

ROBOrobak, część 1

Postanowiłem połączyć przyjemne z pożytecznym budując zabawkę, która przysporzy moim pociechom radości. I oto powstał samodzielnie i według swego widzimisię – podejmujący proste decyzje – sympatyczny ROBOrobak. Jedynym zadaniem ROBOrobaka jest poruszanie się po pomieszczeniu, wydawałoby się, w celach poznawczych, do momentu wyczerpania się akumulatorów.

Rekomendacje:

projekt iście wakacyjny, dający jednocześnie możliwość poznania od strony praktycznej podstawowych zagadnień związanych ze sterowaniem silników elektrycznych za pomocą mikrokontrolerów.

Zasada działania/zachowanie

Prezentowana zabawka porusza się na trzech kółkach. Pierwsze kółko – wolne, bez napędu, obraca się także swobodnie w płaszczyźnie poziomej, pozostałe koła są napędzane bezpośrednio przez silniki. ROBOrobak jest zaopatrzony w czułki służące do identyfikowania napotykaných po drodze przeszkód. Czulek środkowy ma za zadanie wykrywanie przeszkód umiejscowionych niżej i centralnie. Po napotkaniu przeszkody ROBOrobak wycofuje się a następnie wykonuje obrót w tył, po czym kontynuuje przez jakiś czas jazdę w przód lub pozostaje jakiś czas w bezruchu, wydając charakterystyczne dźwięki – pomrukiwanie.

Czasy: jazdy, postoju, częstotliwości pomrukiwania, kątów obrotu, są czasami w określonym zakresie wyznaczonymi przez generator liczb losowych – są, więc przypadkowe. Przewidywalny jest też kierunek oraz kąt obrotu, jaki wybiera ROBOrobak po upływie czasu postoju. Zachowanie zabawki jest, więc w dużym stopniu nieprzewidywalne.

W trakcie postoju ROBOrobak jest wrażliwy na to, co się z nim dzieje. Dotknięcie czułki, powoduje natychmiastową reakcję: w wypadku czułki skrajnego – wycofanie i obrót w tył, w wypadku środkowego – tylko wycofanie. Po parokrotnych tego rodzaju manewrach, zaniepokojony owad zamiera na jakiś czas w bezruchu.

Przemieszczenie ROBOrobaka powodujące obrót jednego z kół, w trakcie postoju, wymusza wyjście z tego stanu i wznowienie ruchu (ucieczkę). Zarówno w trakcie ruchu jak i postoju, ROBOrobak kontroluje

kontakt z podłożem. Funkcją czujnika spełnia przednie kółko. Pierwszy styk tego specyficznego czujnika stanowi końcówka jego pionowej ośki, pracującej w tulei, drugi – płaska sprężyna znajdująca się nad nią. Po podniesieniu zabawki z podłoża, ośka opada w tulei pod wpływem ciężkości, tracąc tym samym kontakt ze sprężyną i przerywając obwód (odcinając potencjał masy od układu sterowania). Po kilku sekundach, jeśli stan ten utrzymuje się – ROBOrobak zamiera w bezruchu i nie wydaje dźwięków. To zachowanie przeniosłem na zabawkę ze świata owadów. Niektóre z nich (np. biedronka siedmiokropka), niepokojone przez intruzów, posuwają się do zręcznych forteli – udając martwe. Mało sensowne wydaje się poza tym, by napędy pracowały, gdy ROBOrobak znajduje się w powietrzu. Gdy ma to miejsce, po zamarcu zabawki, co jakiś czas jednak, silniki uruchamiają się, dając tym samym ROBOrobakowi możliwość wznowienia normalnej aktywności. Zdarzają się, bowiem sytuacje, gdy przód zabawki podnosi się w zetknięciu jej części z jakimiś przeszkodami. Gdyby nie opisana zdolność, ROBOrobak pozostawałby w bezruchu w nieskończoność. A tak, wycofując się, po odzyskaniu kontaktu z podłożem, nabiera pewności siebie i wznowia swoją aktywność.

