

Izdelava mobilnega robota z razvojnim sistemom roboPIC (9)

Avtor: Silvan Bucik

E-pošta: silvan.bucik@tscng.net

Forum: www.svet-el.si/phpBB2/index.php

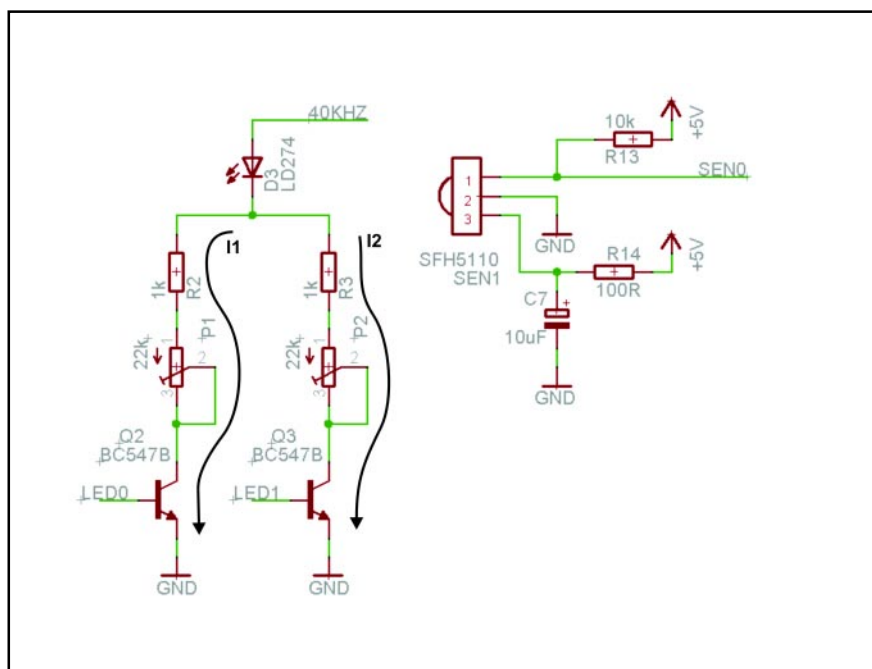
V preteklih dveh številkah smo se seznanili z dvema vrstama senzorjev, ki jih bomo uporabljali v naših aplikacijah. To so senzori z diskretnim in analognim izhodom. Na kratko povzemimo bistvene razlike med njima. Senzorji z diskretnim izhodom, kot že njihovo ime pove, dajejo na svojem izhodu dve logični stanji: logično 1 (+5 V) ali logično 0 (0 V); senzor je nekaj opazil, ali pa ni videl ničesar. Za razliko od diskretnih, je izhod analognih senzorjev zvezen. Kot rezultat meritve dobimo na izhodu sensorja napetost, ki je sorazmerna z izmerjeno razdaljo. Kdaj se odločimo za uporabo prvega ali drugega sensorja? Prednost se kaže na strani senzorjev z analognim izhodom, vendar svoje pove tudi cena, ki je na strani senzorjev z diskretnim izhodom (če primerjamo različici GP2D12 in SFH5110). Ne glede na višjo ceno pa imajo analogni senzori kar nekaj prednosti, ki zlahka nagenejo jeziček na tehtnici v njihov prid.

Merjenje več razdalj s senzorjem z diskretnim izhodom

V tem razdelku bomo spoznali, kako lahko z enim samim digitalnim senzorjem preverimo dve ali več razdalj. Osnovna ideja je, da bi skozi IR led diodo, ki osvetljuje prostor z modulirano svetlobo, lahko spreminjali tok ter s tem vplivali na občutljivost sprejemnika.

Tok skozi IR led diodo pošiljamo po dveh vejah: po veji, ki jo označuje tok I1 ali po veji, ki jo označuje tok I2 (lahko pa tudi skozi obe veji). Kolikšen tok bo stekel skozi IR led diodo in posledično, s kolikšno svetilnostjo bo dioda svetila, je odvisno od nastavitve obeh trimmerjev. Pri izvajanju preverjanja dveh razdalj se izvedeta dve meritvi. Pri prvem merjenju steče tok skozi IR led diodo po prvi veji – skozi trimer P1, pri drugem merjenju pa skozi trimer P2. Ker IR led dioda v obeh primerih sveti različno, se tudi rezultata obeh meritev med seboj razlikujeta. Tranzistorja v vezavi opravljata funkciji stikal, ki se v času meritve aktivirata, sicer pa sta zaprta (drugače bi prihajalo do motenja delovanja med posameznimi merjenji).

