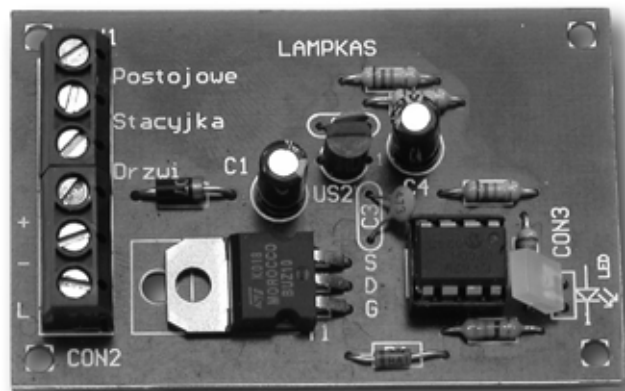


# Inteligentny sterownik oświetlenia wnętrza samochodu

## AVT-528

*Wsiadając do samochodu nocą, często po omacku szukamy stacyjki, bo po zamknięciu drzwi lampka oświetlająca wnętrze kabiny natychmiast gaśnie. Można oczywiście pozostawić otwarte drzwi, ale w czasie mrozu, czy opadów deszczu nie jest to przyjemne. W większości nowych samochodów są zainstalowane układy sterujące wewnętrznym oświetleniem tak, że lampka gaśnie stopniowo i z pewnym opóźnieniem, jednak użytkownicy kilkuletnich samochodów są pozbawieni takich udogodnień.*

**Rekomendacje:** *jest to bez wątpienia jeden z bardziej przydatnych samochodowych „gadżetów”. Polecamy go wszystkim posiadaczom starszych samochodów, a także tym konstruktorom-elektronikom, którzy chcą poznać tajniki sterowania PWM.*



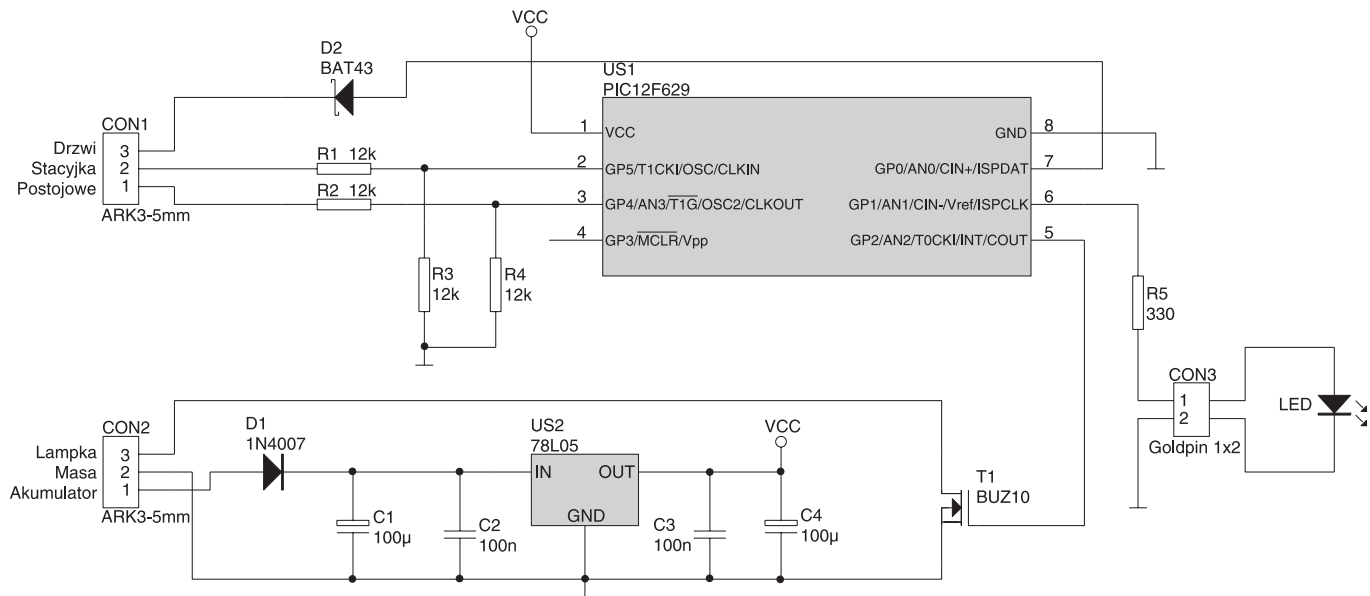
Prezentowany w artykule sterownik lampki powoduje przedłużenie czasu jej świecenia po zamknięciu drzwi, co ułatwia włożenie kluczyka do stacyjki i zapięcie pasów. Po zamknięciu drzwi światło świeci się jeszcze przez 30 sekund, jeśli jednak w tym czasie zostanie włączony zapłon (na wyjściu stacyjki pojawi się napięcie), to światło zostanie natychmiast wyłączone. Włączenie i wyłączenie światła jest wykonywane płynnie, poprzez stopniowe jego zapalenie i wygaszanie. Ponadto sterownik wyposażono w funkcję ochrony akumulatora przed rozładowaniem - w przypadku, gdy drzwi pozostaną otwarte zbyt długo (na przykład przez całą noc) może nastąpić całkowite rozładowanie akumulatora. Sterownik zapobiega takiej sytuacji, wyłączając światło po 150 sekundach od otwarcia drzwi. Aby ponownie włączyć światło należy drzwi zamknąć i ponownie otworzyć. Dodatkową funkcją sterownika jest włączenie lampki po wyłączeniu silnika. Lampka jest włączana na 30 sekund w przypadku wyłączenia stacyjki, gdy były zapalone światła postojowe.

