Zamek elektroniczny na karty chipowe

AVT-5054

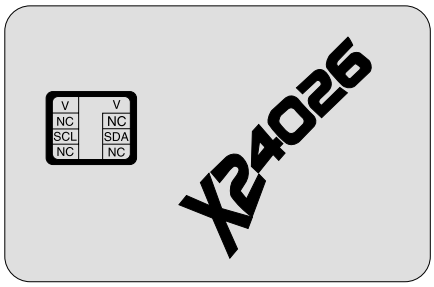
Coraz częściej jesteśmy zmuszani do ochrony swojego mienia. Stosowane są przeróżne urządzenia: od standardowych zamków mechanicznych po wymyślne konstrukcje elektroniczne. Wraz z dynamicznym rozwojem elektroniki, do zabezpieczeń coraz częściej stosuje się właśnie układy elektroniczne. Jedno z nowoczesnych, a przy tym bardzo modnych rozwiązań przedstawiamy w artykule.

Coraz częściej widzimy, że w drzwiach zamiast typowych wkładek mechanicznych znajduje się klawiatura. Ma to wielką zaletę, gdyż nie trzeba nosić przy sobie kluczy i nie ma ryzyka przypadkowego zatrzaśnięcia drzwi, co się często zdarza akurat wtedy, gdy zapomnimy zabrać ze sobą klucza. Stosowane są również zamki na karty magnetyczne - to z kolei uwalnia nas od noszenia pęku kluczy dzwoniących w kieszeni.

Zabezieczenia tego rodzaju są stosowane również w samochodach. Zarówno producenci samochodów jak i alarmów samochodowych prześcigają się w konstruowaniu coraz to bardziej skomplikowanych systemów. Od podstawowego, sterowanego pilotem radiowym ze stałym kodem, poprzez piloty ze zmiennym kodem, aż po komunikację dwukierunkową, w której wykorzystuje się skomplikowane algorytmy kodujące. Jako dodatkowe zabezpieczenie może być stosowany dodatkowy układ umieszczony w kabinie samochodu. Wówczas stosowane są klawiatury, pastylki Dallas, karty magnetyczne itp.

Kolejnym, chyba najwygodniejszym w stosowaniu, sposobem zabezpieczenia jest wykorzystanie komunikacji bezstykowej za pomocą fal elektromagnetycznych. Układ takiego zabezpieczenia składa się z odbiornika, w którym znajduje się antena nadawczo-odbiorcza oraz układu nadajnika. Stosowane są nadajniki o różnych wymiarach. Najmniejsze obecnie stosowane mają wymiary 12x6mm, co pozwala na umieszczenie ich na przykład w kluczyku. Układ odbiornika wytwarza pole elektromagnetyczne, które indukuje w cewce nadajnika napięcie zasilające jego układy wewnętrzne. Komunikacja pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem odbywa się wskutek modulacji pola magnetycznego - wystarczy tylko zbliżyć nadajnik do odbiornika.

W zależności od rozmiarów anteny nadawczo-odbiorczej oraz nadajnika uzyskuje się różne odleg-



Rys. 1. Wygląd oraz opis wyprowadzeń karty X24026.

łości, przy których możliwa jest wymiana informacji (od kilku centymetrów nawet do kilku metrów). Komunikacja bezstykowa jest dziedziną stale rozwijającą się. W przyszłości będzie można na przykład zapłacić za przejazd autostradą przejeżdżając pomiędzy specjalnymi bramkami bez konieczności zatrzymywania się lub kupić bilet do kina przechodząc przez drzwi. Ale do czasu kiedy to nastąpi musimy zadowolić się rozwiązaniami konstrukcyjnymi stosowanymi obecnie. Coraz częściej mamy przy sobie różne karty, czy to telefoniczne czy płatnicze. Nawet dowód osobisty czy obecnie stosowane prawo jazdy ma wymiary karty płatniczej. Jak widać karta płatnicza została przyjęta jako standard wszelkiego rodzaju nośników danych.

Karty można podzielić na dwie grupy: karty magnetyczne i karty chipowe. W kartach magnetycznych nośnikiem informacji jest pasek magnetyczny. Pomimo, że ten rodzaj karty jest obecnie najbardziej rozpowszechniony, to posiada on wiele wad. Przede wszystkim na karcie można zapisać niewiele informacji, ponadto są one mało odporne na uszkodzenia mechaniczne, a także na działanie pola magnetycznego. Kartę magnetyczną można łatwo uszkodzić.

