

Immobilizer z układami DS1990

kit AVT-294

W artykule prezentujemy kolejną wersję immobilizera, którego konstrukcja oparta jest na procesorze rodziny ST62 firmy SGS-Thomson. Wykorzystaliśmy tym razem bardzo nowoczesny i jednocześnie dość tani procesor ST62T60, w którego wnętrzu znajduje się pamięć EEPROM. „Inteligentny” program sterujący pracą immobilizera pozwala na bezpieczne zapisanie w tej pamięci numerów upoważnionych kluczy, dzięki czemu wyłączenia zasilania przestały być groźne.



Ogromne powodzenie jakim cieszy się immobilizer AVT-292, opisany w EP4/96, zachęciło nas do opracowania nieco doskonalszej wersji tego kitu. Udoskonalenia polegają na zastosowaniu nowszego procesora rodziny ST62, który jest wyposażony w wewnętrzną pamięć EEPROM oraz drobnej modyfikacji programu sterującego pracą układu.

Wielu Czytelników zwracało się do nas z pytaniem: co zrobić, aby zabezpieczyć immobilizer przed zanikami napięcia zasilania, które kasowały pamięć numerów upoważnionych kluczy? Prowadzone przez nas próby doprowadziły do następującego wniosku: koszt zastosowania dobrej jakości baterii litowej, którą można wykorzystać do podtrzymania pamięci RAM, jest zbliżony do wzrostu ceny układu spowodowanego zastosowaniem procesora ST62T60.

Pewnym modyfikacjom uległ także program sterujący pracą immobilizera. Wprowadzono następujące zmiany:

- ✓ Informacja z klucza wczytywana jest do pamięci buforowej dwukrotnie i za każdym razem liczona jest suma kontrolna CRC odebranej informacji. W układzie AVT-292 CRC nie była liczona, co nie zmniejszyło w praktyce bezpieczeństwa transmisji. Obliczanie CRC w tym układzie

wprowadzono tylko w celu umożliwienia współpracy czytnika z układami Touch Memory nowszej generacji, które zostaną wprowadzone do produkcji w połowie 1997 roku.

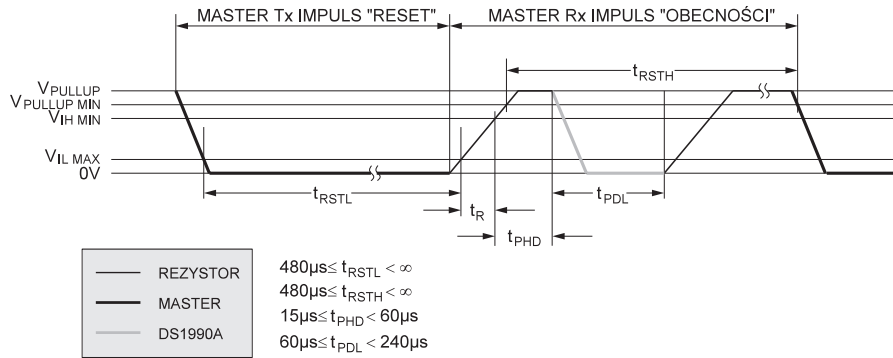
- ✓ Program automatycznie stwierdza uszkodzenie komórki pamięci EEPROM i wpisuje numer klucza pod adres o 8 bajtów większy. Jest to funkcja zdecydowanie nadmiarowa, ponieważ w praktyce żywotność pamięci EEPROM wbudowanej w ST62T60 jest tak duża, że z całą pewnością „przeżyje” ona urządzenie, w którym immobilizer jest zamontowany. Proste wyliczenia dowodzą, że przy gwarantowanej przez producenta liczbie 300000 poprawnych wpisów i częstotliwości modyfikowania pamięci EEPROM 3 razy dziennie, może ona pracować przez 273 lata!

- ✓ Program nie dopuszcza do wpisania klucza z bajtem informującym o typie pastylki równym „0”. Dzięki temu nie jest możliwe przypadkowe wpisanie do pamięci procesora błędnego numeru klucza, co mogłoby zostać spowodowane przez przypadkowe zwarcie styków czytnika.

