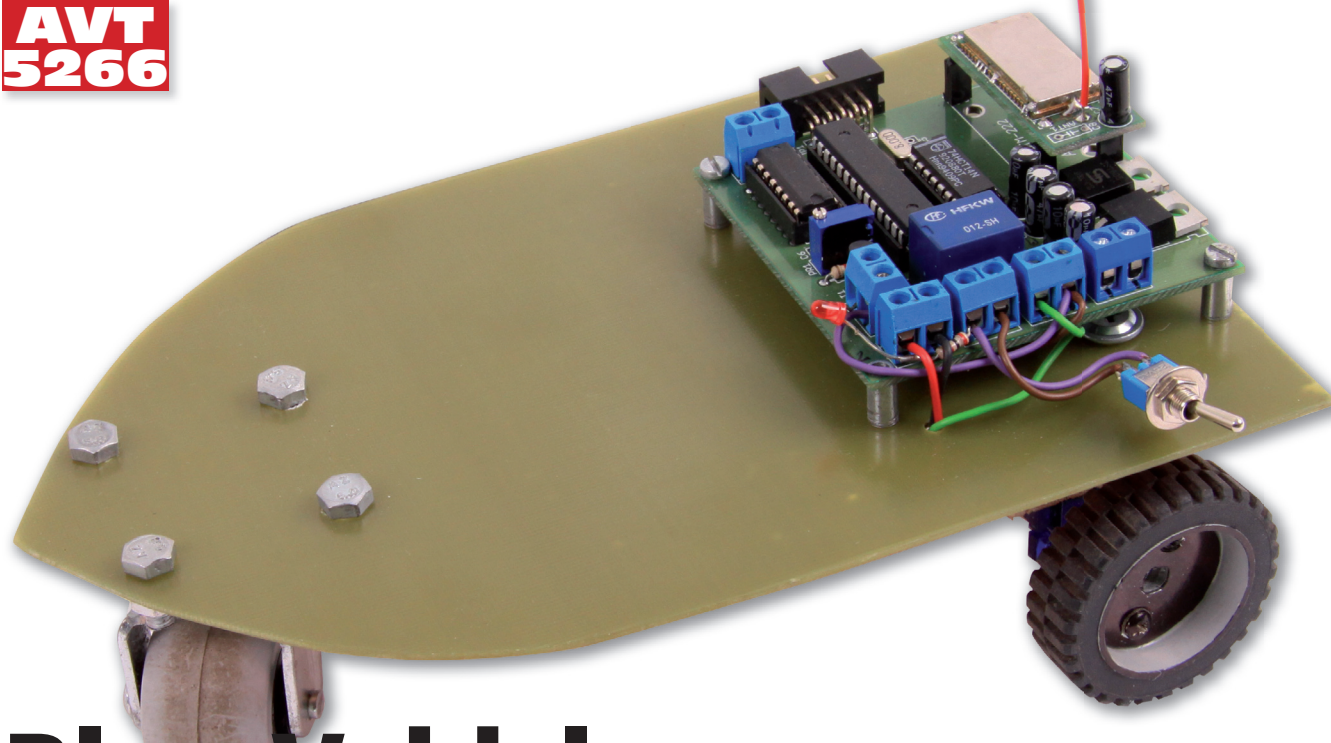




Blue Vehicle

Pojazd sterowany przez Bluetooth

Nasz projekt to dowód, że Bluetooth na dobre trafił pod przysłowiowe strzechy. Pojazd jest sterowany z komputera PC, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby do jego sterowania użyć np. telefonu komórkowego. To doskonała platforma do budowy zautomatyzowanych, nadzorowanych przez komputer urządzeń samobieżnych.

Rekomendacje: konstrukcja jest platformą, która bawiąc uczy (sterowania za pomocą Bluetooth).

Schemat ideowy sterownika pojazdu pokazano na **rysunku 1**. Zasilacz składa się z połączonych kaskadowo stabilizatorów IC2 i IC4. IC2 (LM2940T-5) służy do zasilania mikrokontrolera oraz reszty układów napięciem 5 V. Wybór padł na ten układ, ponieważ do prawidłowej pracy wystarczy mu niewielka (typowo 0,5 V) różnica napięć pomiędzy wejściem a wyjściem. Układ jest też zabezpieczony przed odwrotnym dołączeniem baterii zasilającej. Drugi stabilizator to LM1117-3.3, stabilizujący napięcie przeznaczone do zasilania modułu Bluetooth BTM-222.

