

# AutoCerber

## AVT-585



*Projekty dobrych urządzeń strzegących samochody są i niestety chyba zawsze będą „na czasie”. Co więcej, własny alarm to dla elektronika niemalże punkt honoru. Bezgraniczna ufność w urządzenie z rynku to dla nas przecież jak powierzanie roli stróża własnego domu psu znajomego.*

**Rekomendacje:** urządzenie polecamy właścicielom samochodów, którzy chcą chronić swój pojazd w sposób nietypowy, zwiększający tym samym skuteczność działania zabezpieczenia.

Autoalarm to pierwsza funkcja, jaką budowany układ miał spełniać. W procesie twórczym ta podstawowa rola została jednak zepchnięta na margines. Cerber okazał się bowiem całkiem chętny do tresury – udało się nauczyć go nawet kilku sztuczek. Dzięki temu nasz stróż szczeka tylko na zawołanie, jest bardzo pracowity, dużo rozumie i mało je.

Mimo że prezentowane w artykule urządzenie z wyglądu nie przypomina psiego stróża i ugryźć nie ma czym, to w porównaniu z czworonogiem oferuje kilka zalet. Założeniami przyjętymi przy jego opracowaniu były możliwie niskie koszty i zastosowanie w samochodzie pozbawionym jakichkolwiek elektronicznych zabezpieczeń antykradzieżowych. Wynikiem jest układ będący inteligentnym alarmem z czujnikiem wstrząsowym, sterownikiem centralnego zamka i prostym immobilizerem. Co więcej, jako klucz wykorzystywana jest... telefoniczna karta chipowa.

### Czemu akurat tak?

Zintegrowanie wyżej wymienionych bloków w jednym urządzeniu ma kilka zalet. Po pierwsze, daje możliwość związania wszystkich funkcji ze sobą, nie ma problemów dotyczących łączenia rozproszonych części systemu, a przy tym układ jest tani. Do wad należy zaliczyć fakt, że zepsucie urządzenia pociąga za sobą wyłączenie wszystkich funkcji, układ powinien być zatem odporny na wpływ środowiska, a przede wszystkim na użytkownika.

Wątpliwość, choć chyba bezpodstawną, może budzić zastosowanie karty chipowej jako klucza. Istnieje przynajmniej kilka powodów, dla których takie rozwiązanie powinno jednak jawić się jako całkiem atrakcyjne. Znow należałoby zwrócić uwagę na ekonomię – zużyte karty telefoniczne to w zasadzie śmieci, natomiast ich gniazdo kosztuje niewiele. Dla odmiany tory radiowe są dosyć drogie, przy tym np. zgubienie pilota wiąże się z dosyć dużymi kosztami lub wymianą urządzenia na nowe. Oprócz tego układy odbiorników radiowych pobierają względnie

duży prąd spoczynkowy, a piloty wymagają baterii. To jednak nie wszystko, samochód otwierany na kartę ma jeszcze jedną zaletę – mało kto taki posiada.