Jak widać walory użytkowe tej wersji immobilizera są nieco lepsze niż były w układzie AVT-292, co jest spowodowane zarówno lis-

Parametry i cechy charakterystyczne układu

- ✓ napięcie zasilania: 8..15VDC (3..5VDC)
- ✓ pobór prądu w czasie pracy: 8mA
- ✓ liczba upoważnionych kluczy dostępu: 2
- ✓ maksymalne obciążenie wyjścia immobilizera: 12V/200mA
- ✓ liczba trybów pracy: 2 (mono- i bistabilny)
- ✓ czas włączenia obwodu wyjściowego w trybie monostabilnym: ok. 8 sek
- ✓ zabezpieczenie transmisji danych: 8-bitowa suma CRC
- ✓ minimalna gwarantowana liczba prze-programowań pamięci EEPROM: 300.000 razy (czyli ok. 273 lat, jeżeli każdego dnia roku przeprogramujemy pamięć 3-krotnie)
- ✓ zmiana numerów kluczy zapisanych w pamięci EEPROM jest możliwa dopiero po zastosowaniu klucza oporowego lub zwarciu styków na powierzchni płytki drukowanej
- ✓ próg napięciowy klucza rezystancyjnego: 2.5V ±5%
- ✓ czytnik współpracuje ze wszystkimi układami rodziny Touch Memory (patrz tab.1)



Rys. 1. Przebiegi inicjujące transmisję.

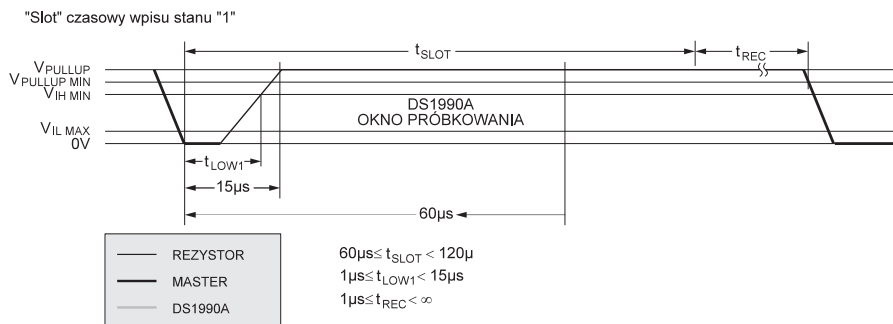
tami i telefonami Czytelników, jak i coraz łatwiejszym dostępem do najnowszych podzespołów.

Co to jest, ten DS1990?

Czytelnicy, którzy czytali Elektronikę Praktyczną z lutego 1996 roku już znają odpowiedź na to pytanie. Ponieważ jednak ciągle otrzymujemy wiele listów z pytaniami na temat układów DS1990, pokrótce przypomnimy, jak działają układy rodziny Touch Memory firmy Dallas.

We wnętrzu niewielkiej metalowej obudowy, przypominającej nieco wyglądem miniaturowy akumulator NiCd, znajduje się pamięć ROM o pojemności 64 bajtów i prosty, jednoprzewodowy, dwukierunkowy interfejs szeregowy, który odpowiada za przesłanie zawartości pamięci stałej do otoczenia i odbiór informacji z czytelnika. Zarówno interfejs, jak i pamięć ROM obywają się bez wewnętrznego zasilania, co nie oznacza jednak, że go wcale nie potrzebują. Struktura znajdująca się we wnętrzu „pastyki” pobiera tak niewielką ilość prądu, że okazało się możliwe zasilanie jej napięciem znajdującym się na szynie danych w przerwach pomiędzy przesyłaniem kolejnych bitów danych.