Ostatnią funkcją, niezwiązaną ze sterowaniem oświetleniem, jest symulacja alarmu. Sterownik został wyposażony w diodę świecącą, która przy wyłączonej stacyjce błyska z częstotliwością 1 Hz, a po włączeniu stacyjki jest wyłączana.

### Budowa

Schemat elektryczny sterownika lampki samochodowej przedstawiono na rys. 1. Jego głównym elementem jest układ US1. Jest to mikrokontroler PIC12F629. Sygnał zegarowy mikrokontrolera może pochodzić z wewnętrznego generatora RC. Jego częstotliwość wynosi około 4 MHz, i może być kalibrowana w 32 krokach, poprzez wpis odpowiedniej wartości do rejestru *OSSCAL*. Mikrokontroler zawiera dwa timery oraz układ *Watchdog*, który umożliwia restart procesora w przypadku jego zawieszenia. Ponieważ wejście zerujące mikrokontroler może pracować także jako wejście cyfrowe, w procesorze zawarty jest układ zerujący, który wyzeruje mikrokontroler, jeśli napięcie zasilania jest mniejsze niż 2 V. Nie ma więc konieczności stosowania zewnętrznego układu zerującego.

W prezentowanym układzie mikrokontroler jest taktowany z wewnętrznego generatora, gdyż nie jest wymagana duża stabilność częstotliwości sygnału zegarowego, także sygnał zerujący jest generowany przez wewnętrzne moduły procesora. *Watchdog* jest uaktywniany, co sprawia, że w przypadku zawieszenia się procesora jego prawidłowa praca zostanie przywrócona po czasie około dwóch sekund. Ze względu na częste występowanie zakłóceń w samochodzie *watchdog* jest bardzo przydatny.



Rys. 1. Schemat elektryczny inteligentnego sterownika lampki samochodowej

W celu wykorzystania wszystkich możliwości prezentowanego sterownika, niezbędne jest doprowadzenie sygnałów napięciowych: z włącznika w drzwiach, przełącznika świateł pozycyjnych oraz z wyjścia stacyjki. Sygnał z włącznika umieszczonego w drzwiach jest podawany na wejście procesora poprzez diodę. Wyjście włącznika w momencie otwarcia drzwi zostaje zwarte z masą. Dioda została włączona tak, że „przepuszcza” tylko sygnały o poziomie niskim - czyli po otwarciu drzwi na wejściu procesora występuje poziom niski. Jeśli zaś drzwi są zamknięte, to wewnętrzny rezystor podciągający zawarty w mikrokontrolerze wymusza poziom wysoki na tym wejściu.