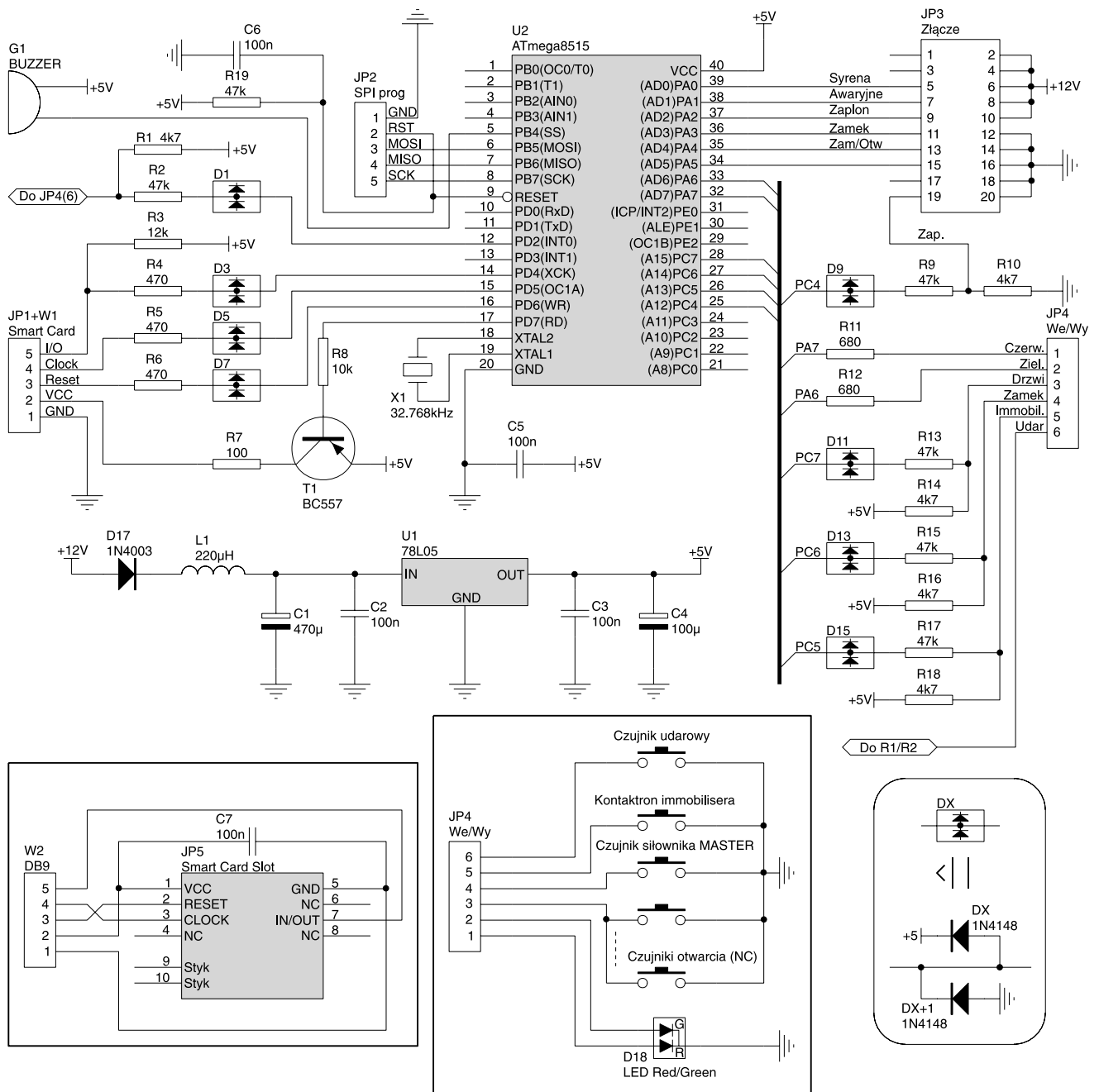
### Robimy Cerberowi sekcję

Na **rys. 1** przedstawiono schemat części sterującej urządzenia, natomiast **rys. 2** obrazuje jego część wykonawczą. Układ został podzielony na dwa bloki, nie tylko dla wygody jego przedstawienia, ale również dlatego, że w praktyce został on wykonany na dwóch osobnych obwodach drukowanych. Było to podyktowane chęcią zmniejszenia wpływu zakłóceń generowanych w części wykonawczej na układ sterujący.

Serce Cerbera tyka z częstotliwością kwarcu zegarkowego (32 kHz) i jest oparte na mikrokontrolerze AVR – ATmega8515 (U2). Tak niska częstotliwość jest zupełnie wystarczająca, do tego zastosowania, gwarantując bardzo niski pobór prądu (rzędu 60  $\mu$ A według noty katalogowej – znacznie więcej prądu pobierają diody LED i czujniki). Mikrokontroler zbiera dane z czujników i w zależności od dostarczanych przez nie sygnałów i trybu działania wypracowuje stany wyjść.

Wszelkie wejścia (oraz wyjścia do gniazda kart chipowych) są podłączone do układu poprzez zabezpieczenia mające postać rezystorów szeregowych (np. R2) i dwóch diod łączonych zaporowo do przeciwnych biegunów zasilania (np. D1 i D2). Zmniejsza to ryzyko śmierci Cerbera wskutek próby porażenia go wysokim napięciem. Niektóre z wyprowadzeń podciągane są również poprzez dodatkowe rezystory do danego bieguna zasilania, zależnie od charakteru wejścia.