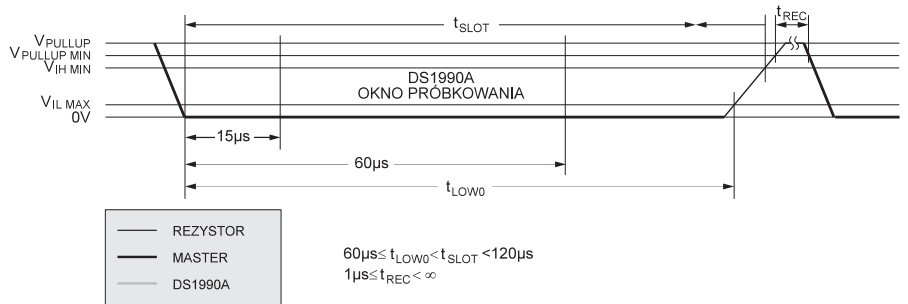
Transmisja danych inicjowana



Rys. 2. Przebiegi charakterystyczne dla zapisu "1".

jest impulsem zerującym, generowanym przez procesor (rys.1). Jeżeli DS1990 jest dołączony do gniazda czytelnika, to odpowiada impulsem obecności, który jest także widoczny na rys.1. Od tego momentu procesor rozpoczyna wpisanie 8-bitowego rozkazu dla DS1990, który determinuje sposób dalszej wymiany informacji. Sposób wpisania do układu Touch Memory logicznej „1” przedsta-

„Slot” czasowy wpisu stanu "0"



Rys. 3. Przebiegi charakterystyczne dla zapisu "0".

wiono na rys.2. Rys.3 przedstawia sposób wpisania logicznego „0”.

Jeżeli do bufora rozkazów układu DS1990 wpisany zostanie bajt o wartości 33H lub 0FH, to układ ten rozpocznie transmisję bitów numeru seryjnego oraz sumy kontrolnej CRC. Na rys.4 przedstawiono okno czasowe odczytu bitu przesyłanego z DS1990 do procesora odczytującego.

Jak widać na rys.2..4, przekazanie każdego bitu, niezależnie od kierunku transmisji, jest inicjowane przez procesor krótkim impulsem zegarowym.

Opis układu

Schemat elektryczny immobilizera przedstawiono na rys.5. Jest to urządzenie pod względem elektrycznym niezwykle proste, a efekt taki udało się uzyskać dzięki zastosowaniu nowoczesnego procesora firmy SGS-Thomson.

Układ US1 stanowi „serce” urządzenia. We wnętrzu tego procesora znajduje się, oprócz 8-bitowej jednostki centralnej, także szereg modułów peryferyjnych. Są to m.in. synchroniczny port szeregowy, trzy timery (w tym watchdog), 8-bitowy przetwornik A/C, porty I/O, pamięć RAM oraz EEPROM. Pamięć programu ma pojemność blisko 4kB, co umożliwia budowanie w oparciu o ten układ

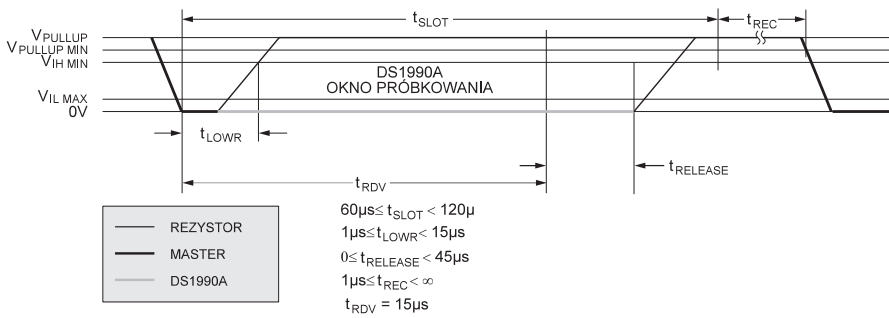
dość poważnych sterowników.