Povečanje zmogljivosti posameznega sensorja na omenjeni način je smiselno pri merjenju največ dveh ali treh razdalj v isti smeri. Izvajanje meritev namreč ne poteka neskončno hitro. V praksi se je pokazalo, da za izvedbo meritve na posameznem sensorju potrošimo okoli 1 ms časa. To pomeni, da za izvedbo vseh meritev porabimo toliko milisekund časa, kolikor merjenj moramo izvršiti. Ob tem pa robot ne stoji pri miru, ampak se pomika po labirintu. Upoštevati je potrebno, da pot, ki jo je robot prepotoval, ni enaka nič, ampak jo v nekaterih primerih že lahko merimo v centimetrih. V primerih, ko ocenimo, da bo čas trajanja meritev postal občutno daljši od predvidenega, se izplača poseči po analognem sen-



Slika 1: Princip merjenja dveh razdalj z enim senzorjem

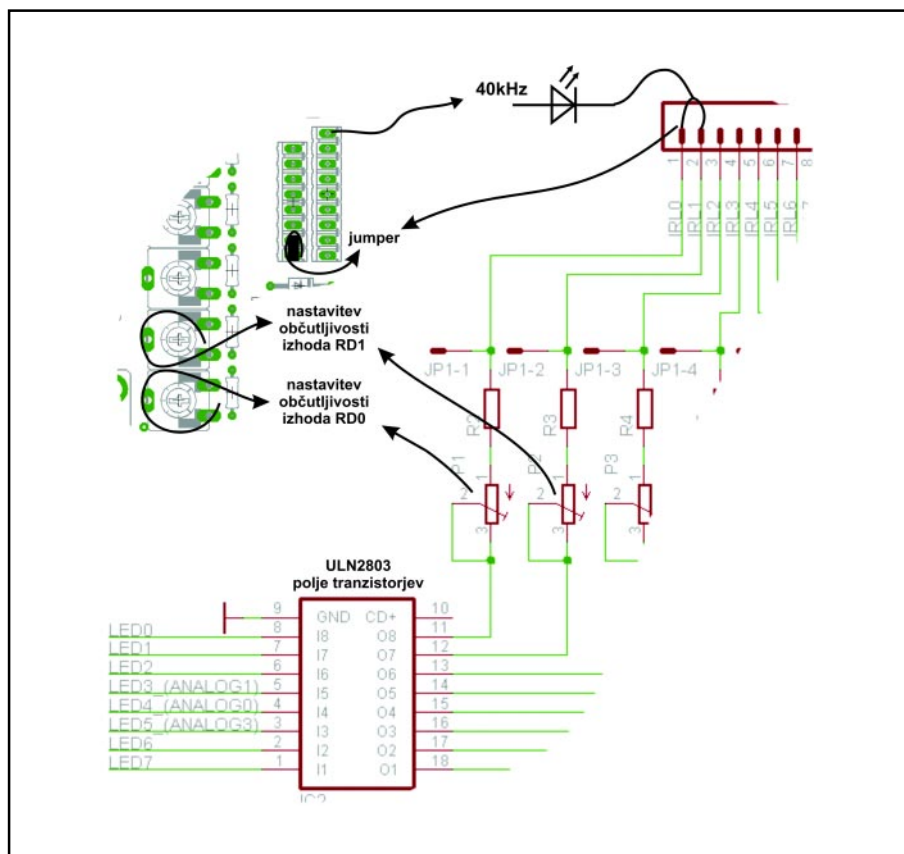
zorju. Slednjega je v aplikacijah tudi enostavneje uporabljati, predvsem pa se čas meritev skrajša (ob enem se zmanjša tudi število elementov na tiskanem vezju).

Poskusimo napisati program, ki bo omogočal merjenje dveh razdalj z enim diskretnim senzorjem. Uporabili bomo sprejemnik na vhodu RA2 in oddajno IR led diodo na priključku RD0. Priključek IR led diode RD0 bomo preko mostiča povezali s priključkom RD1. Rezultat meritve bomo prikazali na indikacijskih led diodah na priključkih RB0 in RB1. Za lažje razumevanje naloge si bomo pomagali s sliko 2.

Pristop k reševanju naloge:

- najprej namestimo mostiček na ustrezno mesto (glej sliko 2).