Sygnały z wyjścia stacyjki i włącznika świateł postojowych podawane są poprzez dzielniki rezystancyjne (R1...R4), maksymalne napięcie na ich wejściach może mieć wartość około 15 V. W przypadku wyłączenia świateł lub stacyjki, rezystory R3 i R4 wymuszają poziomy niskie na wejściach mikrokontrolera. W dzielniku następuje podział napięcia przez dwa. Napięcie w instalacji samochodowej może wynosić nawet 15V, w takim przypadku na wyjściach dzielników będzie występowało napięcie o wartości około 7,5 V. Wartość ta przekracza dopuszczalną wartość napięcia wejściowego dla mikrokontrolera, jednak dzięki wewnętrznym diodom zabezpieczają-

cym napięcia wejściowe są obniżane do wartości  $VCC+0,4$  V, a takie napięcie mieści się w zakresie dopuszczalnych napięć wejściowych.

Dołączona dioda świecąca może służyć jako symulator alarmu, ponieważ po wyłączeniu zapłonu błyska z częstotliwością 1 Hz. Po włączeniu zapłonu dioda jest wyłączana.

Do zapewnienia odpowiedniej wartości napięcia zasilania zastosowano stabilizator monolityczny typu LM78L05. Jako klucz włączający lampkę wewnątrz kabiny zastosowano tranzystor T1. Jest to tranzystor typu MOSFET o maksymalnym prądzie przewodzenia 12 A, co w zupełności wystarcza, gdyż lampka ma zazwyczaj moc 5 W.

### Działanie sterownika

Algorytm działania mikrokontrolera przedstawiono na rys. 2. Sprawdzane jest nieustannie czy stacyjka jest włączona, czy też wyłączona. Jeśli stacyjka jest włączona, to sprawdzany jest stan włączników drzwiowych. Jeżeli drzwi zostaną otwarte, to zostanie zapalone światło.

Czas świecenia światła jest zależny od stanu stacyjki oraz stanu włączników drzwiowych. W zależności od ich ustawienia są wykonywane odpowiednie procedury. Poniżej przedstawiono działanie sterownika dla trzech możliwych przypadków.

1. *Stacyjka wyłączona, drzwi otwarte.*

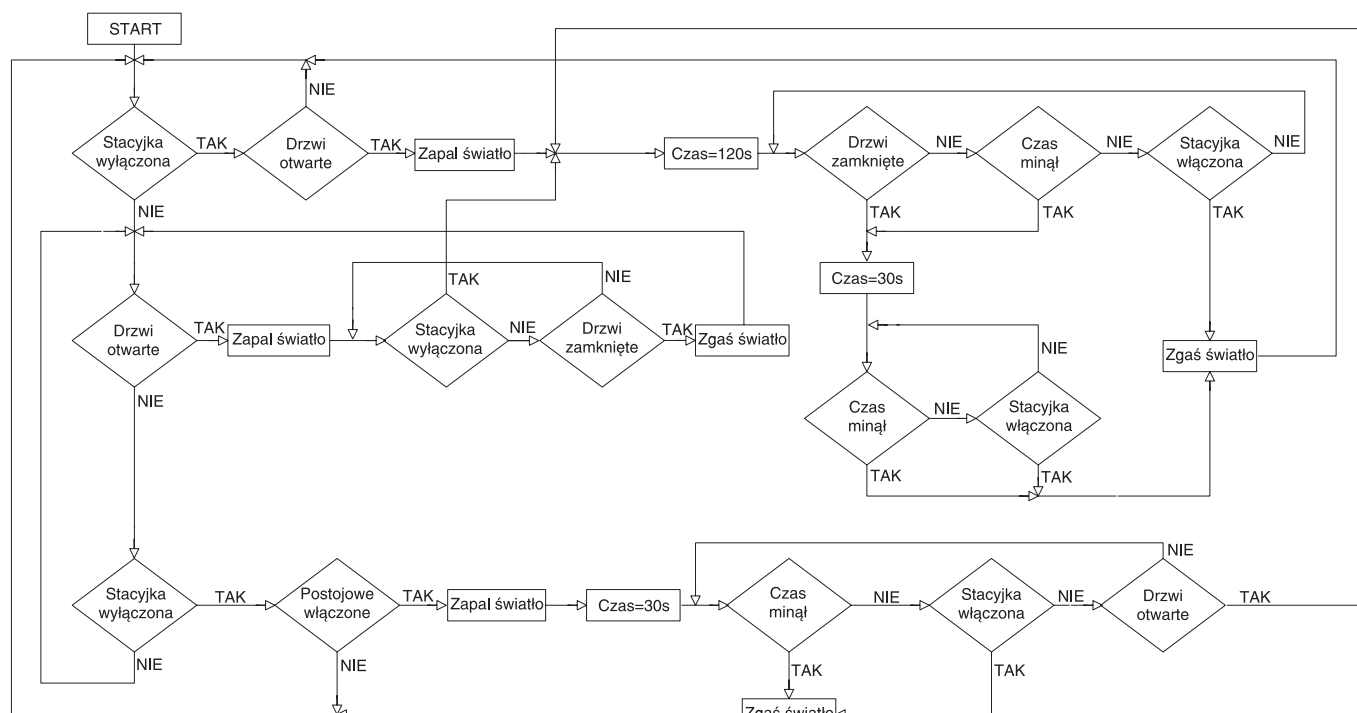
W tej sytuacji zostaje zapalone światło i jednocześnie zostanie uruchomiony licznik odmierzający czas samoczynnego wyłączenia światła. Licznik ten odlicza czas równy 120 sekund. Jeśli taka sytuacja będzie trwała 120 sekund, to zostanie odliczone jeszcze 30 sekund i światło zostanie wyłączone, pomimo, że drzwi będą nadal otwarte. Zapobiega to rozładowaniu akumulatora w przypadku pozostawienia otwartych drzwi na długi czas.