Mikrokontroler ATmega8 jest taktowany częstotliwością 8 MHz generowaną na bazie zewnętrznego rezonatora kwarcowego. Zastosowano takie rozwiązanie, ponieważ do połączenia z modułem BT jest używany szeregowy, asynchroniczny interfejs UART

wymagający do prawidłowej pracy stabilnej częstotliwości zegarowej. Do bezpośredniego sterowania silnikami napędzającymi pojazd służy układ IC3 (L293D). Podaje on na swoich wyjściach stałe napięcie o zmiennym wypełnieniu, dzięki czemu pojazd może się poruszać wolniej, szybciej lub skręcać. Układu IC5 (74HC14) użyto do konwersji poziomów napięć pomiędzy procesorem a modułem BT. Dodano również przełącznik, który może załączać dowolne, dodatkowe urządzenia zainstalowane na pojeździe.

Zasada działania

Pojazd jest gotowy do pracy po załączeniu zasilania i nawiązaniu połączenia z komputerem PC. Klikając na przycisk w aplikacji sterującej wysyłamy do urządzenia znak ASCII. Układ w pętli głównej ma za zadanie

AVT-5266 w ofercie AVT:

AVT-5266A – płytka drukowana
 AVT-5266B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:

- sterowanie z komputera PC za pomocą interfejsu Bluetooth,
- oprogramowanie wykonane w Bascom AVR oraz MS Visual Studio 2005,
- mikrokontroler ATmega8,
- moduł Bluetooth BT-222. Zasięg 10...15 m, a na otwartym terenie do 30 m
- zasilanie 10...15 VDC. Pobór prądu zależny od zastosowanych silników.

Dodatkowe materiały na CD i FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 16195, pass: 4k17u606
- wzory płytek PCB
 - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w **wykazie elementów** kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD i FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5176 GreenBot (EP 3-4/2009)
- AVT-5165 Pojazd zabawka (EP 1/2009)
- AVT-5051 Zabawka – programowany pojazd (EP 2-3/2002)
- AVT-821 Robot (a właściwie jego ręka) (EP 7-9/1999)
- AVT-429 Zabawka – pojazd z radarem (EP 7/1998)
- ROBOrobak (EP 7-8/2005)
- Robot „Tropiciel” (EP 11/2004)

odbiór jednego bajta z łącza szeregowego. Zagadnieniem kluczowym jest rozpoznawanie poprzez konstrukcję **select...case** znaków ASCII odebranych przez UART. Pokazano to

Wykaz elementów

Rezystory:

R1: 1 kΩ

R3: 3,3 kΩ

R4: 6,8 kΩ

PR1: potencjometr 20 kΩ

Kondensatory:

C1, C2, C3, C4, C7: 100 μF

C6, C8: 100 nF

C5, C9: 22 pF

Półprzewodniki:

D1: 1N4148

T1: BC547

IC1: ATmega8

IC2: LM2940T-5

IC3: L293D

IC4: LD1117

IC5: 74HC14

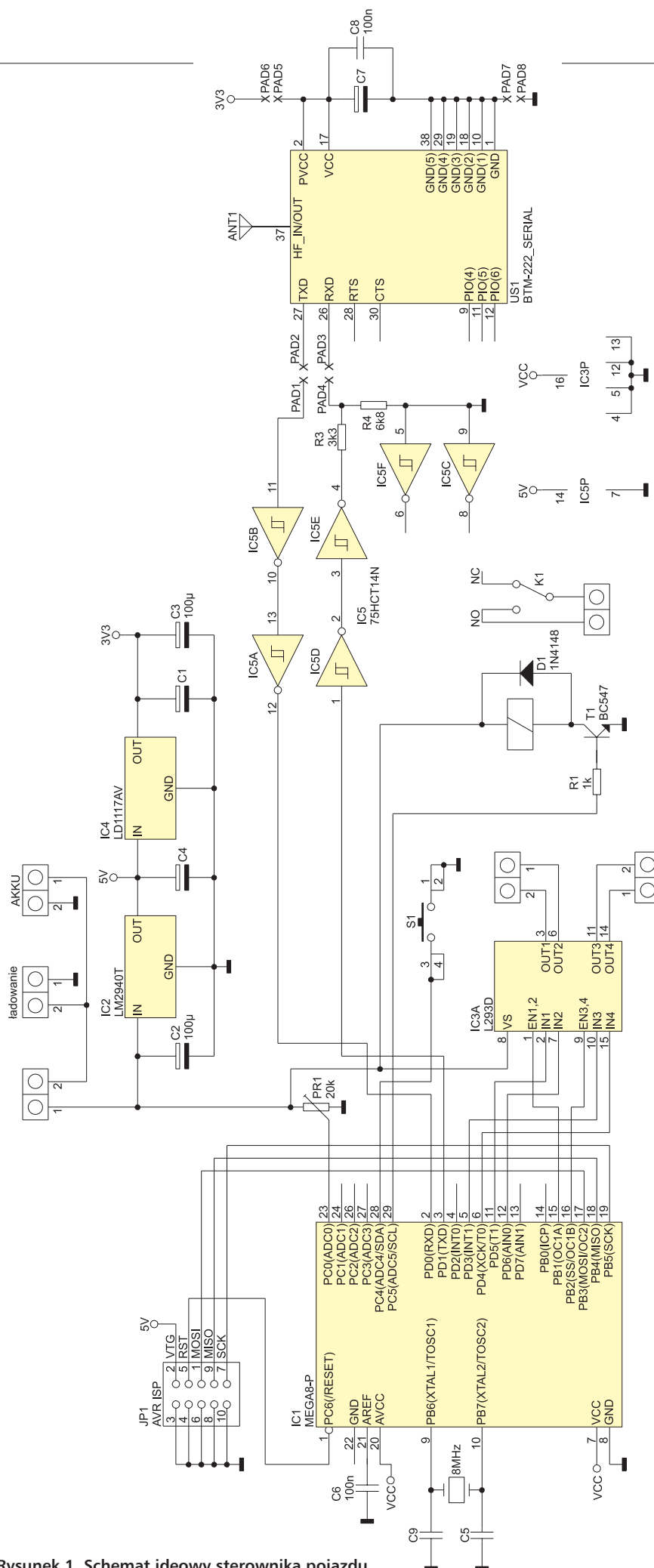
Inne:

U\$1: moduł Bluetooth BTM-222

Z1...Z5: ARK2

K1: przekaźnik z cewką 12 V

S1: przycisk, Q1: 8MHz



Rysunek 1. Schemat ideowy sterownika pojazdu

na **listingu 1**. Jeżeli zostanie odebrany kod ASCII odpowiadający komendzie, to mikrokontroler wykonuje procedurę, w której ustawia odpowiednie poziomy logiczne na wyprowadzeniach portów lub modyfikuje zawartość rejestrów sterujących pracą generatorów PWM. Tym samym ustala kierunek obrotu silników oraz ich prędkość.

Zmienna o nazwie *spkier* zmienia wartość w zależności od tego, która procedura dokona jej modyfikacji. Na podstawie jej wartości jest ustalana prędkość pojazdu oraz kierunek jego ruchu. Procedury służące do modyfikacji portów I/O oraz zmiany kierunku i prędkości obrotowej kół zamieszczono na **listingu 2**. Skracanie odbywa się poprzez zmniejszenie wypełnienia przebiegu PWM sterującego prędkością obrotową jednego z kół, dzięki czemu pojazd porusza się w wybraną stronę. W procedurach obsługi skręcania pojazdu są instrukcje warunkowe, które najpierw sprawdzają czy pojazd porusza się do przodu, czy do tyłu i na tej podstawie ustalają, którym silnikiem należy sterować.

Zasada sterowania przekaźnikiem jest zbliżona do sterowania układem L293D z tym, że nie jest potrzebny przebieg PWM. Po otrzymaniu znaku załączającego lub wyłączającego przekaźnik, mikrokontroler ustawia lub zeruje wyprowadzenie PC5, co powoduje wystawienie lub zatkanie tranzystora T1 załączającego zasilanie przekaźnika.

Panel kontrolny pojazdu pracuje pod kontrolą systemu Windows i napisano go za pomocą Visual Studio 2005 i języka C++/CLI. Komputer PC, na którym będzie uruchomiony panel kontrolny, musi być wyposażony w interfejs Bluetooth.