- S tem smo skupaj povezali izhoda RD0 in RD1, tako da slednja skupaj krmilita IR led diodo. S tem imamo omogočeno merjenje dveh razdalj z enim samim sprejemnikom, ki je vezan na priključek RA2;
- priključke mikrokontrolerja RD0, RD1 ter RB0, RB1 (led signalizacija) definiramo kot izhode, priključek RA2 pa kot vhod. Neuporabljene priključke definiramo kot vhode. Pred pričetkom izvajanja programa je potrebno zagotoviti, da so IR led dioda ter obe signalni led diodi ugasnjeni;
 - z vklopom tranzistorja na izhodu RD0 pričnemo z merjenjem prve razdalje;
 - počakamo 1 ms, da se stanje na senzorju umiri (uporabimo knjižnično funkcijo `wait_mili` (zakasnitev_v_ms));
 - preverimo izhodno stanje senzorja in ustrezno signaliziramo z led diodo na priključku RB0;
 - izklopimo tranzistor na izhodu RD0;
 - vklopimo tranzistor na izhodu RD1, pričnemo z merjenjem druge razdalje;
 - počakamo 1 ms;
 - preverimo izhodno stanje senzorja in stanje signaliziramo z led diodo na priključku RB1;
 - izklopimo tranzistor na izhodu RD1;
 - meritev večkrat ponovimo (uporabimo neskončno zanko `do-while` (1>0)).



Slika 2: Namestitev mostiča

Rešitev problema v programskem jeziku C:

```

bit  irled_kratka @ BITNUM(PORTD,0),
        // bit RD0, vklopi IR led diodo za
        // merjenje
        // kratke razdalje
irled_dolga @ BITNUM(PORTD,1),
        // bit RD1, vklopi IR led diodo za
        // merjenje
        // dolge razdalje
senzor @ BITNUM(PORTA,2),
        // bitu RA2 priredimo ime senzor
led_kratka @ BITNUM(PORTB,0),
        // bit RB0, led dioda za indikacijo
        // kratke
        // razdalje
led_dolga @ BITNUM(PORTB,1);
        // bit RB1, led dioda za indikacijo
        // dolge
        // razdalje

// INICIALIZACIJA
void main (void)    // IME GLAVNE FUNKCIJE
{
    TRISA = 0B11111111; // PORTA definiramo kot vhod, RA2 vhod
                        // senzor
    ADCON1 = 0x07;     // PORTA definiramo kot digitalna
                        // vhodno-izhodna vrata

```

```

TRISB = 0B11111100; // RB0 in RB1 sta izhoda (led diodi)
TRISC = 0B11111111; // PORTC definiramo kot vhod, ga ne
                    // uporabljamo
TRISD = 0B11111100; // RD0 in RD1 sta izhoda (IR led
                    // dioda)
TRISE = 0B00000111; // PORTE definiramo kot vhod, ga ne
                    // uporabljamo

PORTD = 0B11111100; // IR led dioda je ugasnjena
PORTB = 0B11111111; // indikacijski led diodi RB0 in RB1
                    // sta ugasnjeni

//GLAVNI PROGRAM
do
{
    irled_kratka = 1; // testiranje kratke razdalje
    wait_mili(1);
    if (senzor==0) // če senzor zazna oviro, se prižge
        led_kratka = 0; // indikacijska led dioda
    else
        // v nasprotnem primeru
        led_kratka = 1; // pa ne

    irled_dolga = 1;
    wait_mili(1); // testiranje dolge razdalje
    if (senzor==0) // če senzor zazna oviro, se prižge
        led_dolga = 0; // indikacijska led dioda
    else
        // v nasprotnem primeru
        led_dolga = 1; // pa ne
    irled_dolga = 0;
}
while (1>0);

```

Merjenje več razdalj z analognim senzorjem

Kot smo predhodno omenili, nam analogni senzor vedno opravi le eno meritev, njegov izhod pa daje napetost, ki je premo sorazmerna izmerjeni dolžini. V tem razdelku bomo spoznali bistveno prednost analognega senzora pred senzorjem z diskretnim izhodom. Ta se pokaže v trenutkih, ko želimo dobiti boljše sliko prostora v izbrani smeri. Bistvena prednost analognega senzora pred digitalnim je, da z uporabo analognega senzora dobimo vedno enako natančen rezultat (10-bitno število). Za izvedbo meritve pa porabimo vedno enak čas, ne glede na to, kako natančno informacijo o prostoru potrebujemo.