W dolnej części schematu z **rys. 1**, w dwóch osobnych ramkach przedstawiono sposób podłączenia do układu gniazda kart chipowych (z lewej) oraz wszystkich czujników (o charakterze wyłączników) i diody LED (z prawej strony). W praktyce najczęściej zdarza się, że wszelkie czujniki w samochodzie są

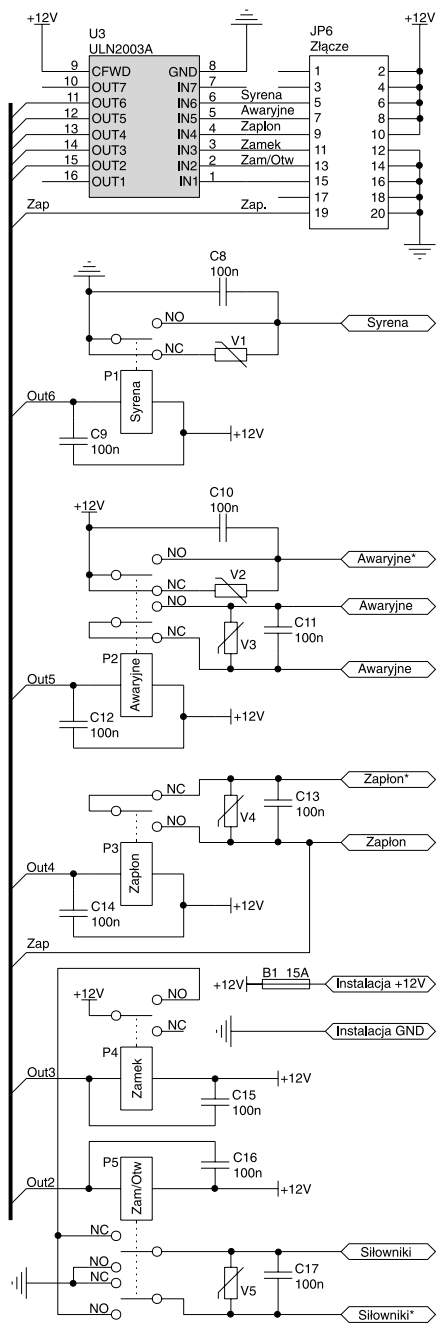


Rys. 1. Schemat układu sterującego

jednym wyprowadzeniem na stałe łączone z masą, tj. z karoserią (pozwala to zaoszczędzić na jednym przewodzie) i ten pomysł wykorzystamy w naszym urządzeniu. Czujnik immobilizera, który ma postać kontaktronu (lub ukrytego klawisza), oraz czujnik zamknięcia siłownika głównego („master”) należy zatem jednym końcem uziemić, a drugim połączyć z układem. Dostępne na rynku czujniki udarowe (wykrywacze wstrząsów) także mają najczęściej wyjście aktywne stanem niskim (urządzenie takie można zrobić oczywiście nawet samemu,

a jeśli je pominiemy, to układ również będzie działał poprawnie, choć pozbawimy go dość ważnego zmysłu). Do części sterującej urządzenia podłączana jest za pomocą złącza JP3 część wykonawcza z rysunku 2. Układ U3 jest scaloną matrycą tranzystorów w konfiguracji Darlingtona, z szeregowymi rezystorami bazy i wyjściowymi diodami blokującymi (*clamp diodes*). Wyjścia mikrokontrolera są zatem buforowane i za ich pomocą steruje się stycznikami. Przełącznik P1 przełącza syrenę (lub klakson) poprzez zwieranie jednego z jej

wyprowadzeń do masy (a zatem syrena musi być na stałe połączona jednym przewodem do zasilania – tak zazwyczaj rozwiązane jest zasilanie klaksonu). Dziwić może natomiast zastosowanie podwójnego przełącznika P2 do sterowania światłami awaryjnymi. Niestety czasem zdarza się, że światła te są włączane nie tylko poprzez podłączenie zasilania do ich przerywnika, ale również poprzez dodatkowe zwarcie innego obwodu (przełącznik światel awaryjnych na tablicy rozdzielczej bywa podwójny). Należy zwrócić szczególną uwagę na rozróżnie-



Rys. 2. Schemat układu wykonawczego

nie styków przekaźnika P3 na „zapłon” i „zapłon\*”. Powód tego rozdzielania jest prosty – z wejścia „zapłon” brany jest sygnał informujący mikrokontroler o załączeniu przez kierowcę stacyjki. Przełącznik P3 powinien zatem rozłączać obwód zasilający cewkę zapłonową w taki sposób, aby wyprowadzenie „zapłon” było dołączone od strony stacyjki, natomiast styk „zapłon\*” od strony układu zapłonowego.

