



kit  
2969  
AVT

# Pojazd z radarem IR

## Do czego to służy?

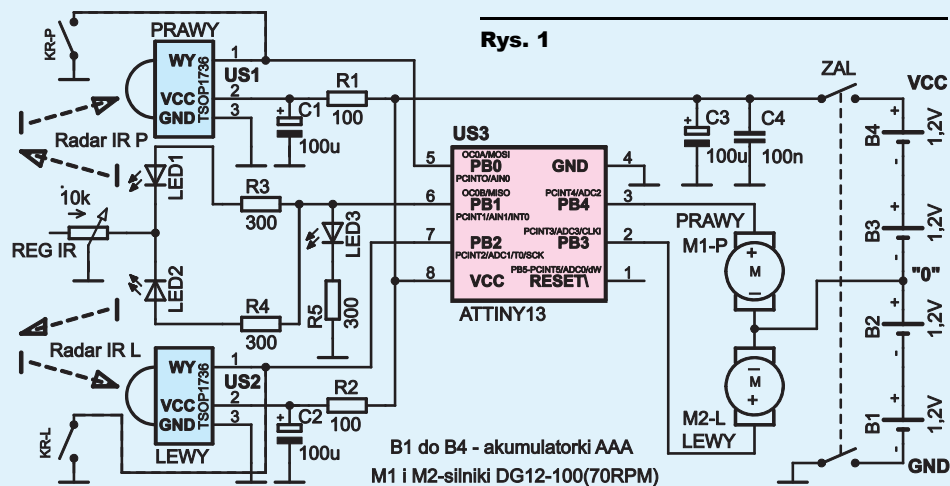
Osoba, która nie zna się na technice, z pewnością odpowiedziałaby, że prezentowane urządzenie to zwykła zabawka. Przyznam szczerze, że przy okazji testów tego pojazdu miałem też niezłą zabawę. Jednak dla elektronika nie jest to tylko zabawka, a jeżeli już, to jest to raczej zabawka politechniczna. Pojazd ten przewidziany jest do realizacji poważniejszych zadań. Posiadając tego typu konstrukcję, możemy opracowywać i testować różnego rodzaju algorytmy automatycznego poruszania się pojazdów. Wielu naukowców z całego świata pracuje przy konstruowaniu pojazdów, których zadaniem jest bezpieczne przemieszczanie się po otoczeniu i wykonywanie określonych zadań. Bardzo interesujące są prace nad autonomicznymi pojazdami poruszającymi się po drogach, pojazdami do transportu w fabrykach i magazynach czy choćby samojezdnymi odkurzaczami i kosiarkami do trawy. Prezentowany model pozwoli zaznajomić się z podstawowymi problemami związanymi z budową i programowaniem autonomicznych pojazdów. Oglądając prosty schemat tego robocika, można mieć obawę, czy układ będzie prawidłowo pracował. Sterowanie silnikami bezpośrednio z wyprowadzeń mikrokontrolera nie wydaje się rozsądnym rozwiązaniem. Przez lata przestrzegano i informowano elektroników o wysokiej wrażliwości układów scalonych na przepięcia, przeciążenia i ładunki elektrostatyczne. Na szczęście konstruktorzy struktur mikrokontrolerów nie próżniają i dzięki ich

pracy możemy realizować coraz śmielsze pomysły. Prezentowany model powstał też po to, aby przetestować kontroler ATTiny13 pod względem wytrzymałości jego wyjść. Po przeszacowaniu parametrów prądu silniczków i parametrów układu ATTiny13 stwierdziłem, że skoro teoretycznie wszystko się zgadza, to trzeba spróbować, jak to będzie działać w praktyce. Pierwsze testy były pomyślne i szybko powstał model pojazdu. Duża prostota prezentowanej konstrukcji sprawia, że jest ona łatwa w montażu i świetnie nadaje się do domowych eksperymentów.

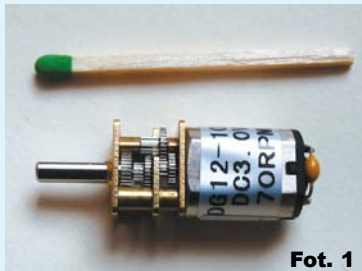
## Jak to działa?