Na tor ruchu zabawki składa się jazda w przód, tył oraz obroty w prawo i lewo w tył. Zdarza się, że ROBOrobak natrafia na przeszkody, których nie jest w stanie zidentyfikować za pomocą czulek. Co wtedy?

Ruch w przód oraz obroty kontrolowane są przez czujniki optycz-



ne. Jeśli nie generują one impulsów odzwierciedlających obrót kół, w wypadku ruchu do przodu – następuje zatrzymanie i wycofanie z obrotem w tył, w wypadku obrotu – następuje zatrzymanie. Potem ROBORobak porusza się do przodu lub pozostaje jakiś czas w bezruchu. Zdarzają się sytuacje, że ruch w tył, w związku z powyższymi wypadkami, jest nie wskazany (np. ROBORobak wpada w pułapkę: porusza się do przodu i do tyłu bez możliwości obrotu). Po kolejnym napotkaniu przeszkody, w trakcie ruchu do przodu, ROBORobak obróci się więc o 90° w prawo lub w lewo w tył, a następnie ruszy do przodu. O podjęciu tej akcji zadecyduje określona liczba nieudanych (nie wykonanych do końca) obrotów. Sytuacje takie mogą

też mieć miejsce w wypadku, gdy ROBORobak identyfikuje przeszkody za pomocą czulek, lecz nie może – parokrotnie, po wycofaniu, wykonać obrotu w tył.

Wspomniane już czujniki optyczne zapewniają również stałą prędkość ruchu zabawki, wpływając tym samym na to, że tor ruchu na wprost lub w tył jest w miarę (wizualnie) liniowy. Sterowanie prędkością realizowane jest oczywiście poprzez zmianę wypełnienia impulsów dostarczanych na uzwojenia silników. Może się ono zmieniać w zakresie 1...10. Częstotliwość pracy silnika wynosi 667 Hz.

Wspomniana funkcja (stała prędkość) jest realizowana poprzez kontrolę liczby impulsów nadchodzących z czujników optycznych

– w jednostce czasu. Zbyt duża, rzeczywista prędkość koła w stosunku do prędkości zadanej, powoduje zmniejszenie wypełnienia impulsów (zmniejszenie prędkości koła) i na odwrót.

Na uwagę zasługuje to, w jaki sposób, w wypadku zetknięcia czulek z przeszkodą (jazda w przód) wyhamowywane są silniki. Gwałtowne hamowanie odbywa się na skutek krótkotrwałego ruchu wstecz (!).

Kontrola akumulatorów, podczas postoju, po każdym „mruknięciu” ROBORobaka wykonana jest poprzez zliczenie czasu ładowania kondensatora. Jeśli czas jest zbyt długi (zbyt niskie napięcie akumulatorka) – ROBORobak wchodzi w stan bezczynności, sygnalizując to za pomocą dźwięku (dopominając się o „nakarmienie” – naładowanie”)

Budowa

Konstrukcję nośną zabawki (rys. 1) stanowi plastikowa rama (wykonana z pokrywki korytka od kabli elektrycznych), do której jest przymocowana platforma głowy – wycięty z plastiku gruby krążek – podobnie jak koła opasane następnie gumkami.

Ponieważ zabawka poświęca sporo czasu na poruszanie się, istnieje potrzeba ułożyskowania kół. Łożyska z osiami oraz nasuniętymi na nie kołami, wciśnięte są do plastikowych rurek a te następnie wklejone w boki ramy. W platformę głowy wciśnięta jest tuleja dla osi pionowej przedniego koła. Na platformie umocowane są za pomocą zagiętych szpilek czujniki. Są to miniaturowe sprężyny stykowe (wymontowane z mechanizmów magnetofonowych). Trzy sprężyny zostały odpowiednio sprężone z czulkami wykonanymi z rozwiniętej częściowo linki stalowej (bardzo ważne by czułki były sprężyste i odpowiednio elastyczne). Czwarty czujnik (do kontroli kontaktu z podłożem) został już opisany. Od czujników do układu sterowania biegną cienkie przewody odzyskane z uzwojenia anteny ferrytowej.