Karty chipowe mogą mieć, w zależności od potrzeb, dowolną pojemność pamięci różnego rodzaju, np. EPROM, EEPROM, RAM czy też Flash, do której dostęp może być zabezpieczony hasłem. Mogą być wyposażone w wewnętrzny procesor, dzięki któremu wymiana informacji pomiędzy czytnikiem może wymagać specjalnych algorytmów. Zastosowanie procesora znacznie utrudnia dostęp osób niepowołanych do danych zawartych w pamięci karty.

W prezentowanym elektronicznym urządzeniu identyfikującym została zastosowana łatwo dostępna karta chipowa firmy Xicor X24026. Nie jest to rozbudowana karta mikroprocesorowa, bowiem zawiera w swojej strukturze tylko 256 bajtów nieulotnej pamięci EEPROM, ale do pracy z naszym urządzeniem jest w zupełności wystarczająca.

Na **rys. 1** przedstawiono widok karty oraz opis jej wyprowadzeń. Jest to karta o wymiarach standardowej karty płatniczej.

Komunikacja pomiędzy pamięcią wbudowaną w kartę i otoczeniem odbywa się za pomocą magistrali I^2C. Dla procesora jest ona zwykłą pamięcią EEPROM o rozmiarze 256 bajtów i adresie bazowym B10100000. Można ją więc traktować jako pamięć umieszczoną w nieco nietypowej obudowie.

Karta nie ma żadnego kodu, który by ją identyfikował, jak to jest w przypadku pastylek Dallas, gdyż każdy układ ma swój unikalny numer seryjny. Za pomocą tego numeru można identyfikować dany układ, a tym samym nadawać mu określone uprawnienia.

Nowa karta jest zwykłą pamięcią EEPROM, w której wszystkie komórki mają wartość FFh, a zatem karty nie różnią się niczym między sobą. Dlatego każdą kartę przed użyciem należy zaprogramować. Można to uczynić za pomocą programatora kart, co wymagałoby dobudowania do prezentowanego w artykule urządzenia dodatkowego programatora.

Ponieważ identyfikator ma funkcjonować jako niezależne urządzenie, dlatego konieczne stało się wbudowanie w niego programatora, który w czasie programowania generuje ciąg przypadkowych liczb służących później jako hasło dostępowe. Generowany kod (hasło) może być 10 lub 20-bajtowy, w zależności od wybranej opcji. Próba „złamania" kodu o takiej liczbie bajtów jest raczej niemożliwa, a przynajmniej bardzo czasochłonna. Dla porównania pastylki Dallas zawierają kod 8-bajtowy, który jest niemal niemożliwy do złamania. Oczywiście, można skopiować zawartość pamięci karty, ale ten mankament dotyczy wszystkich urządzeń wykorzystujących kod stały. Dlatego należy strzec karty, aby nie dostała się w niepowołane ręce.

W celu zaprogramowania karty zastosowano metodę ręcznego generowania kodu dostępu. Można zastosować programowy generator liczb pseudolosowych, ale takie generatory wykazują dużą powtarzalność generowanych liczb. Mogłoby to spowodować wygenerowanie takiego samego kodu przez dwa różne zamki elektroniczne, a co za tym idzie dostęp do chronionego urządzenia osób niepowołanych.

Ręczne generowanie kodu polega na cyklicznym zatrzymywaniu licznika zawartego w procesorze, w różnych odstępach czasu. Zasada jest podobna jak w elektronicznej kostce do gry. Taki sposób wydaje się być najbardziej przypadkowy, gdyż nie można przewidzieć, w którym momencie obsługujący zatrzyma licznik, a nie zna on stanu licznika w danym momencie, więc nie może celowo wybrać konkretnej wartości. Sposób programowania zostanie opisany w dalszej części artykułu.