Jeśli w ciągu 120 sekund od otwarcia drzwi zostaną zamknięte, to rozpocznie się odliczanie czasu 30 sekund. Dlatego niezależnie od czasu otwarcia drzwi (nie dłuższy niż 120 sekund), po ich zamknięciu światło będzie się jeszcze świeciło przez 30 sekund. Po zamknięciu drzwi światło może zostać wyłączone przed upływem 30 sekund. Jeśli zostanie włączona stacyjka (silnik), wówczas światło zostanie wyłączone natychmiast.

Jeżeli zostanie włączona stacyjka (niezależnie czy drzwi są otwarte, czy nie), to światło zostanie wyłączone, a program przechodzi do przypadku, gdy stacyjka jest włączona (punkt 2).

2. *Stacyjka włączona, drzwi otwarte.*

Jest to sytuacja, gdy samochód jest uruchomiony i zostaną otwarte drzwi (na przykład wsiada pasażer). W tej sytuacji po otwarciu drzwi światło zostanie zapalone, a po ich zamknięciu natych-



Rys. 2. Algorytm działania sterownika lampki samochodowej

miast zgaszone. W takim przypadku nie jest konieczne wydłużanie czasu świecenia światła, ponieważ skoro silnik jest uruchomiony, to jest bardzo prawdopodobne, że bezpośrednio po zamknięciu drzwi rozpocznie się jazda, a włączone światło będzie oślepiało kierowcę.

W innej sytuacji, jeśli stacyjka jest włączona, drzwi zostaną otwarte, a następnie stacyjka zostanie wyłączona, to nastąpi przejście do przypadku jak w punkcie pierwszym.

3. *Stacyjka włączona, drzwi zamknięte, włączone światła postojowe.*

Jeśli po zakończonej jeździe zostanie wyłączona stacyjka, a światła mijania lub drogowe były zapalone, to oznacza, że najprawdopodobniej jest ciemno. W takiej sytuacji po wyłączeniu stacyjki światło zostanie włączone, bez konieczności otwierania drzwi. Ponieważ w niektórych samochodach wraz z wyłączeniem stacyjki wyłączane są też światła, konieczne stało się zastosowanie pamięci zapalonych świateł. Bez tej funkcji w samochodach z automatycznym wyłączaniem świateł lampka nie zostałaby zapalona, ponieważ procedura włączająca światło w momencie wyłączenia stacyjki sprawdza czy są zapalone

światła. Program zawarty w procesorze zapamiętuje więc stan świateł mijania jeszcze przez dwie sekundy po ich wyłączeniu. Dlatego jeśli światła zostaną wyłączone, na przykład o sekundę wcześniej niż zostanie wyłączona stacyjka, to mikrokontroler i tak będzie „wiedział“, że światła były zapalone i lampka zostanie zapalona. Lampka będzie świeciła się przez 30 sekund, jeżeli jednak zostanie włączona stacyjka, to zostanie natychmiast wyłączona. Jeżeli zostaną otwarte drzwi, to nastąpi przejście do przypadku z punktu pierwszego. Jeśli nie chcemy, aby lampka była włączana samoczynnie po wyłączeniu stacyjki, to wejście sterownika oznaczone jako „Światła“ należy pozostawić niepodłączone. Rezystor R4 będzie wymuszał poziom niski i niezależnie od tego czy światła były włączone, czy nie, procesor przyjmie, że były wyłączone i lampka nie będzie włączana.