Drugą część ROBORobaka stanowi platforma z silnikami, akumulatorami i elektroniką. Jest ona przytwierdzona do przodu ramy za pośrednictwem zawiasu. Kolejne punkty jej kontaktu z dolną częścią zabawki stanowią punkty oparcia osi na kołach. Siła docisku tych

```
List. 1.
#include"Head.h"
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
int main(void)
{
    io_init(); //inicjacja port`w
    extint_init(); //przerwa` od enco-
    der`w k`
    timers_init(); //timer`w
    sei(); //zez.glob.na prze-
    rwnia

    wdt_enable(WDTO_500MS); //ze-
    zwolnienie dla Watchdog Timer na timeout
    = 0,5s

    MovRotate = BackRight;
    while(1)
    {
        refSpeedMotR = refSpeedMotL =
        setSpeed; // nastawa pr`dkotci
        TimerOper = RandGen(1,20);
        //oblicz czas trwania ruchu w prz`d
        TimerOper_FlagZero = 0;
        //rozpoczniej odliczanie
        CommMoveRegister = Forward;
        //komenda - w prz`d
        ControlMove(); //wysteruj
        silniki
        //////////////////////////////////////
        //RUCH W PRZED
        do
        {
            wdt_reset (); //kasuj
            Watchdog Timer

            if(ReactionFlag) //reak-
            cja na flag` uaktywnion` przez kontakt
            z przeszkod`
            ReactionControl();

            if(FlagEmergencyMove)
            //reakcja na stan awaryjny
            MoveEmerg();

            ControlGround(); //kon-
            trola kontaktu z pod`ojem

        }while(!TimerOper_FlagZero);
        //p`tla , dop`ki nie minie czas ruchu
        //////////////////////////////////////
        //POSTEJ
        Stopover(); //zatrzymanie

        count45 = RandGen(1,3); //
        oblicz czas po jakim ,pierwszy odg`os
        TimerOper = RandGen(2,10);
        //oblicz czas trwania postoju
        TimerOper_FlagZero = 0;
        //rozpoczniej odliczanie
        do
        {
            wdt_reset (); //kasuj
            Watchdog Timer
            //////////////////////////////////////
            ~~~~~
            ~~~~~
            ~~~~~
            if(!feelerL) //jetli
            aktywny lewy czulek w czasie postoju
            {
                ++counterIntruderMove;
                reakcion(BackRight);
            }
        }
    }
}
```

```
List. 1. cd
aktywny if(!feelerR) //jetli
prawy czulek
reakcion(BackLeft);

if (!nose)
//jetli aktywny nos
{
    FlagStopp = 0;
    ++counterIntruderMove;
    BackMotion(); //ruch
}
wstecz
}
////////////////////////////////////
//
ControlGround(); //kon-
trola kontaktu z pod`ojem

if (!count45)
{
    FlagStopp = 1;
    Tickk(6,20000);
}
//odg`os
test battery();
//kontrola poziomu napięcia baterii
count45 = RandGen(1,8);
//oblicz czas po jakim ,kolejny odg`os
w czasie postoju
}

if(FlagIntruderMove)
//jetli nast`pi obr`t koła w czasie
postoju - wznowienie ruchu(ucieczka)
break;

if(counterIntruderMove == 4)
//jetli 3 -krotna, w czasie postoju,
reakcja na uaktywnienie czulek
{
    counterIntruderMove = 0;
    Delay_ms(20000); //stan
bezczynności
}

}while(!TimerOper_FlagZero);
//p`tla , dop`ki nie minie czas postoju
FlagIntruderMove = 0;
FlagStopp = 0;

if (randReg & 0x01) //wyb`r
midzy :jazda na wprost lub obr`t
{
    angle Imp = angle(20,60);
//obliczenie k`ta obrotu
if (MovRotate == BackLeft)
//jetli poprzednio ,nast`powa` obr`t
w lewo w tył
MovRotate = BackRight;
//zmiana na kierunek obrotu przeciwny
else
MovRotate = BackLeft;
CommMoveRegister = Mo-
vRotate; //komenda:obr`t zgodnie
z powyższym - wysterowanie silnik`w
Rotate();
}
}
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
// END
```