Rozwijana lista w lewym, górnym rogu okna programu służy do wyboru wirtualnego portu COM, przez który pojazd łączy się z komputerem PC. Przycisk służący do połączenia znajduje się poniżej. Obok niego jest umieszczony przycisk służący do zerwania

Listing 1. Konstrukcja switch...case w pętli głównej programu

```

Odbior = Inkey()
Select Case Odbior
    Case 52 : Portc.5 = 1
    Case 53 : Portc.5 = 0
    Case 97 : Call Tyl
    Case 98 : Pwmla = 0
        Pwmlb = 0
        Sprkier = 6
    Case 99 : Call Przod
    Case 100 : Call Prawa
    Case 101 : Call Lewa
End Select
If Odbior = 49 Then
    Speed = 100
    Speed1 = 90
    Select Case Sprkier
        Case 1 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed
        Case 2 : Pwmlb = Speed1
            Pwmla = Speed
        Case 3 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed1
        Case 4 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed1
        Case 5 : Pwmlb = Speed1
            Pwmla = Speed
        Case 6 : Pwmla = 0
            Pwmlb = 0
    End Select
End If
If Odbior = 50 Then
    Speed = 130
    Speed1 = 90
    Select Case Sprkier
        Case 1 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed
        Case 2 : Pwmlb = Speed1
            Pwmla = Speed
        Case 3 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed
        Case 4 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed1
        Case 5 : Pwmlb = Speed1
            Pwmla = Speed
        Case 6 : Pwmla = 0
            Pwmlb = 0
    End Select
End If
If Odbior = 51 Then
    Speed = 150
    Speed1 = 90
    Select Case Sprkier
        Case 1 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed
        Case 2 : Pwmlb = Speed1
            Pwmla = Speed
        Case 3 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed
        Case 4 : Pwmlb = Speed
            Pwmla = Speed1
        Case 5 : Pwmlb = Speed1
            Pwmla = Speed
        Case 6 : Pwmla = 0
            Pwmlb = 0
    End Select
End If

```

Listing 2. Procedura ustalająca kierunek poruszania się

```

Sub Tyl
    Pwmlb = Speed
    Pwmla = Speed
    Reset Portd.4
    Set Portd.3
    Set Portd.6
    Reset Portd.5
    Test = 0
    Sprkier = 1
End Sub
Sub Przod
    Pwmlb = Speed
    Pwmla = Speed
    Set Portd.4
    Reset Portd.3
    Set Portd.5
    Reset Portd.6
    Test = 1
    Sprkier = 1
End Sub
Sub Prawa
    If Test = 1 Then
        Pwmlb = Speed1
        Pwmla = Speed
        Set Portd.4
        Reset Portd.3
        Set Portd.5
        Reset Portd.6
        Sprkier = 2
    Else
        Pwmlb = Speed
        Pwmla = Speed1
        Reset Portd.4
        Set Portd.3
        Set Portd.6
        Reset Portd.5
        Sprkier = 3
    End If
End Sub
Sub Lewa ,procedura jazdy w lewo
    If Test = 1 Then
        Pwmlb = Speed
        Pwmla = Speed1
        Set Portd.4
        Reset Portd.3
        Set Portd.5
        Reset Portd.6
        Sprkier = 4
    Else
        Pwmlb = Speed1
        Pwmla = Speed
        Reset Portd.4
        Set Portd.3
        Set Portd.6
        Reset Portd.5
        Sprkier = 5
    End If
End Sub

```

Listing 4. Pomiar napięcia na wejściu PC0 mikrokontrolera

```

Napiecie:
Incr Test1
If Test1 = 255 Then
    Start Adc
    Wart_ac = Getadc(0)
    V = Wart_ac * 0.0025
    V = V * 10
    Wart_nap = Fusing(v , "#.&")
    Wart_nap = Wart_nap + "V"
    Print Wart_nap
    Test1 = 0
    Stop Adc
End If
Return

```

Listing 5. Nadanie nazwy modułowi Bluetooth

```

Sub Ustawienia:
    Print „A”
    Waitms 200
    Print „T”
    Waitms 200
    Print „A”
    Waitms 100
    Print „T”
    Waitms 100
    Print „N”
    Waitms 100
    Print „=”
    Waitms 100
    Print „R”
    Waitms 100
    Print „o”
    Waitms 100
    Print „b”
    Waitms 100
    Print „o”
    Waitms 100
    Print „t”
    Waitms 100
    Print
    Waitms 10
End Sub