Dostępne w sklepach motoryzacyjnych siłowniki posiadają dwa

przewody zasilające (dla typu „master” także przewody czujnika zamknięcia), od polaryzacji których zależy, czy urządzenie zamyka, czy otwiera drzwi. Aby uzyskać możliwość zmiany biegunowości, potrzebny jest jeden przekaźnik podwójny (P5) do wspomnianej zmiany polaryzacji i jeden pojedynczy (P4) do włączenia zasilania tego pierwszego. W cyklu otwierania lub zamykania zamków w pierwszej kolejności ustalany jest kierunek działania siłownika poprzez nastawę przekaźnika P5, a następnie na krótki okres zwierane są styki przekaźnika P4.

Część wykonawcza urządzenia została najeżona kondensatorami o niewielkiej pojemności i warystorami na zestykach przekaźników. Powoduje to odpowiednio złagodzenie stromości zboczy i zmniejszenie amplitudy generowanych w układzie zakłóceń impulsowych, powstających w trakcie przełączania. W ten sposób układ stał się bardziej przyjazny otoczeniu, a w szczególności mikrokontrolerowi, który, jeśli umieścić go blisko źródła szybkozmiennych zakłóceń, wprost uwielbia samoczynnie się zerować.

### Sprytnie karty

Wykorzystywane do sterowania urządzeniem telefoniczne karty chipowe są określane angielskim mianem *Smart Card*. Jak się okazuje, każda taka karta zawiera unikalny, czterobajtowy numer seryjny, dane o państwie pochodzenia, jej wydawcy i liczbie pozostałych jednostek. Są tu też i inne ciekawe informacje. Jeśli weźmiemy pod uwagę prostotę algorytmu odczytu zawartości tych kart, dojdziemy do wniosku, że są one wprost idealnym zamiennikiem blaszanego klucza.

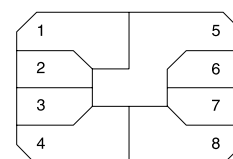
Na rys. 3 został przedstawiony rozkład wyprowadzeń karty wg normy ISO 7816-2. Jak widać, chip wykorzystuje tylko pięć z ośmiu możliwych pinów, jest zasilany napięciem 5V, a dane wyprowadzane są z niego synchronicznie poprzez linię *Input/Output* w takt sygnału na wejściu zegarowym *Clock*.

Dla naszych potrzeb wymagana jest jedynie znajomość algorytmu odczytu karty – odpowiedni diagram czasowy został przedstawiony na rys. 4. Aby odczytać ko-

lejne bity zawartości karty, należy w pierwszej kolejności podać sygnał zerujący. W czasie jego trwania narastające zbocze na wejściu zegarowym powoduje wyzerowanie wewnętrznego licznika adresu. Po deaktywacji linii zerującej każde narastające zbocze zegarowe powoduje inkrementację licznika adresu, a każde opadające wypisuje kolejne bity stanowiące zawartość pamięci karty, poczynając od bitu najstarszego. Tutaj jedna uwaga – licznika adresu nie można wyzerować powyższym algorytmem, jeśli ma on wartość mniejszą niż 8. Nie można go też dekrementować w jednym kroku.

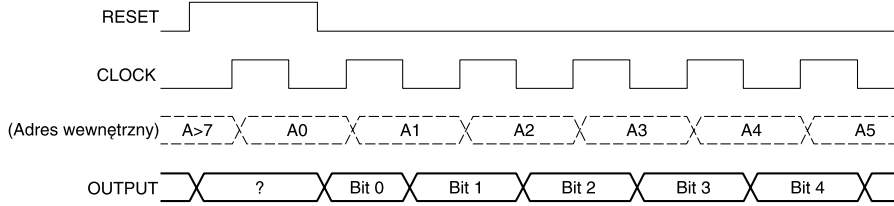
Pomimo tego, że gniazda kart chipowych posiadają zazwyczaj stykczniki, które zawierają się, gdy karta zostaje włożona, to w praktyce lepiej ich nie wykorzystywać. Jak się okazuje, dość szybko zużywają się one poprzez wygięcie i są jedynie źródłem niepotrzebnych kłopotów. Znacznie lepiej jest co jakiś czas badać obecność karty próbą odczytu kilku kolejnych bajtów, polegającą na sprawdzeniu, czy otrzymujemy wartości różne od samych jedynek lub samych zer. Przy okazji pozwala to na wykluczenie możliwości przypadkowego dopisania do pamięci karty pustej (spalonej) oraz... błędów w działaniu urządzenia spowodowanych zalaniem gniazda.