osi do kół zwiększana jest przez tylną sprężynę. Poza tym do tyłu platformy przylutowany jest kołek, który ustala jej położenie względem ramy (kołek z platformą jest względem ramy ruchomy).

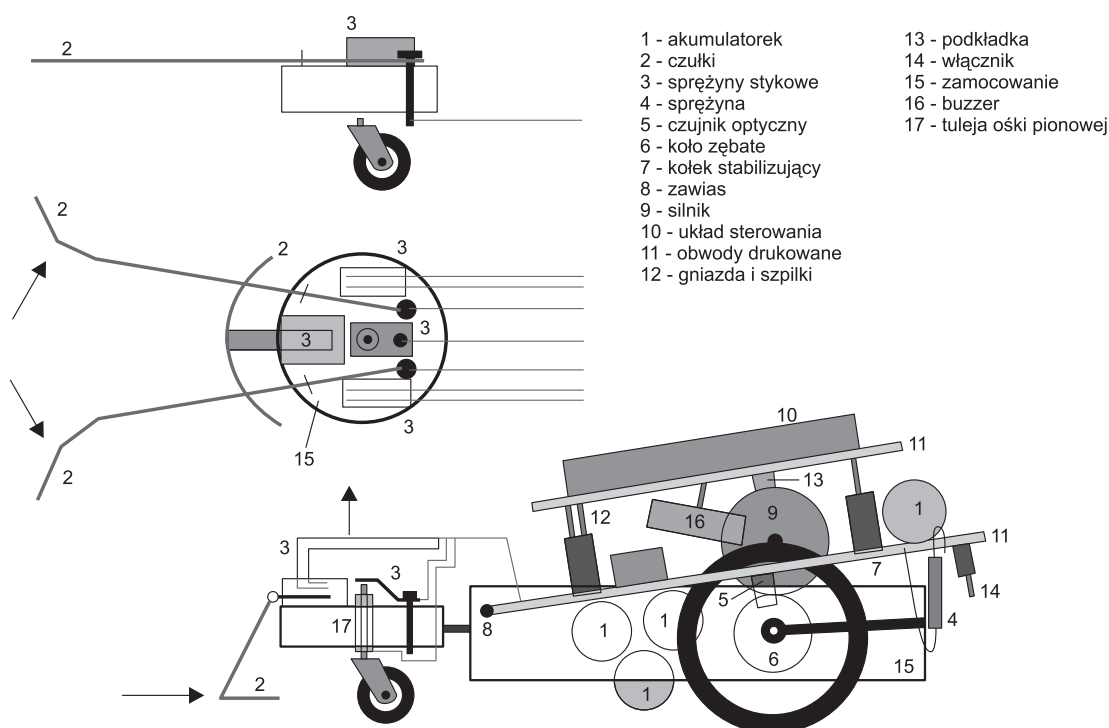
W skład opisanej powyżej platformy wchodzi płytka drukowana. Na dolnej płytce (stanowiącej podstawę tej platformy) znajduje się m.in. driver silników oraz od jej spodu – czujniki optyczne. Górna płytka to układ sterowania z procesorem. Płytki te połączone jest

z dołą za pomocą szpilek (najlepiej długich goldpinów) wtykanych w dwa gniazda.