Aby zwiększyć komfort użytkownika sterownika, zapalenie i gaszenie lampki jest wykonywane stopniowo - powoli rozjaśniając lub przyciemniając światło. Pozwala to na przyzwyczajenie się oczu do zmian natężenia oświetlenia. Przyciemnianie i rozjaśnianie światła zostało wykonane po-

przez zmianę wypełnienia sygnału sterującego tranzystorem T1 (modulacja PWM). Podczas pełnego zapalenia albo całkowitego wygaszenia żarówki tranzystor jest włączony lub wyłączony. Podczas włączania lub wyłączania tranzystor jest sterowany impulsowo. Procedurę realizującą funkcję powolnego rozjaśniania światła przedstawiono na **list. 1**.

Aby powoli rozjaśnić światło należy zwiększać czas włączenia tranzystora i zmniejszać czas jego wyłączenia (całkowity suma czasów włączenia i wyłączenia jest zawsze taka sama).

Do odliczania czasu włączenia i wyłączenia tranzystora procedura wykorzystuje Timer0. Służy on do precyzyjnego odmierzania czasu, dlatego po wpisaniu początkowej wartości do TMR0 procesor oczekuje na jego przepełnienie. W zmiennej *i* jest pamiętana wartość czasu wyłączenia tranzystora, a w zmiennej *j* czas jego włączenia. Włączanie i wyłączanie tranzystora jest wykonywane 255 razy, z tym, że za każdym razem czas włączenia jest coraz dłuższy, a czas wyłączenia coraz krótszy, co w efekcie powoduje coraz jaśniejsze świecenie żarówki. Dla każdej wartości *i* i *j* przebieg jest powtarzany 30 razy, dzięki temu proces rozjaśniania jest wykony-

List. 1. Procedura powolnego rozjaśniania światła

```

buz_on()
{int i,j,k,l;

j=255;i=0;
for(k=0;k<255;k++)          //wykonaj 255 razy
{
for(l=0;l<30;l++)          //wykonaj 30razy
{ restart_wdt();           //zeturuj WDT
  buz=0;                   //wyłącz światło
  tmr0=1;                  //przepisz stan i do TMR0
  while(!bit_test(intcon,t0if)); //czekaj na przepełnienie TMR0
  bit_clear(intcon,t0if);   //zeturuj flagę przepełnienia TMR0
  buz=1;                   //zapal światło
  tmr0=j;                  //przepisz stan j do TMR0
  while(!bit_test(intcon,t0if)); //czekaj na przepełnienie TMR0
  bit_clear(intcon,t0if);   //zeturuj flagę przepełnienia TMR0
}
}
i++;                       //zwiększ wartość i
j--;                       //zmniejsz wartość j
}
buz=1;                     //to włącz światło
}
    
```

wany przez czas około dwóch sekund. Po tym czasie żarówka świeci pełną mocą i procedura jest zakończona.

Procedura powolnego ściemniania światła działa na podobnej zasadzie (list. 2), lecz na początku czas włączenia tranzystora jest najdłuższy, a czas wyłączenia najkrótszy, przez co początkowo żarówka świeci najmocniej i jest powoli ściemniania. Dodatkowo zwiększona jest liczba powtórzeń przebiegu dla poszczególnych wartości włączenia i wyłączenia tranzystora, co powoduje wydłużenie czasu wygaszania światła i łagodniejsze przejście ze stanu świecenia pełną mocą do całkowitego wygaszenia. Dla wartości równej 50, czas ten wynosi około 3 sekund.

**Montaż i uruchomienie**

Układ sterownika należy zmontować na płytce jednostronnej zgodnie ze schematem montażowym pokazanym na rys. 3. Z uwagi na niewielką liczbę elementów montaż płytki nie jest zbyt trudny.