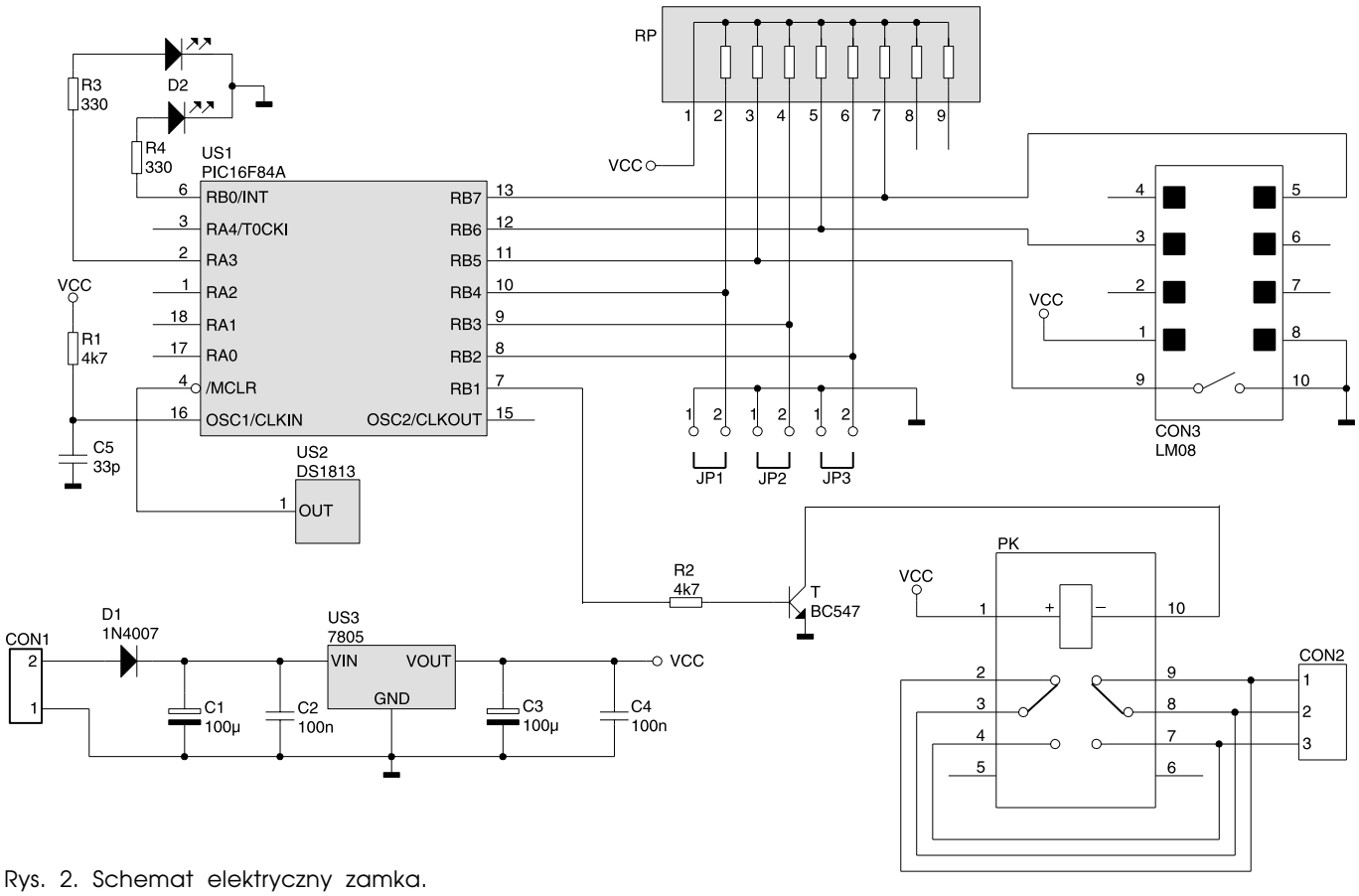
Wyjście sterujące zamka może pracować w jednym z trzech trybów:

1. Po włożeniu karty z prawidłowym kodem przekaźnik jest załączony przez czas, gdy karta jest w czytniku - po wyjęciu karty przekaźnik zostaje zwolniony.
2. Po każdorazowym włożeniu właściwej karty stan przekaźnika zmienia się na przeciwny.
3. Po włożeniu karty przekaźnik zostaje załączony na określony czas, następnie powraca do stanu spoczynkowego. Czas załączenia może być regulowany w zakresie od 1 do 50 sekund.

Wybór odpowiedniego trybu jest zależny od indywidualnych potrzeb użytkownika.

Budowa układu

Na **rys. 2** przedstawiono schemat elektryczny zamka. Głównym elementem jest procesor PIC16F84A, który zawiera w swojej strukturze wszystkie niezbędne elementy wymagane do sterowania funkcjami zamka. Wewnętrzna, nieulotna pamięć mikrokontrolera typu EEPROM umożliwia zapamiętanie kodu uprawnionej karty, również w przypadku braku zasilania. Do zasilania całego układu wymagane



Rys. 2. Schemat elektryczny zamka.

jest napięcie 5V, które uzyskuje się z wyjścia stabilizatora (układ US3). Do zabezpieczenia układu przed odwrotną polaryzacją napięcia zasilającego zastosowano diodę prostowniczą D1.