Opis programu głównego

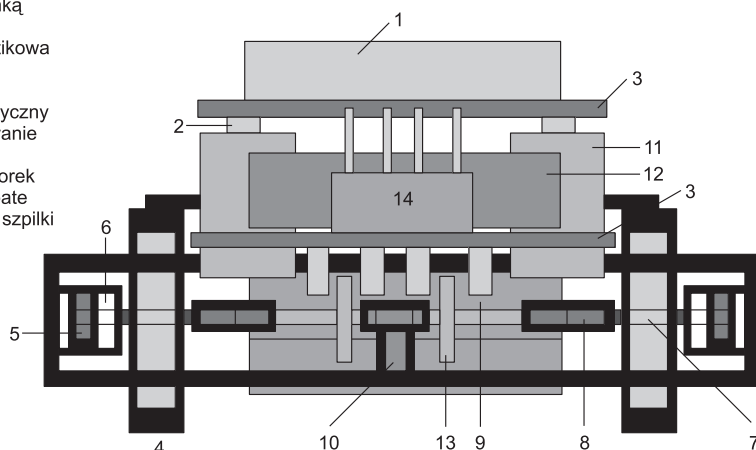
Na początku programu głównego (list. 1) następuje inicjacja portu, zewnętrznych przerwań oraz timerów łącznie z watchdogiem. Po ustawieniu prędkości, generator liczb losowych zbudowany w oparciu o rejestr przesuwany i Timer0, generuje liczbę, z ustalonego przez programistę zakresu, stanowiącą

widok z boku



widok z tyłu

- 1 - układ sterowania
2 - podkładka
3 - obwody drukowane
4 - koło z gumką
5 - łożysko
6 - tuleja plastikowa
7 - ośka
8 - tulejka
9 - czujnik optyczny
10 - zamocowanie
11 - silnik
12 - akumulator
13 - kółko zębate
14 - gniazdo i szpilki



Rys. 1. Budowa mechaniczna ROBORobaka

czas ruchu ROBORobaka po prostej (czas ten nie będzie wydłużony przez czas ruchów, jakie wykonana na skutek kontaktu z przeszkodami). Po rozpoczęciu odliczania następuje ustawienie wyjść procesora w kierunku drivera silników i wejście do pętli ruchu.

Tutaj skanowane są ciągle dwie flagi: detekcji przeszkody oraz ruchu awaryjnego (inicjowanego na skutek parokrotnego zatrzymania przez przeszkodę podczas ruchu w przód bez możliwości pełnego obrotu w tył). Następna czynność to kontrola kontaktu z podłożem.

Pętla wykonywana jest do momentu ustawienia flagi (w programie obsługi timera) wskazującej na to, iż upłynął czas ruchu. Po wyjściu z pętli następuje wystawienie odpowiednich sygnałów STOP w kierunku drivera. ROBORobak zatrzymuje się. Teraz obliczane są przy pomocy wspomnianego generatora dwa czasy: postoju oraz czas, po którym nastąpi pierwsze „mruknięcie” (o zakresie czasów również decyduje programista). Po rozpoczęciu odliczania następuje wejście w pętlę postoju. Teraz sprawdzane są stany wejść czujników sprzężonych z czułkami i jeśli któreś będzie aktywne, wywołana będzie odpowiednia procedura reakcji. Po sprawdzeniu kontaktu z podłożem, jeśli minął czas do pierwszego „mruknięcia”, następuje wygenerowanie go, przeprowadzenie kontroli baterii oraz obliczenie przerwy do następnego odgłosu. Teraz skanowana jest flaga

ustawiana w podprogramie obsługi przerwania zewnętrznego, a sygnalizująca próbę przesuwania ROBORobaka w czasie postoju. Jeśli próba taka miała miejsce (nastąpił obrót koła) następuje wyjście z pętli postoju. Jeśli nie, sprawdzany jest licznik reakcji na uaktywnianie czułek w czasie postoju. Jeśli reakcji takich było kilka, następuje wejście w pętlę czasową – ROBORobak wchodzi w stan bezczynności.