Rozpoczynamy od montażu elementów o najmniejszych gabary-

tach. Ponieważ układ ma pracować w samochodzie, a więc w środowisku narażonym na wilgoć, pod mikrokontroler należy zastosować podstawkę precyzyjną lub nawet wlutować go bezpośrednio w płytke. Pozwoli to uniknąć wystąpienia usterek wywołanych przerwami pomiędzy wyprowadzeniami mikrokontrolera i podstawki. Jeśli sterownik ma służyć także jako symulator alarmu, to do złącza CON3 należy przylutować przewód zakończony diodą, a po zamontowaniu układu w samochodzie diodę umieścić w widocznym miejscu. Jeżeli nie będzie wykorzystywana funkcja symulacji alarmu, to diodę należy wlutować w płytke, gdyż będzie ona pomocna przy uruchamianiu układu.

Jeśli montaż został przeprowadzony poprawnie, możemy przejść do uruchomienia układu. W tym celu do złącza CON2 należy podłączyć napięcie o wartości około 12 V (oznaczone na płytce „+” i „-“). Po włączeniu zasilania dioda powinna błyskać. Jeśli tak jest, to układ działa poprawnie i można go zainstalować w samocho-

dzie. Na rys. 4a przedstawiono schemat typowego obwodu włączającego oświetlenie wnętrza kabiny. Jak widać, za włączenie światła odpowiadają włączniki umieszczone w drzwiach. Dodatkowy przełącznik jest umieszczony wewnątrz lampki i umożliwia włączenie światła przy zamkniętych drzwiach. W niektórych samochodach przełącznik ten jest pominięty.

Może się jednak zdarzyć, że przełącznik ten jest trójpozycyjny. W takim przypadku można włączyć lampkę, przełączyć w tryb sterowania z włączników umieszczonych w drzwiach lub ją wyłączyć. Jeśli w samochodzie znajduje się właśnie taki typ przełącznika, to do poprawnej pracy sterownika musi znajdować się w pozycji sterowania za pomocą włączników umieszczonych w drzwiach.

Aby wykorzystać wszystkie możliwości sterownika należy wykonać drobną modyfikację instalacji samochodowej. Schemat podłączenia sterownika do instalacji samochodowej jest przedstawiony na rys. 4b. Oprócz połączeń pomiędzy lampką i włącznikami w drzwiach należy wykonać połączenia z włącznikiem światła, plusem zasilania i z wyjściem stacyjki.

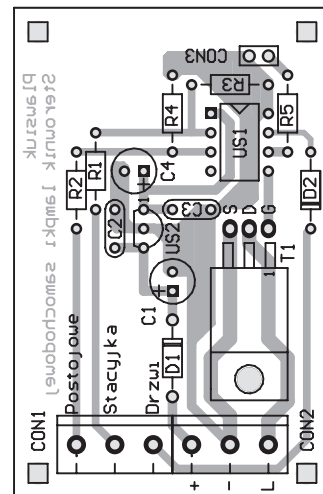
Na schemacie grubą linią przedstawiono połączenia, które należy wykonać w celu zainstalowania sterownika. Przed przystąpieniem do szukania właściwych kabli bardzo przydatny może być schemat instalacji elektrycznej sa-