Zadaniem układu jest automatyczne sterowanie pojazdem. Sterowanie polega na wykrywaniu przeszkód i omijaniu ich. Jako detek-

tory przeszkód zastosowane zostały „radary”, które wykorzystują promieniowanie podczerwone. Uzupełnieniem układu detekcji przeszkód są dwa mikrowłączniki krańcowe, czyli tak zwane krańcówki. Schemat elektryczny przedstawiony jest na rysunku 1. Głównym elementem logicznym jest mikrokontroler ATTiny13. Kontroler generuje na porcie PB1 krótkie pakiety impulsów o częstotliwości ~36kHz. Sygnał ten rozświetla diody podczerwieni LED1 i 2 oraz diodę LED3. Diody podczerwieni wchodzi w skład dwóch radarów na podczerwień. Światło emitowane przez diody IR po odbiciu od przeszkody oświetla odbiornik podczerwieni US1 lub US2. Zależnie od tego, który odbiornik został oświetlony, mikrokontroler reaguje odpowiednio, sterując silnikami. Czulość radarów IR można



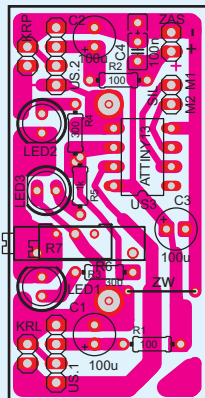
R E K L A M A



Fot. 1



Fot. 2



Rys. 2

podłączenie włączników zwierających te wyjścia do masy ich nie uszkodzi.

Do napędzania pojazdu użyte zostały silniczki małej mocy, które pracują przy napięciu 3V i pobierają prąd około 30mA. Mały prąd pracy silników umożliwił sterowanie ich bezpośrednio z portów mikrokontrolera. W modelu zastosowane zostały mikro-silniki typu DG12-100(70RPM), które mają wbudowaną przekładnię. Widok takiego silniczka przedstawiony jest na fotografii 1. Dzięki zastosowaniu symetrycznego zasilania „+”, „-” 2,4V

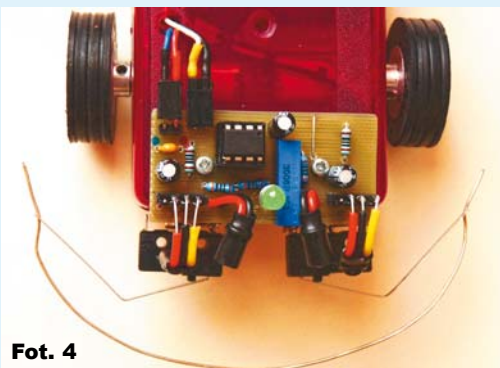
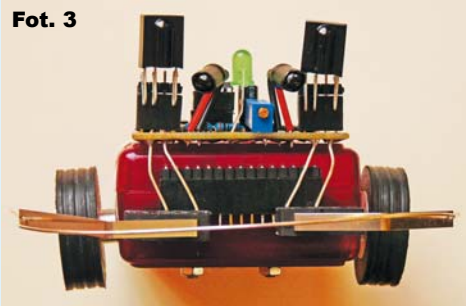
regulować potencjometrem oznaczonym jako REG\_IR. Czym jaśniej świecą

diody, tym szybciej radar reaguje na przedmioty znajdujące się daleko od pojazdu. Duże znaczenie w pracy tego radaru ma wzajemne ustawienie diod LED1 i 2 oraz odbiorników US1 i US2. Elementy C1, C2, R1, R2 filtrują napięcie zasilające odbiorniki podczuwieni. Dodatkowe kranecówki, poprawiające działanie układu detekcji przeszkody, zamontowane są z przodu pojazdu. Okazały się one konieczne, ponieważ testowy model pojazdu często zawadzał kołami o przeszkody. Kranecówki wyeliminowały tę wadę. Na schemacie kranecówki KR-L (lewa) i KR-P (prawa) podłączone są do wyjść odbiorników podczuwieni US1 i US2. Układy odbiorników podczuwieni mają wyjście typu OC, dlatego równolegle