```

połączenia. Odpowiednie funkcje wywołane po naciśnięciu przycisków otwierają lub zamykają wybrany wcześniej z listy port COM oraz powodują zmianę komunikatu „Rozłączony” na „Połączony” lub odwrotnie. Kliknięcie na przycisku sterującym kierunkiem wywołuje odpowiednią funkcję, w której odbywa się sprawdzanie czy port COM jest otwarty. Jeśli tak, komputer wysyła znak przez port szeregowy, który jest transmitowany z użyciem interfejsu Bluetooth komputera PC i odbierany przez sparowany z nim pojazd. Przykładową funkcję powodującą wysłanie komendy do jazdy na wprost pokazano na **listingu 3**.

W pojeździe napięcie akumulatora jest mierzone przez przetwornik A/C mikrokontrolera i przesyłane do komputera PC. Wysyłanie odbywa się w procedurze, która jest wywoływana co kilkaset milisekund. W niej najadu-

je się również przeliczanie danych z przetwornika (**listing 4**). Umieszczenie tych funkcji w pętli głównej programu mikrokontrolera powodowało znaczne zwolnienie pracy i błędy transmisji szeregowej.

Pojazd jest powinien być zasilany napięciem 10...15 VDC. Po zmontowaniu pojazdu należy suwak potencjometru skrócić w kierunku masy. Następnie mierząc napięcie na nóżce 23 (PC0) mikrokontrolera należy wyregulować wskazania miernika napięcia.

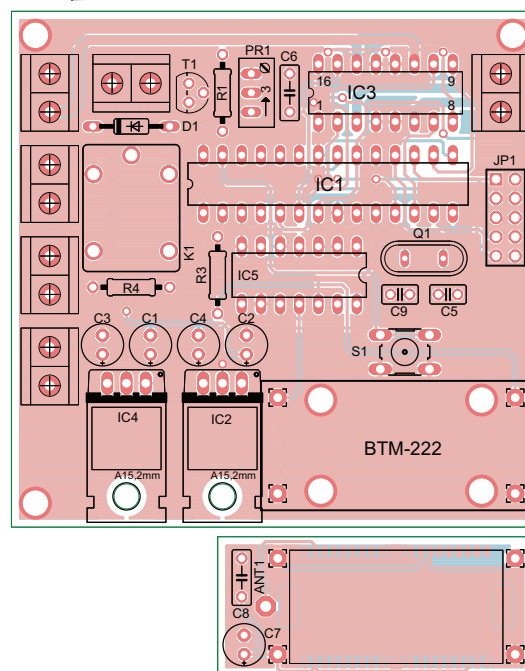
Uwaga! Napięcie na nóżce 23 nie może przekraczać 5 VDC!

Listing 3. Funkcja odpowiedzialna za jazdę na wprost (Visual Studio 2005)

```

private: System::Void button3_Click(System::Object^ sender, System::EventArgs^ e)
{
    if (serialPort1->IsOpen)
    {
        serialPort1->Write („c”); //procedura jazdy prosto
    };
}

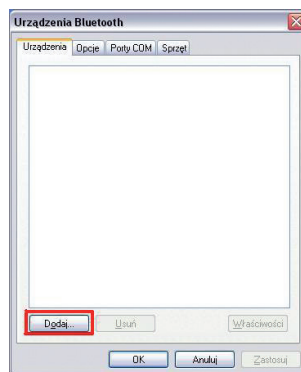
```