Elementem decydującym o zastosowaniu tego układu w miejsce znanego już Czytelnikom EP procesora ST62T10 jest wewnętrzna pamięć EEPROM, którą wykorzystano do przechowywania numerów kluczy dostępu. Port transmisji

Tab.1. Układy rodziny Touch Memory

Typ układu	Kod układu	Dodatkowe funkcje
DS1982	09h	EPROM
DA1985	0Bh	EPROM
DS1986	0Fh	EPROM
DS1920	10h	E2PROM, termometr
DS1990A	01h	-
DS1991	02h	NVRAM
DS1992	08h	NVRAM
DS1993	06h	NVRAM
DS1994	04h	NVRAM
DS1995	0Ah	NVRAM
DS1996	0Ch	NVRAM

"Slot" czasowy odczytu bitu danej



Rys. 4. Przebiegi podczas odczytu danej.

szeregowej wykorzystano do realizacji procedury sprzętowego mnożenia binarnego, dzięki czemu możliwym się stało szybkie liczenie sumy kontrolnej CRC.

Wzorcową częstotliwość pracy procesora określa kwarc X1 oraz elementy C1, C2. Kondensator C3 spełnia wraz z wewnętrznym rezystorem, wbudowanym w US1, rolę układu całkującego, który generuje impuls zerujący procesor po włączeniu zasilania.

Transmisja danych pomiędzy procesorem i układem DS1990 odbywa się poprzez dwa wyprowadzenia portu PA (PA0, PA1). Rezystor R1 jest rezystorem podciągającym i przez niego zasilane są dołączane do czytnika pamięci typu Touch Memory.

Rezystor R2 utrzymuje w czasie standardowej pracy czytnika stan logicznej „1” na wejściu portu PB6. Wejście to służy do serwisowego kasowania pamięci EEPROM i jest wyprowadzone tylko na powierzchni płytki drukowanej w postaci odsłoniętego pola lutowniczego. Tuż obok znajduje się drugie pole kontaktowe, na które wyprowadzona została masa zasilania.

Rezystor R3 dołączono do wejścia PC2, które skonfigurowano jak wejście analogowe do wewnętrznego przetwornika A/C. Zadaniem tego rezystora jest utrzymywanie wysokiego napięcia na wejściu portu w czasie normalnej pracy czytnika oraz tworzenie dzielnika napięcia z dodatkowym rezystorem dołączanym do złącza Z11, który spełnia rolę analogowego klucza umożliwiającego dostęp do procedury wymiany kodów zapisanych w pamięci EEPROM. Jako złącze Z11 w wykonaniu modelowym zastosowano standardowe gniazdo minijack-mono. Rolę

klucza spełniał miniaturowy wtyk typu jack z przylutowanym do końcówek rezystorem.

Szczegóły wykonania klucza, doboru jego elementów i postępowania podczas programowania układu przedstawimy w dalszej części artykułu.

Elementem wyjściowym immobilizera jest tranzystor unipolarny T1, którego bramka jest sterowana z portu PC3 poprzez rezystor R5. Możliwe jest oczywiście zastosowanie w miejsce tranzystora BS170 tranzystora bipolarnego (np. BC547, BC337), lecz należy wtedy zwiększyć wartość rezystancji R5 do ok. 3,9..68kΩ. Obwód wyjściowy tranzystora T1 zabezpieczono przy pomocy diody D1, włączonej pomiędzy dodatni biegun zasilania i dren tranzystora.

Układ US2 jest standardowym stabilizatorem małej mocy, który zapewnia odpowiednie warunki pracy procesorowi i układom Touch Memory.

Elementami wykorzystanymi do sygnalizacji stanu immobilizera są diody świecące, zaznaczone na schemacie ideowym przy pomocy szarego pola. Diody te stanowią integralną część głowicy czytnika - połączenie pomiędzy głowicą i płytką drukowaną odbywa się przy pomocy pięciu przewodów, wlutowanych w punkty oznaczone jako A..E. Rezystor R4 ogranicza prąd płynący przez diody świecące.

Montaż i uruchomienie

Immobilizer zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej, której widok znajduje się na wkładce wewnątrz numeru. Rozmieszczenie elementów przedstawia rys.6.