Ponieważ identyfikator ma służyć do zabezpieczania, musi więc być niezawodny. W tym celu musi posiadać niezawodne źródło sygnału zerującego, które uniemożliwi zawieszenie się programu przy spadku napięcia zasilającego. Do tego celu zastosowano scalony układ zerujący US2 (DS1813). Układ ten zeruje mikrokontroler, gdy napięcie zasilające spadnie poniżej napięcia progowego i umożliwia ponowną pracę po około 150ms od chwili, gdy napięcie wzrośnie powyżej określonego progu.

Jako układ wykonawczy zastosowano miniaturowy przekaźnik z dwoma parami styków o prądzie przewodzenia równym 1A. Do złącza CON2 są dołączone wyprowadzenia styków przekaźnika. Możliwe jest więc zarówno załączenia, jak również przerwanie obwodu wyjściowego w stanie aktywnym zamka elektronicznego. Dwukolorowa dioda LED sygnalizuje stan pracy zamka. W zależności od stanu może świecić na zielono, czerwono, pomarańczowo lub błyskać.

Dzięki dużej wydajności prądowej portów procesora można bezpośrednio sterować diodami świecącymi. Porty procesora mogą być obciążane prądem 20mA, zarówno przy poziomie niskim jak i wysokim. Takie właściwości portów są rzadko spotykane w procesorach innych producentów. Przeważnie wyjścia portów można obciążać dużym prądem tylko, gdy na jego wyjściu jest niski poziom napięcia.

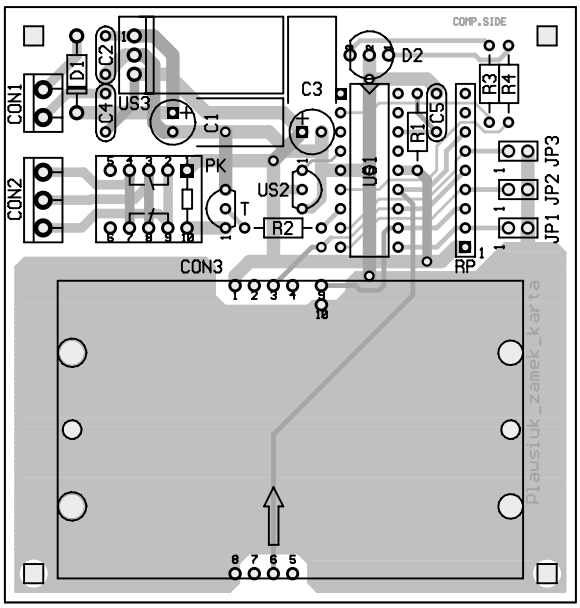
Jako źródło sygnału zegarowego procesora zastosowano generator RC, gdyż nie ma potrzeby bardzo precyzyjnego odliczania czasu. Ponieważ wewnętrzny układ generatora, po odpowiednim skonfigurowaniu, może współpracować z generatorem RC, został on zastosowany, co pozwoliło zmniejszyć koszt układu.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy płytki zamka pokazano na **rys. 3**. Montaż zaczynamy od rezystorów, następnie montujemy podstawkę pod układ US1 oraz przekaźnik. Układ stabilizatora US3 oraz kondensatory C1 i C3 montujemy na leżąco. Na końcu montujemy złącza CON1, CON2 i CON3. Ponieważ urządzenie nie zawiera zbyt wielu elementów, montaż nie powinien być kłopotliwy. Po zmontowaniu ze sprawnych elementów, układ zamka jest gotowy do pracy, tzn. do programowania, bo od tego należy zacząć jego użytkowanie. Do zasilania można wykorzystać dowolny zasilacz o napięciu wyjściowym równym około 9V i prądzie około 100mA.

Obsługa zamka

Przed rozpoczęciem pracy układ należy odpowiednio skonfigurować, w zależności od zamka z jakim ma współpracować. Zaczynamy od zaprogramowania kodu karty. W tym celu zwieramy zworkę JP3. Jeżeli kod zabezpieczający ma być 20-bajtowy, zwieramy również zworkę JP1 (w przeciwnym przypadku kod będzie 10-bajtowy). Następnie włączamy zasilanie - dioda świeci pomarańczowo - i wkładamy kartę do złącza CON3. Jeżeli wybraliśmy kod 10-bajtowy, to błyska dioda



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej zamka.

zielona, jeżeli zaś kod 20-bajtowy, to błyska dioda czerwona. Teraz musimy 10 lub 20 razy, w zależności od wybranego rozmiaru kodu, rozwierać i zwierać zworkę JP3 w różnych odstępach czasu. W czasie gdy zworka jest zwarta, wewnętrzny licznik procesora nieustannie zwiększa swoją zawartość, a w momencie rozwarcia stan licznika zapisywany jest do wewnętrznej pamięci EEPROM jako kolejna cyfra kodu.