List. 2. Procedura powolnego ściemniania światła

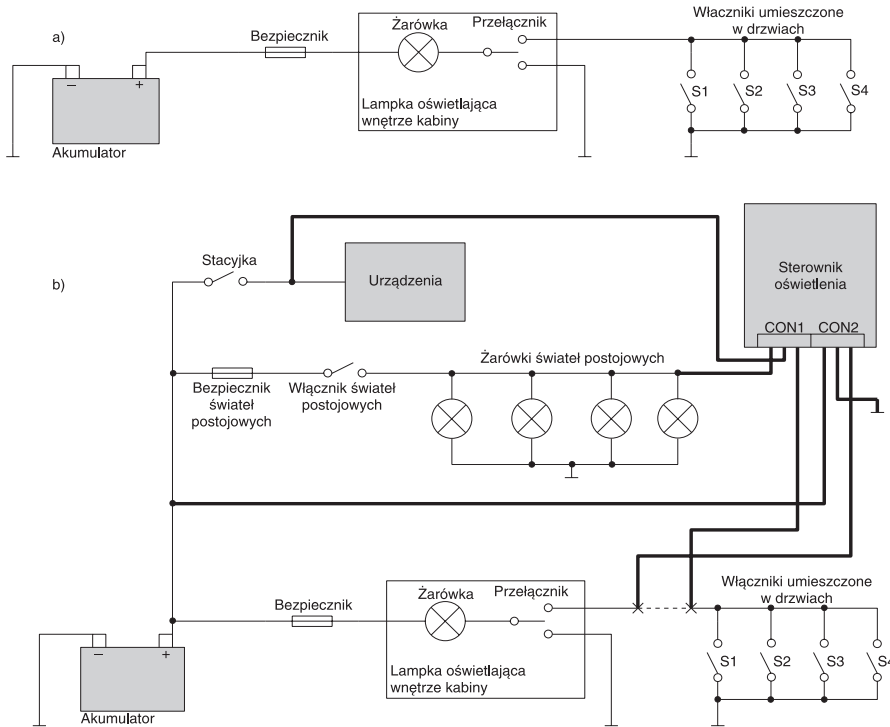
```

buz_off()
{int i,j,k,l;

j=255;i=0;
for(k=0;k<255;k++)          //wykonaj 255 razy
{
for(l=0;l<50;l++)          //wykonaj 50razy
{ restart_wdt();           //zeturuj WDT
  buz=1;                   //włącz światło
  tmr0=1;                  //przepisz stan i do TMR0
  while(!bit_test(intcon,t0if)); //czekaj na przepełnienie TMR0
  bit_clear(intcon,t0if);   //zeturuj flagę przepełnienia TMR0
  buz=0;                   //zgaś światło
  tmr0=j;                  //przepisz stan j do TMR0
  while(!bit_test(intcon,t0if)); //czekaj na przepełnienie TMR0
  bit_clear(intcon,t0if);   //zeturuj flagę przepełnienia TMR0
}
}
i++;                       //zwiększ wartość i
j--;                       //zmniejsz wartość j
}
buz=0;                     //to wyłącz światło
}
    
```



Rys. 3. Schemat montażowy płytki sterownika



## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1...R4: 12kΩ

R5: 330Ω

### Kondensatory

C1, C4: 100μF/25V

C2, C3: 100nF

### Półprzewodniki

D1: 1N4007

D2: BAT43

T1: BUZ10

US1: PIC12F629 zaprogramowany

US2: LM78L05

### Różne

CON1, CON2: ARK3-5mm

CON3: Goldpin 1x2 męski

Dioda LED 2x5mm dowolna

Podstawka DIP8 - precyzyjna

Rys. 4. Schemat elektryczny obwodu oświetlenia wnętrza kabiny (a), sposób podłączenia sterownika do instalacji samochodowej (b)

mocho, gdyż znacznie przyspieszy to proces wykonania właściwych połączeń.

Do pracy sterownika niezbędne jest doprowadzenie następujących sygnałów: masa, „+“ zasilania, bezpośrednio z akumulatora, „+“ pobrany za włącznikiem światła pozycyjnych, „+“ pobrany za stacyjką. Połączenia te polegają jedynie na odzyskaniu odpowiednich przewodów i równoległe pod-

łączenie ich do sterownika. Największą trudność sprawi wykonanie połączenia z włączników umieszczonych w drzwiach i włącznika lampki, gdyż istniejące fabrycznie połączenie należy przerwać i podłączyć do sterownika. Należy pamiętać, że obwód musi zostać przerwany w miejscu, w którym sygnały z wszystkich włączników drzwiowych są już połączone (musi to

być przewód biegnący bezpośrednio do lampki). Po prawidłowym wykonaniu wszystkich połączeń układ sterownika jest gotowy do pracy.

**Krzysztof Pławiuk, AVT**

**krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl**

*Plik wynikowy do zaprogramowania mikrokontrolera jest dostępny na naszej stronie internetowej [download.ep.com.pl](http://www.ep.com.pl/download.ep.com.pl) w dziale Dokumentacje.*

*Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/pazdziernik03.htm> oraz na płycie CD-EP10/2003B w katalogu PCB.*