Montaż układu jest dość prosty - niewielka liczba elementów i ich

mała gęstość upakowania pozwoli zakończyć montaż sukcesem także mniej wprawnym konstruktorom. Procesor US1 należy zamontować w podstawie. Jeżeli planujemy stosowanie immobilizera w samochodzie lub jako włącznik elektrycznego zamka na zewnątrz pomieszczenia, lepszym rozwiązaniem jest lutowanie go bezpośrednio w płytkę drukowaną. W takim przypadku pożądane jest także, aby po zmontowaniu i uruchomieniu układu całość pokryć wodoodpornym lakierem bezbarwnym, który zabezpieczy powierzchnię płytki przed wilgocią.

Kwarc X1 należy przed przylutowaniem końcówek położyć na powierzchni płytki drukowanej i przylutować jego obudowę do odsłoniętego pola lutowniczego. Należy zwrócić uwagę, aby maksymalnie ograniczyć czas lutowania, ponieważ kwarcy są mało odporne na przeciążenia termiczne.

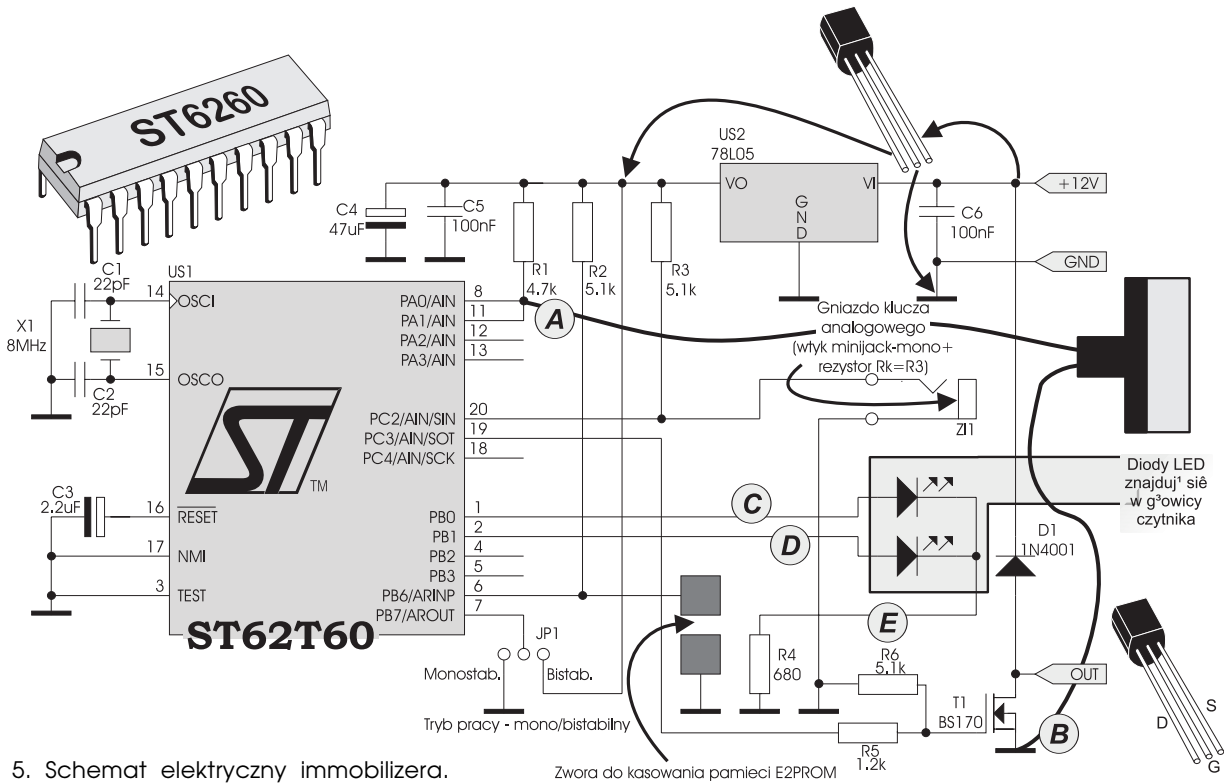
Po zmontowaniu płytki dołączamy do niej głowicę czytnika z wbudowanymi diodami LED. Z głowicy wychodzi 5-żyłowy przewód, którego każdą żyłę dołączamy do odpowiedniego punktu na płytce drukowanej. W głowicy wykorzystanej w modelu kolory przewodów i odpowiadające im punktu były następujące:

- szary (GND) - B;
- biały (Sygnał) - A;
- zielony (LED zielona) - D;
- brązowy (LED czerwona) - C;
- żółty (katody diod LED) - E.

Procesory dostarczane wraz z kitem mają pamięć kodów kluczy pustą. Sygnalizowane to jest szybkim miganiem zielonej diody po włączeniu zasilania. Jeżeli zielona dioda nie miga należy sprawdzić wartość napięcia zasilania na wyjściu stabilizatora US2 i napięcie na wejściu !RESET procesora US1. Nie powinno ono być mniejsze od ok. 3.8V.

Obsługa immobilizera

W tej części artykułu skupimy się na omówieniu sposobów wpisywania kluczy do pamięci immobilizera, ich kasowania, awaryjnego wpisywania nowych kluczy. Przybliżone zostaną także przyjęte przez autora zasady sygnalizacji optycznej przy pomocy diod LED wbudowanych w głowicę czytnika.



Rys. 5. Schemat elektryczny immobilizera.

Zwora do kasowania pamięci E2PROM

Przyjęto, że kasowanie pamięci kodów kluczy można wykonać na dwa sposoby:

- X Standardowy, umożliwiający okresową wymianę kluczy lub wprowadzenie nowych kluczy w przypadku zagubienia jednego z dotychczas posiadanych. Aby wykasować kody starych kluczy z pamięci niezbędny jest jeden z tych kluczy oraz klucz analogowy, którego konstrukcję przedstawimy za chwilę.
- X Awaryjny, który pozwala na usunięcie z pamięci kodów starych kluczy, bez posiadania któregoś z nich. Wykasowanie kodów kluczy w tym trybie wymaga wyjęcia immobilizera z obudowy.

Kasowanie pamięci EEPROM jest sygnalizowane zapaleniem się czerwonej diody LED na ok. 3 sek.

Jeżeli chcemy wykonać kasowanie kodów w trybie standardowym, to należy wykonać do tego celu klucz analogowy, który składa się z wtyku minijack-mono oraz rezystora. Wartość rezystancji tego rezystora można dobrać samodzielnie. Jedynym warunkiem jest, aby była ona identyczna z rezystancją rezystora odniesienia R3. Procesor po wykryciu uprawnionego klucza uruchamia procedurę pomiaru napięcia na wejściu analogowym PC3, którego wartość jest zależna od stosunku rezystancji R3/Rk, gdzie Rk jest wartością rezystancji znajdującej się w kluczu analogowym. Jeżeli napięcie na wejściu PC3 jest równe 2.5V, to uruchamiana jest procedura incjalizacyjna. Ze względu na rozrzuty rezystancji rezystorów, okno napięciowe akceptacji klucza analogowego wynosi ok. 200mV.

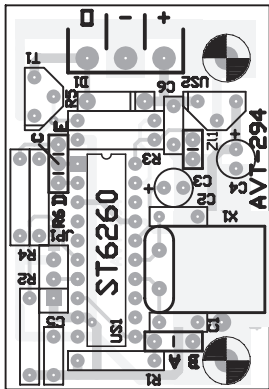
Kasowanie starych numerów kluczy jest sygnalizowane zapaleniem na ok. 3 sek. diody czerwonej, a gotowość do wprowadzenia nowych kluczy sygnalizuje szybkie miganie diody zielonej. W dzielniku napięcia można stosować rezystory z tolerancją max. 5%. Klucz analogowy lub zwarcie styków

serwisowych należy usunąć przed rozpoczęciem normalnej eksploatacji urządzenia!