rować pracą silnika, obracając go w dwóch kierunkach. Takie sterowanie umożliwia niezależne kontrolowanie obydwu silników za pomocą tylko dwóch wyprowadzeń kontrolera. Jeżeli chcemy zatrzymać obroty silnika, wyprowadzenie sterujące danym silnikiem trzeba ustawić w stan wysokiej impedancji. Zasilanie symetryczne wymaga zastosowania wyłącznika dwubiegunowego. Jako ogniwa zasilające powinny być użyte akumulatorki NiCd lub NiMH. Mają one nieco niższe napięcie od zwykłej baterii. Przy użyciu zwykłych baterii napięcie VCC przekroczyłoby wartość 6V, co mogłoby spowodować uszkodzenie kontrolera. Akumulatorki wraz z układem napędowym wmontowane zostały w obudowę KMZ23. Obudowa ta jest jednocześnie podwoziem pojazdu. Zmontowany model widoczny jest na fotografiach 2-4.

Po rozpoczęciu pracy program (można go ściągnąć z Elportalu) odpowiednio konfiguruje porty i pojazd rozpoczyna jazdę do przodu. Praca całego programu odbywa się w pętli. Najpierw na diody IR wysłany zostaje pakiet 15 impulsów elektrycznych o częstotliwości ~36kHz. Po serii impulsów testowany jest stan wyjść odbiorników IR. Jeżeli na którymś z odbiorników jest stan niski, oznacza to, że został on oświetlony błyskami z diody, czyli jest przed nim przeszkoda, od której odbiło się światło. Stan niski na wejściach PB0 i PB2 może wystąpić również po załączeniu któregoś z łączników

Fot. 3



Fot. 4

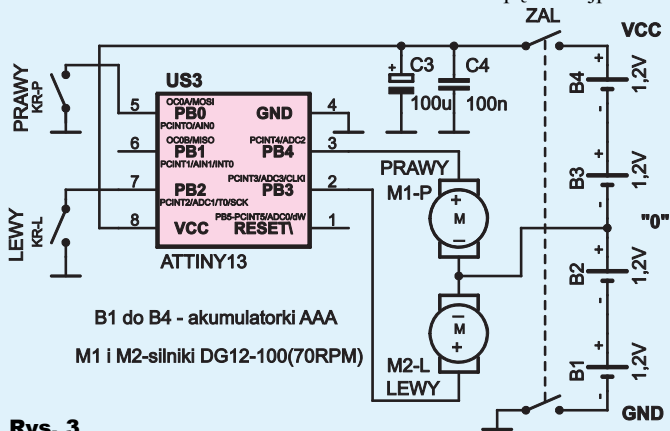
krańcowych KR-L lub KR-P. Zależnie od tego, na którym porcie wystąpił stan niski, układ odpowiednio reaguje. Jeżeli stan niski wystąpi na porcie PB0 – (oświetlony odbiornik prawy), to program steruje silnikami w taki sposób, że pojazd cofa się i robi obrót w lewo. Przy detekcji przeszkody z lewej strony pojazd cofa się i robi obrót w prawo. Jeżeli stan niski wystąpi naraz na obydwu wejściach, to na chwilę mocniej rozświetli się dioda LED3 i pojazd cofnie się, po czym zrobi podwójny obrót w lewo. Po serii błysków i ewentualnych reakcjach na przeszkodzie zawsze następuje kilkumilisekundowa przerwa w świeceniu (błyskaniu) diod IR. Przerwa ta wymagana jest do prawidłowej pracy odbiorników podczuwieni. Po przerwie cały cykl rozpoczyna się od nowa.

### Montaż i uruchomienie

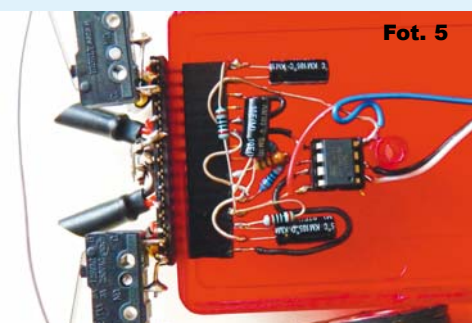
Pierwsza wersja pojazdu powstała bez użycia płytki drukowanej. Model zmontowany na pajętce widoczny jest na fotografiach 5 i 6.