Karty telefoniczne posiadają zazwyczaj 16 bajtów (128 bitów) danych, które możemy odczytać opisanym wcześniej sposobem. Pomimo tego, nasz układ będzie pobierał 64 bajty na wypadek zastosowania karty innej niż telefoniczna. Więcej informacji na temat chipowych kart telefonicznych można znaleźć w Internecie pod adresem: [http://www.epanorama.net/documents/smartcard/how\\_chips\\_work.txt](http://www.epanorama.net/documents/smartcard/how_chips_work.txt)



1: Vcc (5V) 5: GND  
2: Reset 6: n/c  
3: Clock 7: In/Out  
4: n/c 8: n/c

Rys. 3. Wyprowadzenia karty chipowej (Smart Card)



Rys. 4. Diagram czasowy algorytmu odczytu zawartości karty

**Sprawy sercowe**

Program sterujący pracą układu został napisany dla wygody w języku Bascom AVR. Zajął on mniej niż połowę pamięci Flash mikrokontrolera, a zatem zostało szerokie pole manewru dla osób pragnących dopisać funkcje dodatkowe. W końcowym fragmencie artykułu zajmiemy się możliwościami programu, którego kod wyników oraz źródła opatrzone komentarzami można znaleźć pod adresem: <http://www.polsl.gliwice.pl/~rufus/autocerber.zip>.

W tym miejscu powiemy o programowaniu mikrokontrolera przy użyciu interfejsu SPI. Trzeba pamiętać o odpowiednim zaprogramowaniu bitów bezpiecznikowych (szczegóły w pliku kodu źródłowego), ale należy zrobić to dopiero po zaprogramowaniu pamięci Flash. Jak się okazało, programator PonyProg nie potrafi programować układu działającego z częstotliwością kwarcu zegarkowego i możliwe było jego zaprogramowanie tylko wówczas, kiedy bity bezpiecznikowe były jeszcze fabrycznie ustawione na wewnętrzny generator o częstotliwości 1 MHz. Stanowi to pewne utrudnienie, ponieważ jeśli coś pójdzie źle, to aby możliwe było ponowne zaprogramowanie układu (którego bity bezpiecznikowe przestawiliśmy już na kwarc 32 kHz), musimy do niego dołączyć zewnętrzny multiwibrator o częstotliwości rzędu 100 kHz (sygnał należy podać na wyprowadzenie XTAL1 mikrokontrolera – nie koliduje to z kwarcem i umożliwia przeprogramowanie). Jeśli jednak programujemy układ poza urządzeniem (np. w programatorze równoległym), to po jego zaprogramowaniu należy jak najszybciej odłączyć zasilanie (do 5 sekund). Wiąże się to z funkcją programu, która przy pierwszym uruchomieniu sprawdza zawartość pamięci i jest w stanie zmienić

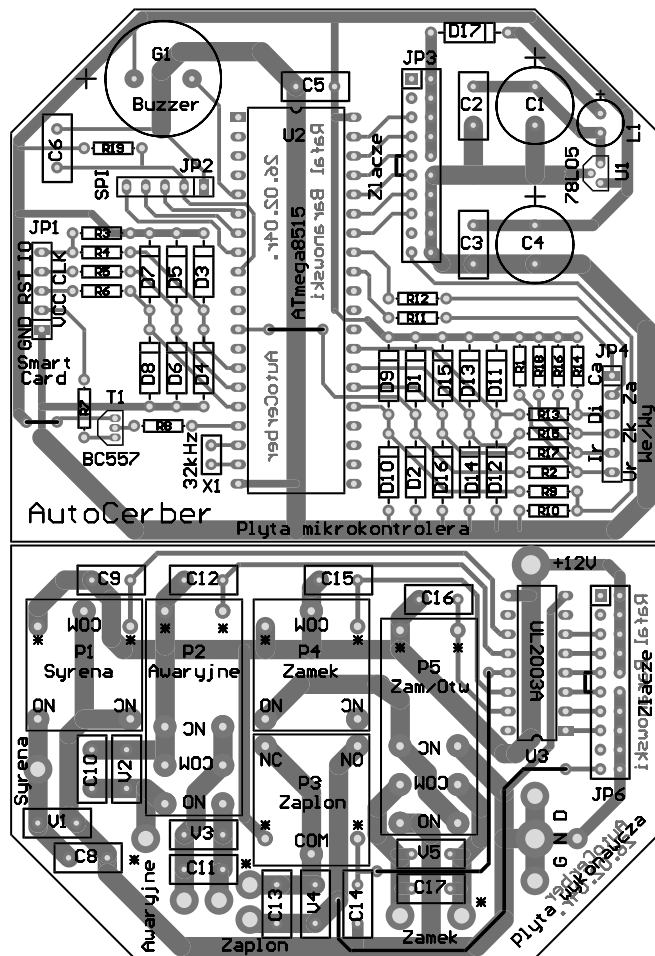
jej zawartość, jeśli układ wykryje włożenie karty (to może zostać fałszywie wykryte na skutek zakłóceń pojawiających się na „wyszących” wejściach mikrokontrolera programowanego poza układem AutoCerbera).