Rysunek 2. Schemat montażowy sterownika pojazdu

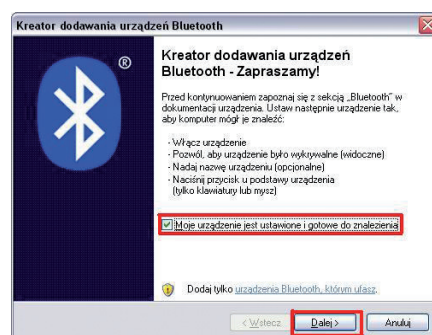


Fotografia 3. Modyfikacja kół w celu ich zamocowania na serwomechanizmie

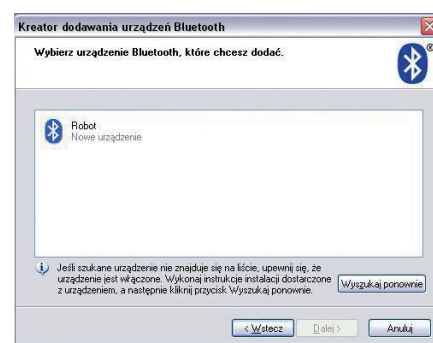


Fotografia 4. Okno wyszukiwania urządzeń Bluetooth

Do zasilania modelu zastosowałem osiem akumulatorów typu AA w dwóch koszykach.



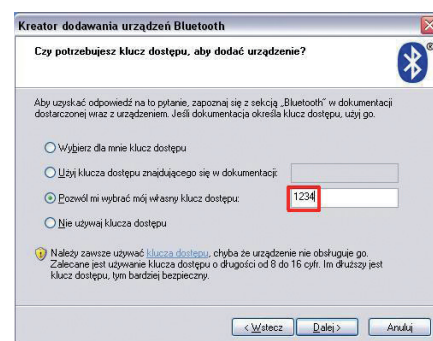
Fotografia 5. Zaznaczenie opcji w oknie kreatora dodawania urządzeń



Fotografia 6. Okno wyboru urządzenia Bluetooth do dodania

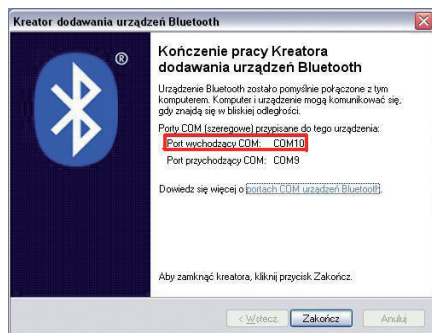
Montaż

Schemat montażowy sterownika pojazdu pokazano na **rysunku 2**. Montaż płytki sterującej nie powinien sprawiać proble-



Fotografia 7. Wpisanie klucza dostępu

R E K L A M A



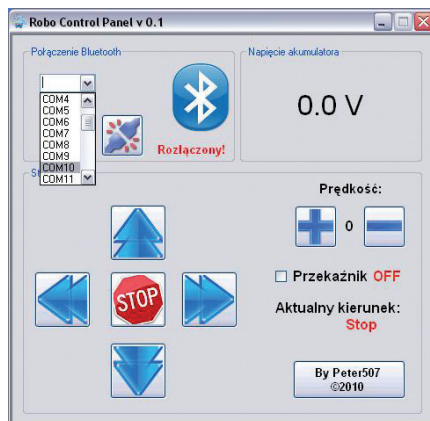
Fotografia 8. Wyświetlenie numerów wirtualnych portów COM

mów. Warto zamontować podstawki pod układu scalone, co ułatwi ewentualny serwis i uruchomienie pojazdu. Znacznie więcej uwagi trzeba poświęcić konstrukcji mechanicznej, aczkolwiek ten opis zawiera tylko propozycję jej wykonania. Płytki można użyć np. do sterowania zabawką, modelem czołgu itp.

Jako napędu modelu użyto serwomechanizmów modelarskich. Zastosowałem jedno z najtańszych dostępnych na rynku – TURNIGY TG9e. Można je bez większych problemów kupić poprzez internetowe sklepy modelarskie oraz portale aukcyjne. Z takiego serwomechanizmu trzeba usunąć płytkę z układami elektronicznymi, a pozostawić jedynie sam silnik oraz przekładnię. W serwomechanizmie musimy również wyłamać zabezpieczenie przed obrotem oraz wyciąć blokadę w potencjometrze, który oryginalnie służy do informowania o pozycji serwomechanizmu, a nam nie będzie potrzebny.

Podwozie można wykonać laminatu szklano-epoksydowego. Wiertłem o średnicy 6 mm wykonałem cztery otwory do zamocowania przedniego koła obrotowego oraz dwa o średnicy 3 mm do zamocowania drewnianego klocka, na którym umieściłem silniki napędzające. Płytkę sterującą zamocowałem za pomocą słupków dystansowych.