Ponieważ nie znamy zawartości licznika w chwili zatrzymania zliczania, generowane liczby są zupełnie przypadkowe. Po 10 lub 20 krotnym wykonaniu tej operacji zapala się dioda zielona, sygnalizując koniec zapisywania kodu. Wszystkie liczby kodu z wewnętrznej pamięci procesora zostają przepisane do pamięci karty. Gdy wyciągniemy kartę, to zapali się dioda czerwona. Jeśli chcemy używać tylko jednej karty, to proces programowania został zakończony. Jeżeli zaś chcemy, aby uprawnienia miało więcej użytkowników, to wkładamy do czytnika kolejną kartę. Procesor ponownie skopiuje zawartość kodu z wewnętrznej pamięci EEPROM do pamięci karty. W czasie programowania dioda będzie błyskała w kolorze pomarańczowym. Proces programowania dodatkowych kart można powtarzać wielokrotnie, a zatem liczba uprawnionych osób do otwierania zamka nie jest ograniczona.

Wszystkie karty mają zapisany ten sam kod, nie ma więc możliwości „cofnięcia“ uprawnień jednej karty, jeżeli chcemy zmienić liczbę uprawnionych kart, to musimy ponownie wykonać procedurę programowania.

Po zaprogramowaniu kart wyłączamy zasilanie i wyciągamy wszystkie zworki. Do zakończenia ustawiania parametrów początkowych pozostaje nam jeszcze określenie sposobu reakcji zamka na włożenie uprawnionej karty. Przekaźnik może być załączany na jeden z trzech sposobów, w zależności od ustawienia zworek JP1 i JP2.

Jeżeli zworki JP1 i JP2 są zwarte, to po każdorazowym włożeniu uprawnionej karty stan przekaźnika jest zmieniany na przeciwny.

Jeżeli JP1 jest zwarta, a JP2 rozwarta, to po włożeniu karty przekaźnik jest załączony, gdy karta znajduje się w czytniku - po wyciągnięciu karty przekaźnik powraca do stanu spoczynkowego.

Jeżeli zworki JP1 i JP2 są rozwarte, to włożenie karty powoduje załączenia przekaźnika na określony czas, po czym przekaźnik zostaje zwolniony. Domyślny czas załączenia jest ustawiony w zaprogramowanym procesorze na około 10s, ale może być zmieniany w zakresie od 1 do 50 sekund z rozdzielczością 100ms. Aby zmienić czas załączenia przekaźnika należy, przy wyłączonym zasilaniu, zewrzeć zworki JP1, JP2 i JP3, a następnie włączyć zasilanie. Po włączeniu zasilania procesor przechodzi do procedury zmiany czasu załączenia przekaźnika i zapala się dioda czerwona. Następnie odłączamy zworkę JP3 i rozpoczyna się proces mierzenia czasu, po każdej odmierzonej sekundzie błyska dioda czerwona sygnalizując upływający czas. Po upłynięciu wymaganego czasu zwieramy ponownie zworkę JP3. Czas pomiędzy rozwarciem, a ponownym zwarciem zworki JP3 zostaje zapisany w pamięci procesora. Od tej pory (w trybie trzecim) po włożeniu karty przekaźnik będzie załączany na zaprogramowany przez nas czas. Zaprogramowany czas będzie „pamiętany“ również po wyłączeniu zasilania. Zmiana czasu załączenia przekaźnika będzie szczególnie przydatna przy zastosowaniu zamka do uruchamiania rygla elektromagnetycznego, na przykład w drzwiach. Możemy wówczas dobrać czas zwolnienia blokady drzwi.

Krzysztof Pławsiuk, AVT
krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl

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

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1, R2: 4,7kΩ
R3, R4: 330Ω
RP: 8*10kΩ
Kondensatory
C1, C3: 100µF/16V
C2, C4: 100nF
C5: 33pF
Półprzewodniki
D1: 1N4007
D2: dioda LED 5mm dwukolorowa
T: BC547
US1: PIC16F84A zaprogramowany
US2: DS1813
US3: 7805
Różne
CON1: ARK2 (3,5mm)
CON2: ARK3 (3,5mm)
CON3: złącze kart np. LM08
JP1...JP3: goldpin 1x2 + jumper
PK: przekaźnik OMRON 5V typ G6H
Karta X24026