**Montaż układu**

Znamy już całą teorię, pozostaje tylko układ zmontować. Na rys. 5 przedstawiony został wygląd obwodów drukowanych, które zostały zaprojektowane tak, aby urządzenie mogło zmieścić się w plastikowej obudowie typu Z-50 (fot. 1).

Obie części funkcjonalne układu łączone są ze sobą za pomocą

taśmy i wtyków na niej zaciskanych. Przewody zasilające urządzenie (szczególnie łączenie z masą) powinny być możliwie krótkie i odpowiednio grube (układ może pobierać duże prądy przy sterowaniu siłownikami i światłami awaryjnymi). Konieczny jest również bezpiecznik B1, który można wraz z gniazdem przymocować do obudowy całego urządzenia. Jego wartość należy dobrać zależnie od sumy prądów pobieranych przez przełączane odbiorniki (siłowniki, światła awaryjne i klakson). Większość przewodów jest wyprowadzana z obwodów drukowanych za pomocą jednorzędowych złączy do krępowania (dla kabli sygnałowych), niektóre są natomiast bezpośrednio wlutowane w obwód (w przypadku przewodów mocy). W urządzeniu prototypowym prawie wszystkie kable wychodzące z obudowanego urządzenia zostały zakończone wtykami samochodowymi, które umożliwiają łatwy montaż układu w miejscu docel-



Rys. 5. Rozkład elementów na obwodach drukowanych



Fot. 1. Sposób rozmieszczenia elementów urządzenia w obudowie Z-50



Fot. 2. Układ wmontowany i połączony z instalacją samochodu

wym (fot. 2). Jedynym wyjątkiem jest tutaj przewód łączący układ z gniazdem kart – dla niego przewidziano złącza typu DB-9.

Jak już powiedziano, urządzenie podzielone zostało na dwie części w celu zminimalizowania wpływu zakłóceń impulsowych na mikrokontroler. Aby zabezpieczyć układ jeszcze bardziej, część sterującą można zamknąć w pudełku z blachy przeciwzakłócenowej lub ze sklejki kilku warstw folii aluminiowej i papieru (fot. 3). Obudowę taką należy następnie uziemić w przeznaczonym do tego miejscu na płycie wykonawczej (GND). Dobrym pomysłem może okazać się zabezpieczenie amatorskiego obwodu drukowanego choćby poprzez jego pomalowanie (jak się okazało, w urządzeniu modelowym ścieżki zaśnieżyły już niewiele po ponad pół roku użytkowania).

### Zakuwamy stróża w łańcuchy

Gniazdo kart chipowych powinno być umieszczone w miejscu możliwie niewidocznym, a przy tym takim, które można w zimie łatwo odsnieżyć i w którym nie zbiera się woda (przykładowo może to być szczelina drzwiowa, przerobiona klamka itp.). Jego wyprowadzenia powinny być łączone z układem przewodem ekranowanym, którego ekran winien być zwarty w jednym punkcie z masą (najlepiej do układowego przewodu masy, w miejscu jego łączenia z urządzeniem). Jako wyłącznik immobilizera najlepiej jest zastosować kontaktron, którego jedno z wyprowadzeń łączymy z masą, a drugie z układem. Aby zabezpieczenie to miało sens, należy taki stycznik dobrze ukryć, przy-

kładowo za częścią deski rozdzielczej lub nawet pod wykładziną. Zamiast podanego rozwiązania można oczywiście zastosować ukryty wyłącznik chwilowy lub nawet wykorzystać któryś z gotowych styczników (przykładowo, deaktywacją immobilizera może być naciśnięcie guzika włączającego spryskiwacz szyb).