Koła powinny być tak dobrane, aby płyta bazowa była ustawiona równolegle do podłoża. W proponowanej konstrukcji przednie koło nie ma napędu i jest skrętne. Poziome ustawienie platformy gwarantuje, że pojazd będzie równomiernie obciążał koła i poruszał się w zamierzonym kierunku.



Fotografia 9. Wybór portu COM w oknie aplikacji sterującej

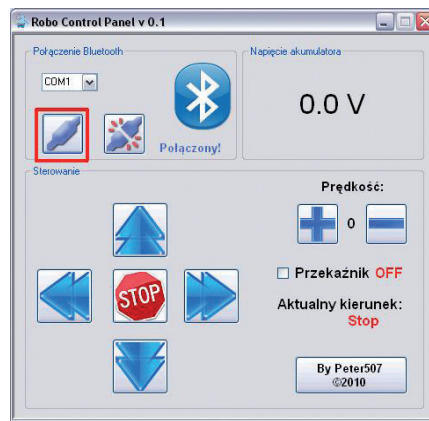
Przednie koło skrętne zastosowane w modelu pochodzi od jeżdżącej szafki, ale bez problemu można je kupić w sklepie z artykułami metalowymi lub markecie budowlanym. Można je również wykonać we własnym zakresie. Koła tylne pochodzą z zabawki. Ja zamocowałem je do serwomechanizmów z użyciem orczyków co pokazano na fotografii 3. Następnie nałożyłem koło na zębatkę w serwomechanizmie i zamocowałem śrubą.

Serwomechanizmy przymocowałem do platformy za pomocą paska blachy. Wygiąłem z niego uchwyt w kształcie litery U i przykręciłem do klocka drewnianego za pomocą wkrętów.

Uruchomienie

Gdy urządzenie jest zmontowane i zasilane, to poprzez złącze ISP programujemy procesor. Bity opcji ustawiamy na pracę z zewnętrznym rezonatorem o częstotliwości 8 MHz.

Po włączeniu zasilania pojazdu przez około 1 sekundę przytrzymujemy przycisk na płytce. Mikrokontroler wykona wówczas procedurę nadania nazwy modułowi Bluetooth (listing 5). Przycisk naciskamy tylko przy pierwszym uruchomieniu urządzenia, ponieważ później nazwa modułu zapisuje się w jego pamięci wewnętrznej. Kolejnym etapem jest odnalezienie urządzenia Bluetooth w komputerze PC. W tym celu wchodzimy w menu *Start -> Panel Sterowania ->*



Fotografia 10. Umieszczenie przycisku „połącz” i komunikat o połączeniu

Urządzenia Bluetooth. Wybieramy opcję *dodaj* (fotografia 4), następnie zaznaczamy, że nasze urządzenie jest gotowe do znalezienia (fotografia 5) i klikamy *Dalej*. Teraz czekamy aż komputer odnajdzie moduł Bluetooth pojazdu (fotografia 6). Zaznaczamy go i przechodzimy dalej. Tu oznaczamy opcję z wyborem własnego klucza dostępu do urządzenia i wpisujemy „1234” (fotografia 7).

Gdy proces łączenia urządzeń w parę zakończy się, wyświetlą się dwa nowe, wirtualne porty COM (fotografia 8). My użyjemy tylko portu wychodzącego. Numer tego portu wpisujemy w programie do sterowania pojazdem.

Przed uruchomieniem programu *Robo Control Panel* musimy zainstalować pakiet firmy Microsoft .NET Framework 2.0, jeśli używamy systemu Windows XP. Jeśli na naszym komputerze jest system Vista bądź Windows 7, to nie musimy instalować tego pakietu ponieważ jest on domyślnie zainstalowany. Po uruchomieniu programu wybieramy z listy numer portu COM, który wyświetlił się nam wcześniej (fotografia 9) i klikamy przycisk „Połącz” (fotografia 10). Jeśli pojawi się komunikat „Połączony”, to oznacza, że możemy rozpocząć sterowanie pojazdem.

Przyciskami +/- regulujemy prędkość, strzałkami sterujemy kierunkiem ruchu, zaś na dole jest włącznik przekaźnika znajdującego się na pojeździe.

Piotr Rosenbaum
peter507@o2.pl

R E K L A M A

Komputerowy sterownik LED

AVT 5240

www.sklep.avt.pl