Elektronika do ostatecznej wersji modelu zmontowana została na płytce drukowanej, przedstawionej na rysunku 2. Montaż układu jest prosty. Dla ułatwienia w miejsce REG\_IR możliwe jest zamontowanie jednego z dwu rodzajów wieloobrotowych potencjometrów nastawczych lub może to być zwykły PR. Pola do montażu odbiorników IR (US1 i US2) rozstawione są tak, że można w nie wlotować jeden z trzech typów odbiorników podczuwieni. Mogą to być odbiorniki TFMS5360, TSOP1736 lub SFH5110-36. Odbiornik SFH5110-36 będzie obrócony, dlatego trzeba go odpowiednio wygiąć.

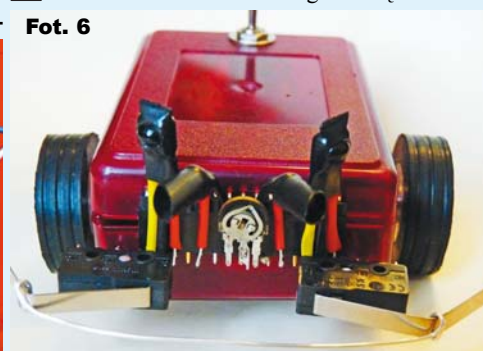
Jak wcześniej wspominałem ważne jest, aby odpowiednio ustawić względem siebie elementy radaru IR, czyli diody nadawcze podczuwieni i jej odbiorniki. Diody powinny być częściowo osłonięte, na przykład czarna



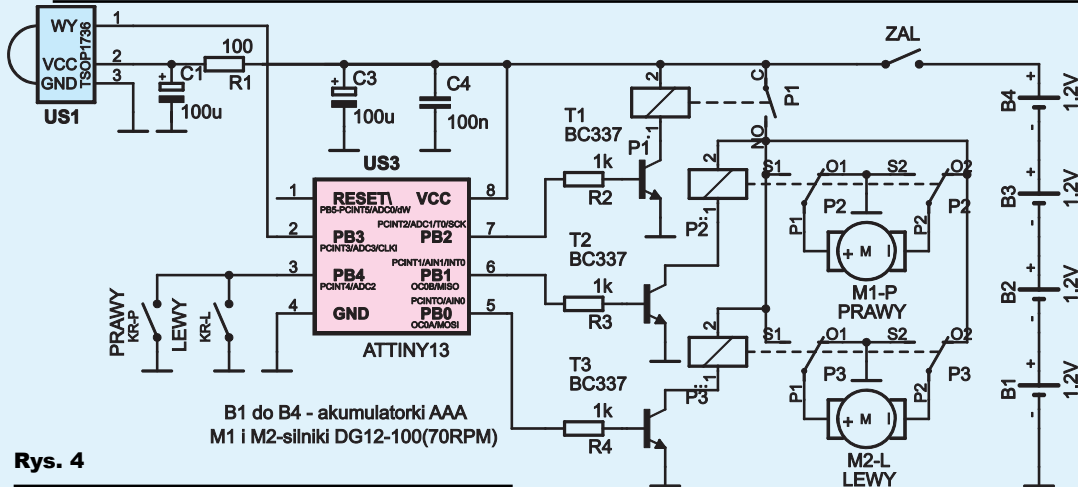
Rys. 3



Fot. 5



Fot. 6



Rys. 4

murką termokurczliwą i ustawione w taki sposób, aby nie oświetlały bezpośrednio odbiorników. Uproszczony układ może również pracować bez odbiorników podczerwieni. Jako sensory otoczenia wystarczą tylko krańcówki. Schemat wersji uproszczonej przedstawiony jest na rysunku 3. Jak widać liczba elementów jest minimalna, mimo to układ z powodzeniem może sterować pojazdem. Jedyna różnica jest taka, że w tym przypadku badanie otoczenia odbywa się tylko „po omacku”.