Choć montaż centralnego zamka może wydawać się sprawą skomplikowaną, to w rzeczywistości nie jest on trudny. Podnośniki można zdobyć w sklepach motoryzacyjnych lub na stronach aukcji internetowych za niewielkie pieniądze. Koszt ich zakupu może okazać się nawet znacznie mniejszy niż koszt montażu siłowników w warsztacie – warto więc zrobić to samemu. Zamontowanie podnośnika polega jedynie na przytworzeniu go do wnętrza drzwi i założeniu łącznika pomiędzy metalowym prętem „grzybka” blokującego zamek a samym siłow-

nikiem (wszystkie części znajdują się zazwyczaj w zakupionym zestawie). Zamontowane podnośniki należy połączyć równolegle i dołączyć do układu sterującego w taki sposób, aby zwarcie wyjścia sterującego „siłowniki\*” do masy oraz wyprowadzenia „siłowniki” do zasilania powodowało zamykanie wszystkich drzwi. Uwaga: siłownik w drzwiach kierowcy powinien być typu „master” (z czujnikiem położenia), reszta typu „slave”.

Urządzenie prototypowe zostało zamontowane w Fiacie 126p. Gniazdo kart chipowych umieszczono w dość nietypowym miejscu, bo w górnej części bocznego wlotu powietrza chłodzącego silnik (fot. 4). Wybór okazał się całkiem trafny, bowiem nawet w trakcie ulewnych deszczy i najsroźszej zimy nie było z otwieraniem żadnych problemów (dla pełnej szczerości – Cerberowi tylko raz przytrafiła się chwilowa niedyspozycja związana z zamkniętym po długiej jeździe gniazdem, ale to przy zamykaniu samochodu). Jedyną trudnością okazało się wmontowanie siłowników, gdyż drzwi „malucha” są dosyć wąskie i bez odpowiednio krótkich śrubokrę-

**Aby układ pracował poprawnie, należy odpowiednio zaprogramować bity bezpiecznikowe (fuses):**

S8515	=1	
WDTON	=0	(Watchdog always ON)
SPIEN	=0	
CKOPT	=0	(Internal capacitors enabled)
EESAVE	=1	
BOOTSZ1..0	=00	
BOOTRST	=1	
BODLEVEL	=0	(Reset if Vcc < 4.2V)
BODEN	=0	(Brown-out detector enabled)
SUT1..0	=00	(Fast rising power / BOD enabled)
CKSEL3..0	1001	(Low frequency crystal)

W przypadku użycia do programowania Bascoma, ustawienia te powinny zaprogramować się automatycznie.



Fot. 3. Urządzenie rozłożone

tów instalacja ta wymagała sporej gimnastyki rąk. Schemat połączeń dokonanych w samochodzie został przedstawiony na schematach dołączonych do archiwum pod adresem <http://www.polsl.gliwice.pl/~rufus/autocerber.zip> i zamieszczonych na płycie CD-EP7/2004B.

### Oswajanie Cerbera

Przy pierwszym uruchomieniu zmontowanego i zaprogramowanego układu urządzenie wchodzi w tryb wpisywania nowych kart dostępu (o ile wewnętrzna pamięć EEPROM jest pusta, tj. wypełniona jedynkami). Należy zatem włożyć kolejno dwie karty, których poprawny wpis zasygnalizuje za każdym razem dźwięk buzzera. Po tej operacji urządzenie staje się w pełni zaprogramowane i przechodzi do normalnej pracy. Należy wspomnieć również o możliwości nadpisania nowej karty zamiast jednej z używanych (którą przykładowo zgubiliśmy). Aby tego dokonać, wystarczy zdeaktywować immobilizer, załączyć stacyjkę, pozostawić otwarte drzwi i wówczas, jeśli włożymy kartę zapasową, po sygnale możemy już włożyć nową kartę, która zostanie nadpisana na zagubioną (która była parą dla karty zapasowej).

Zwykła funkcja alarmu zostaje aktywowana (deaktywowana) włożeniem odpowiedniej karty chipowej. Operacja ta powoduje jednocześnie zamknięcie (otwarcie) centralnego zamka (wszystko pod warunkiem, że auto jest zamknięte). W czasie czuwania układ reaguje na wstrząsy, otwarcie drzwi, włączenie stacyjki, wprowadzenie nieprawidłowej karty, a nawet na otwarcie „grzybka” w drzwiach kierowcy (układ automatycznie zamyka auto z powrotem i załącza chwilowo alarm). Co więcej,



Fot. 4. Gniazdo kart wmontowane w plastikową atrapę wlotu powietrza (Fiat 126p)

urządzenie posiada zabezpieczenie polegające na zapamiętywaniu alarmu na wypadek próby chwilowego wyłączenia zasilania. Poza tym, układ działa bardzo podobnie jak alarm fabryczny (migająca dioda, mruganie świateł awaryjnych przy otwieraniu i zamykaniu, piski buzzera będące sygnałami potwierdzającymi wykonanie polecenia itp.). Wyłączenie wyjącego alarmu polega na wprowadzeniu do gniazda poprawnej karty.