Jeżeli podczas wprowadzania kluczy do pamięci procesor wykryje błąd transmisji lub próbę wprowadzenia klucza o numerze identyfikacyjnym równym „0” (co może się zdarzyć podczas przypadkowego zwarcia styków głowicy), to na ok. 1 sek. zapala się czerwona dioda informująca o konieczności ponownego przyłożenia klucza do styków czytnika. Poprawny odczyt numeru klucza jest sygnalizowany wolnym miganiem diody czerwonej, które trwa ok. 4..5 sek.

Jeżeli warunki eksploatacji immobilizera wymagają używania dwóch kluczy, to podczas wprowadzania ich do pamięci należy przyłożyć do styków czytnika pierwszy z nich, a po potwierdzającym miganiu diody czerwonej drugi. Poprawne wczytanie jego numeru jest także sygnalizowane przez 4..5 sek. miganiem diody czerwonej. Jeżeli decydujemy się na korzystanie z jednego klucza, to należy go przyłożyć do styków czytnika dwukrotnie.

Po wprowadzeniu kodów kluczy do pamięci procesora rozpoczyna się jego normalna praca. Jeżeli zworka JP1 zwiiera z masą



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

kasowania zawartości pamięci EEPROM służą punkty lutownicze na spodzie płytki drukowanej (rys.7), które należy zewrzeć ze sobą, a następnie zewrzeć styki głowicy czytnika.

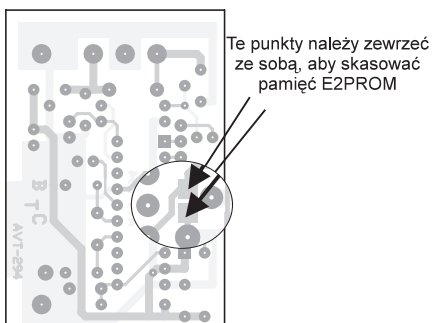
wejście PB7 procesora US1, to pracuje on w trybie monostabilnym - po każdym przyłożeniu uprawnionego klucza do styków czytnika, tranzystor wyjściowy otwierany jest na ok. 10 sek. Stan ten jest sygnalizowany przez ciągłe świecenie diody zielonej.

Jeżeli chcemy korzystać z trybu bistabilnego, to zworka JP1 powinna zwierać wejście PB7 z plusem zasilania. Przyłożenie uprawnionego klucza do styków czytnika spowoduje przełączenie wyjścia procesora do stanu przeciwnego. Stan aktywny wyjścia (T1 otwarty) sygnalizowany jest miganiem zielonej diody, a stan wyłączenia (T1 zatkany) sygnalizuje miganie czerwonej diody. Tryb pracy można zmieniać dowolną liczbę razy i nie wymaga to zerowania procesora.

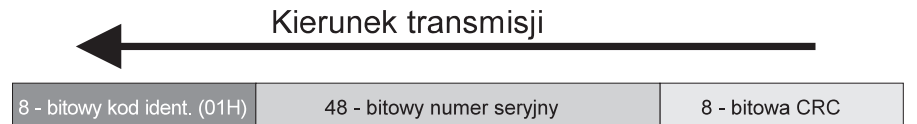
Jeżeli do pamięci zostały wpisane kody kluczy, a następnie zaniknie zasilanie, to po jego włączeniu klucze zostają przepisane do bufora w pamięci RAM i traktowane jako wzorce. Immobilizer informuje użytkownika o wpisanych do pamięci kluczach naprzemiennym miganiem diody czerwonej i zielonej przez ok. 5 sek. po włączeniu zasilania, po czym rozpoczyna normalną pracę.

Uwagi końcowe

Rodzina Touch Memory składa się z kilku typów układów. Konstrukcja immobilizera pozwala na stosowanie dowolnego z tych układów jako klucza, przy czym w bardziej rozbudowanych układach (z wewnętrzną pamięcią EEPROM lub EPROM, zegarem, termometrem itp.) wykorzystane będą tylko bajty tworzące numer seryjny. W każdym z układów tej rodziny (tab.1) składa się on z trzech obszarów (rys.8):



Rys. 7. Umieszczenie punktów serwisowych na płytce drukowanej.