Przed włączeniem zasilania należy upewnić się, czy bieguny baterii są odpowiednio podłączone. Podłączenie silników należy

wykonać w taki sposób, aby podczas jazdy do przodu prąd zasilający jest pobierany był z obydwu zestawów baterii, co zapewni równomierne ich zużycie. Jest to możliwe, ale zależy od tego, jak połączymy bieguny zasilania silników. Otóż mogą one przy obrotach w jednym kierunku pobierać prąd tylko z jednej pary ogniw lub równomiernie z dwóch par ogniw. Praktycznie sprawdzimy to w ten sposób, że jeżeli wysterujemy wyprowadzenie PB4 stanem wysokim, a PB3 stanem niskim, to pojazd powinien poruszać się prosto ((silniczki M1 i M2 kręcą się w przeciwnych kierunkach). Wtedy układ zasilania napędu jest dobrze połączony. Jeżeli tak nie jest, to bieguny (+ i -) jednego z silników powinny zostać odwrotnie podłączone do układu.

Mam świadomość, że ze względu na dobór silniczków może być problem z budową takiego pojazdu w zaprezentowanej formie. Do sterowania silników o większym poborze prądu można wykorzystać przełączniki. Podczas projektowania układu rozważałem budowę pojazdu zgodnie ze schematem z rysunku 4. Miał to być pojazd zdalnie sterowany lub szukający nadajnika podczerwieni. W tym układzie możliwe jest podłączenie silniczków o dowolnym poborze prądu, a po rozdzieleniu napięcia zasilania dla silników i układu sterującego, silniki można zasilac dowolnym napięciem. Oczywiście w Internecie można znaleźć wiele przykładów rozwiązań przydatnych przy budowie własnego pojazdu – robota. Do konstrukcji robota warto użyć „większego” mikrokontrolera. W moim

przypadku jednym z założeń było użycie ATtiny13 i sprawdzenie, czy układ „pociągnie” sterowanie silniczkami.

W celu przetestowania układu ułożyłem prosty labirynt. Zadaniem pojazdu było dojechać do wyjścia z labiryntu. Testowanie sprawności nowych procedur może odbywać się poprzez pomiar czasu przejazdu. Czym ten czas jest krótszy, tym lepiej. Jednym z parametrów, jakie zmieniałem w algorytmie, był kąt obrotu pojazdu po napotkaniu przeszkody. Zastosowanie mikrokontrolera daje możliwość wprowadzenia bardziej

złożonych algorytmów i losowych zachowań pojazdu. Przy takich testach należy też uwzględnić stan naładowania akumulatorów. Kilka testowych przejazdów po labiryncie wykazało, że dobre naładowanie ogniw może dwukrotnie skrócić czas opuszczenia labiryntu. Przy uruchamianiu i testowaniu modelu napisałem w assemblerze dwa proste programy sterujące, które powinny prawidłowo pracować na każdym procesorze AVR. Taktowanie procesora musi być ustawione na częstotliwość 4,8MHz. Zainteresowanym testowaniem podobnych konstrukcji udostępniam kody źródłowe ASM tych programów oraz kody wynikowe HEX do zaprogramowania procesora. Przesyłam również dwa filmy przedstawiające poruszanie się pojazdu po labiryncie – można je ściągnąć z Elportalu. Prędkość odtwarzanego filmu jest dziesięciokrotnie przyspieszona. Sposób poruszania się pojazdu na filmach różni się – jest to wynikiem zastosowania innych parametrów w algorytmach sterujących.

Wiesław Pytlewski  
elewp@wp.pl

#### Wykaz elementów

##### Rezystory

R1,R2 ..... 100Ω  
R3-R5 ..... 300Ω  
PR-REG\_IR ..... potencjometr regulacyjny 10kΩ

##### Kondensatory

C1-C3 ..... 100μF/16V  
C4 ..... 100nF

##### Półprzewodniki

LED1,LED2 ..... dioda nadawcza podczerwieni  
dopasowana do odbiornika  
LED3 ..... dowolnego koloru  
US1,US2 . . . TSOP1736-lub inny odbiornik IR na 36kHz  
US3 ..... ATTINY13V lub 13

##### Pozostałe

B1-B4 ..... akumulatorki 1,2V  
M1,M2 ..... mikrosilniki z przekładnią  
DG12-100(70RPM) 3V; 30mA  
Podwozie ..... obudowa typ KMZ23

**Płytki drukowana jest dostępna  
w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2969.**