan S2 charakteryzuje się tym, że jest on początkiem realizacji opóźnienia ok. 30s. Oprócz tego włączana jest dioda sygnalizacyjna LED. Jest to znak dla kierowcy, że jeśli nie opuścił kabiny, to powinien to teraz uczynić. Włączenie zapłonu w tych warunkach powoduje tę samą reakcję, co w stanie S1.

Opóźnienie czasowe w tym układzie jest realizowane poprzez przechodzenie z jednego stanu do drugiego, dlatego na (rys. 1) zaznaczono to linią przerywaną, bowiem nie odpowiada to przejściu wprost ze stanu do stanu. Wielkość opóźnienia jest iloczynem liczby stanów pośrednich i okresu zegara automatu.

W ramach opóźnienia pomiędzy stanami S2 i S3 w każdym stanie pośrednim sprawdzany jest stan wejścia IN6. W taki sposób samochód zabezpieczany jest przed wyjątkowo szybkim złodziejem.

Po dojściu do stanu S4 alarm jest uzbrojony. Dioda LED zaczyna migotać (ustawienie znacznika MIGOTANIE\_LED) i układ oczekuje na otwarcie samochodu. Po otwarciu pojazdu następuje przejście do stanu S5, który spowoduje szybsze migotanie diody (ustawienie znacznika WOLNO/SZYBKO\_LED). Jest to znak dla kierowcy, że należy włożyć klucz do gniazda.

Stan S6 jest dostępny po włączeniu zapłonu. Tutaj zaczyna się procedura pozoracji braku paliwa. Gaśnie dioda LED, co sugeruje wyłączenie alarmu. Może być włączona lampka rezerwy paliwa. Po opóźnieniu ok. 10s, w stanie S7, przełącznik PK2 wyłącza zasilanie cewki zapłonowej. Po ok. 4 sekundach przełącznik jest wyłączany po to, aby odciąć zapłon i rozpocząć zabawę od początku. W stanie S9 jest obliczana ilość cykli wyłączania zapłonu. Gdy osiągnie ona liczbę trzy, zostanie włączony przełącznik PK1, zwiernający przerywacz oraz zostanie włączona syrena na zmianę z reflektorami. O tym decyduje ustawienie znacznika EFEKTY.

Stan S8 wykrywa zwarcie zasilania cewki zapłonowej z ominięciem przełącznika PK2. Ratuje

sytuację przełącznik PK1, który uniemożliwia działanie zapłonu poprzez zwarcie przerywacza. Ten sam sygnał można doprowadzić do zaworu odcinającego paliwo. Przełącznik ten włącza się w stanie S11, po opóźnieniu ok. 120s. Tyle bowiem czasu układ daje złodziejowi na upewnienie się, że on wygrał. Potem przez 30 sekund samochód na zmianę włącza syrenę, lewy, a potem prawy reflektor. Jest to dość przykre zdarzenie, kiedy samochód zatrzymuje się na środku drogi i zaczyna wycyzniać dziwne harce. Rzadko który złodziej, już odprężony, nie zgłupieje. Ideę ogłupiania szanownych panów złodziei można rozwijać, co nie wykluczone, że uczynimy.

Kiedy samochód zakończy swój „występ“, układ przechodzi do dwustanowej pętli (S12-S13), z której wyjście jest możliwe za pomocą klucza. Pierwszy stan tej pętli wyłącza syrenę i reflektory, jeśli auto jest zamknięte, a drugi na powrót je włącza, gdy do auta ktoś próbuje się dostać.

Jak wynika z (rys. 1), z każdego stanu S1-A13 istnieje powrót do stanu S0, jeśli tylko w gnieździe klucza znajdzie się wtyk.

Stany S0-S13 zostały oznaczone w sposób umowny i wcale nie odpowiadają faktycznie kolejno przyjmowanym stanom przez nasz automat. Obok grafu, na rys. 1 pokazano rzeczywiste numery stanów automatu. Liczba dla S13=978 może nieco zastanowić, ale wynika ona z generacji opóźnień. Przyjęty cykl zegara dla automatu wynosi 0.2s, co wyjaśnia wiele, np. aby uzyskać opóźnienie rzędu 30s trzeba przejść przez  $30:0.2=150$  stanów. Przyjmując najgorszy przypadek detekcji, wynoszący dwa cykle automatu, czyli 0.4s, nie znam takiego mistrza prędkości, który w krótszym czasie potrafi otworzyć, wsiąść i zamknąć kilkudziesięciokilogramowe drzwi samochodu.

Użyty mikrokontroler zwielokrotnia możliwości alarmu oraz zapewnia jego łatwą reprogramowalność. Częściowo liczymy na Czytelników, którzy, poprzez przysyłanie swoich uwag, przyczynią się do wzbogacenia algorytmu i funkcji urządzenia.

**Mirosław Lach, AVT**