Funkcja immobilizera wymaga od kierowcy zbliżenia magnesu do kontaktronu przed załączeniem stacyjki. Po deaktywacji zapala się zielona dioda sygnalizacyjna i można przystąpić do załączenia zapłonu (jest na to 15 sekund). Włączenie stacyjki powoduje dodatkowo automatyczne zamknięcie drzwi, co w dzisiejszych czasach może być funkcją dość przydatną. Tymczasem wyobraźmy sobie, że chcemy ukraść własne auto – udało nam się nawet osiąść kluczyki wraz z kartą, której sztukę używaliśmy jakimś cudem opanowaliśmy. Kiedy dostaniemy się do samochodu, czeka nas dodatkowa niespodzianka. Po włączeniu stacyjki przy aktywnym immobilizerze, auto nie odmówi nam uruchomienia silnika, jedynie włączy czerwoną diodę, nie wydając z siebie przy tym żadnych dźwięków. Niestety, już po 15 sekundach jazdy samochód stanie (wyłączony zostanie zapłon), załączy się syrena, światła awaryjne i na dodatek nie będziemy mogli się w aucie zamknąć, gdyż siłowniki nam na to nie pozwolą. Jeśli zdarzy się to przez przypadek, wystarczy zdeaktywować immobilizer i wszystko wróci do normy.

W czasie postoju przy wyłączonym alarmie i w czasie jazdy prawidłowo pracuje również centralny zamek, tzn. wszystkie siłowniki nadążają za zmianami siłownika głównego (przy kierowcy). Co więcej, program posiada zabezpieczenia minimalizujące ryzyko wyłączenia zapłonu w trakcie jazdy w wyniku wyzerowania mikrokontrolera. To samo zabezpieczenie przywraca układ do stanu czuwania, jeśli oczywiście urządzenie znajdowało się w tym trybie, zanim w działaniu nastąpiło zakłócenie. Stabilność pracy systemu zapewnia czuwają-

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

R1, R10, R14, R16, R18: 4,7kΩ  
R2, R9, R13, R15, R17, R19: 47kΩ  
R3: 12kΩ  
R4...R6: 470Ω  
R7: 100Ω  
R8: 10kΩ  
R11, R12: 680Ω

#### Kondensatory

C1: 470μF/25V  
C2, C3, C5...C17: 100nF  
C4: 100μF/16V

#### Półprzewodniki

D1..D16: 1N4148  
D17: 1N4003  
D18: LED dwukolorowa, wspólna katoda  
T1: BC557  
U1: 78L05  
U2: ATmega8515 zaprogramowany  
U3: ULN2003A

#### Różne

L1: dławik np. 220μH  
V1..V5: np. JVR 7N330K  
X1: kwarc 32768Hz  
G1: buzzer 5V  
B1: bezpiecznik, np. 15A  
P1, P3, P4: np. RA2-3082 (Relpol)  
P2, P5: np. RM 94P-12-S (Relpol)  
JP1: gniazdo i wtyk SIP5  
JP2: gniazdo SIP5  
JP3, JP6: gniazdo wannowe i wtyk zaciskany na taśmę 20pin  
JP4: gniazdo i wtyk SIP6  
JP5: gniazdo SmartCard  
W1: gniazdo DB9 z obudową  
W2: wtyk DB9 z obudową  
Obudowa Z-50

cy, wbudowany w mikrokontroler *Watchdog*, a zasilanie kontroluje wewnętrzny detektor (*Brown-out Detector*). Praktycznie nie musimy się zupełnie martwić o to, że Cerber nas sam z siebie ugryzie. Należy jedynie przyzwyczać się do pułapkowego działania immobilizera – na szczęście już po kilku porannych arciach pod domem Cerber (a może jego pan?) staje się bardziej posłuszny.

**Rafał Baranowski**  
[rufus@polsl.gliwice.pl](mailto:rufus@polsl.gliwice.pl)

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: [pcb.ep.com.pl](http://pcb.ep.com.pl) oraz na płycie CD-EP7/2004B w katalogu PCB.