Po wyjściu z pętli postoju, jeśli wartość rejestru generatora jest w danej chwili nieparzysta, po wygenerowaniu wartości kąta, nastąpi skok do podprogramu obrotu w tył (kierunek obrotu będzie przeciwny do poprzedniego). Po wykonaniu obrotu lub też nie, następuje przejście do początku pętli głównej.

Co się dzieje, gdy ROBORobak, podczas ruchu w przód, napotyka czułkiem na przeszkodę?

Co 125 μ s następuje przepełnienie timera. Jeśli podprogram wykryje uaktywniony czułek, ustawia fla-

gę (jeśli poprzednio nie była ustawiona), po czym na 50 ms wystereowuje silniki na pracę wstecz, następnie je zatrzymuje. Jeśli program główny wykryje, że wspomniana flaga jest ustawiona, przechodzi do podprogramu, w którym podejmuje następujące działanie: jeśli nie było trzech stanów awaryjnych, w zależności od tego, który czułek jest aktualnie uaktywniony, przechodzi do podprogramu reakcji z odpowiednim parametrem. Oznacza to ruch w tył przez określony czas, obliczenie wartości kąta obrotu, ustawienie jego kierunku (w zależności od wspomnianego parametru) i przejście do podprogramu obrotu.

Jak jest wykonywany podprogram obrotu koła?

Na wstępie zerowane są liczniki kół. W zależności od wartości rejestru kierunku, są wystereowywane odpowiednio silniki. Podprogram wchodzi w pętlę, w której skanowana jest odpowiednia zmienna, której przypisywana jest wartość odpowiedniego licznika (zależy to również od

wartości rejestru kierunku). Wartość wspomnianej zmiennej to odbicie tego, co się dzieje z odpowiednim kołem. Stopień jego obrotu śledzony jest poprzez podprogram przerwania zewnętrznego, odpowiedniego dla danego koła. Pętla trwać będzie tak długo (tym samym dany obrót), jak wartość zmiennej (tym samym wartość licznika odpowiedniego koła) będzie mniejsza od obliczonego kąta obrotu lub do momentu, gdy wystąpi stan awaryjny, wynikły z unieruchomienia danego koła. Po wyjściu z pętli, jeśli wystąpił stan awaryjny, następuje zwiększenie jego licznika. Kolejny krok to zatrzymanie silników i wystereowanie ich we wcześniejszym podprogramie na pracę w przód, następnie powrót do programu głównego, do pętli ruchu.

Reasumując: po zetknięciu się czułka z przeszkodą, ROBORobak gwałtownie zatrzymuje się (ruch wstecz i stop), cofa się przez określony czas, zatrzymuje, wykonuje obrót, zatrzymuje i wznawia ruch w przód.

Grzegorz Sipiorka



IMPOL-1

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA I ELEKTROTECHNIKA KOLEJOWA

- bezstykowe czujniki zbliżeniowe
- tachometry
- liczniki impulsów i czasu
- wskaźniki temperatury
- wskaźniki prądu i napięcia
- układy kontroli ruchu
- zasilacze przemysłowe 24VDC
- przekaźniki czasowe
- styczniki AC i DC
- złącza przemysłowe
- przetłączniki i inne elementy stykowe
- sterowniki SIMATIC S7-200, S7-300
- falowniki SINAMICS, MICROMASTER
- panele operatorskie SIMATIC HMI
- moduły logiczne LOGO!
- przetworniki obrotowo-impulsowe

Warsztaty z zakresu
SIMATIC S7-200

Więcej szczegółowych informacji:

IMPOL-1 Sp.j.
02-255 Warszawa
ul. Krakowiaków 103
tel. (22) 886-56-02
fax (22) 886-56-04
www.impol-1.pl

Na żądanie wysyłamy bezpłatne katalogi w/w wyrobów