Rys. 8. Kolejność przesyłania zawartości pamięci Touch Memory.

- pierwszy przesyłany bajt oznacza typ układu Touch Memory, (w przypadku DS1990 jego wartość wynosi 01H, w układzie DS1991 ma on wartość 02H i odpowiednio dla DS1992 08H, dla DS1993 06H, dla DS1994 04H);
- sześciobajtowy numer seryjny, który jest niepowtarzalny, a jego wartość określa producent układu;
- jednobajtową sumę kontrolną CRC zależną od wartości bajtów wchodzących w skład numeru seryjnego i identyfikatora układu.

Tak więc dopuszczalne jest stosowanie jako kluczy dowolnej kombinacji układów prezentowanych w tab.1.

W przypadku, gdy głowica czytnika będzie montowana w dużej odległości od płytki procesora mogą pojawić się błędy podczas transmisji danych. Należy wtedy zmniejszyć nieco wartość rezystancji R1 (np. do 3.3kΩ), co spowoduje, że większa pojemność obciążenia będzie się szybciej ładowała przez ten rezystor. Stała czasowa tego układu ma dość istotne znaczenie dla jakości transmisji, a więc należy zwrócić uwagę na optymalne dobranie wartości tego rezystora do długości stosowanego kabla.

W immobilizerze AVT-292 zastosowano na wejściu czytnika układ zabezpieczający w postaci transila o napięciu progowym 6.8V. Prowadzone później próby dowiodły, że procesory ST62 mają wbudowane dość skuteczne diodowe układy zabezpieczające. Jeżeli układ będzie stosowany w środowisku silnie elektrostatycznym dobrze jest zastosować transil włączony równolegle pomiędzy połączone ze sobą piny 8 i 11 US1, a masę zasilania.

Bardzo ważne dla prawidłowej pracy układu jest, aby zworka JP1 była zwarta w jednej z dwóch możliwych pozycji roboczych. Układ US1 ma, na wyprowadzeniach skonfigurowanych jako wejścia, wewnętrzne aktywne pullupy. Jednak

duża wartość symulowanej rezystancji (powyżej 50kΩ) powoduje, że wejścia te są czułe na bliskie pola magnetyczne i elektryczne. Położenie tej zworki można oczywiście zmieniać w czasie pracy układu. Istotne jest tylko to, aby wybór trybu pracy był jednoznacznie określony wybranym położeniem zwieracza.

W egzemplarzu modelowym jako złącze klucza analogowego zastosowano standardowe gniazdo minijack-mono. Możliwe jest oczywiście, zwłaszcza w samochodach, zastosowanie dowolnego włącznika, który będzie zwierzał rezystor Rk do masy. Sposób ukrycia gniazda lub włącznika klucza kodowego jest dowolny, pozostawiamy go wyobraźni użytkownikom. Jest też możliwe zrezygnowanie z niego w ogóle, ponieważ wymiany kodów kluczy można wykonać w trybie serwisowym.

Piotr Zbysiński, AVT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 4,7kΩ
- R2, R6: 5,1kΩ
- R3: 5,1kΩ(*)
- R4: 680Ω
- R5: 1,2kΩ
- Rk: 5,1kΩ(*)

Kondensatory

- C1, C2: 22pF
- C3: 2,2μF/10V
- C4: 47μF/10V
- C5, C6: 100nF

Półprzewodniki

- D1: 1N4001
- T1: BS170, BSS98 lub podobny
- US1: ST62T60B - zaprogramowany
- US2: 78L05
- DS1990A z zawieszkami 2 szt.

Różne

- X1: 8MHz
- Z1: gniazdo+wtyk minijack mono
- JP1: jumper+goldpiny 2x3
- Czytnik z wbudowaną diodą dwukolorową LED
- (*) wartości tych elementów można dobrać indywidualnie w zakresie 680Ω..10kΩ