S senzorjem z diskretnim izhodom bi za pridobitev zadovoljive slike morali opraviti več meritev, za kar bi potrošili kar precej časa. Z enim samim senzorjem sicer lahko izvedemo več meritev – preverjamo občutljivost senzora na posameznih razdaljah, vendar s tem plačujemo visok davek. Za vsako razdaljo, ki jo želimo preveriti, moramo izvesti novo meritev, kar pomeni pri večjem številu merenj kar precejšnjo porabo časa. Druga slabost je hardverske narave. Za vsako merjeno razdaljo posebej moramo na tiskanem vezju imeti na razpolago trimer za nastavitve občutljivosti senzorjev. Slednje pomeni veliko potrošenega prostora na tiskanem vezju, kar se posledično pozna tudi na dimenzijah tiskane vezja.

Nastavitve občutljivosti diskretnih senzorjev so specifične za vsakega robota posebej. Za razliko od diskretnih senzorjev se pri analognih senzorjih občutljivost senzora »nastavlja« softversko, torej trimerja (skoraj) ne potrebujemo. Uporabe trimerja se lahko poslužimo le za grobo nastavitve toka skozi IR led diodo; v mislih imamo aplikacijo IR led diode v kombinaciji s fototranzistorjem. Pri nekaterih aplikacijah (primer uporabe senzora GP2D12) pa s trimerjem nimamo več kaj početi.

Kot primerjavo si pogledjmo primer merjenja dveh razdalj z analognim senzorjem. Napisali bomo program, ki bo po opravljeni meritvi z analognim senzorjem pri izmerjeni kratki razdalji (če rezultat A/D pretvorbe znaša več kot 0x0040) prižgal led diodo na izhodu RB0, pri izmerjeni dolgi razdalji (rezultat A/D pretvorbe je večji kot 0x0200) pa se bo dodatno prižgala še led dioda na izhodu RB1.

No, pa pripravimo strategijo:

- priključke RA0, RA2 in RA3 definiramo kot vhode, priključek RD5 definiramo kot izhod,
- omogočimo delovanje analognega senzora z logično 1 na priključku RD5,
- počakamo 3 ms, da senzor opravi meritev (čas je lahko tudi krajši, odvisen je od tipa senzora),
- preberemo rezultat meritve s klicem knjižnične funkcije `get_ad(AN0,VCC)`,
- rezultat shranimo v spremenljivko razdalja,
- prekinemo delovanje senzora,
- preverimo merilni rezultat:
 - a) če je rezultat večji kot 0x0040, prižgemo led diodo na izhodu RB0,
 - b) če je večji tudi kot 0x0200, dodatno prižgemo še led diodo na izhodu RB1,
- meritev večkrat ponovimo (uporabimo neskončno zanko `do-while (1>0)`).

Rešitev problema v programskem jeziku C:

```
int razdalja;
bit led_kratka @ BITNUM(PORTB,0),
                // bit RB0, led dioda za indikacijo
led_dolga @ BITNUM(PORTB,1),
                // bit RB1, led dioda za indikacijo
sen_en0 @ BITNUM(PORTD,5);
                // priključku RD5 priredimo ime sen_en

// INICIALIZACIJA
void main (void) // IME GLAVNE FUNKCIJE

{
  TRISA = 0B11111111; // PORTA = vhod, RA0, RA1 in RA3 so
                    // analogni vhodi
  ADCON1 = 0x07;     // PORTA definiramo kot digitalna
                    // vhodno-izhodna vrata
  TRISB = 0B11111100; // RB0 in RB1 sta izhoda (led diodi)
  TRISC = 0B11111111; // PORTC = vhod, ga ne uporabljamo
  TRISD = 0B11011111; // RD5 = izhod (omogočeno delovanje
                    // analognega senzora)
  TRISE = 0B00000111; // PORTE = vhod
  PORTB = 0B11111111; // indikacijski led diodi RB0 in RB1
                    // sta ugasnjeni

//GLAVNI PROGRAM

do
{
  sen_en0 = 1; // omogočimo delovanje senzora
  wait_mili(3); // počakamo, da se meritev izvede
  razdalja = get_ad(AN0,VCC);
                // izberemo kanal št. 0 (AN0)
                // in referenčno napetost 5V (VCC)
  sen_en0 = 0; // onemogočimo delovanje senzora

  if (razdalja>0x40) // testiranje kratke razdalje
  RB0=0;           // če je razdalja daljša od »0x40«
                // se indikacijska led dioda prižge
  else
  RB0=1;           // v nasprotnem primeru se ugasne
  if (razdalja>0x200) // testiranje dolge razdalje
  RB1=0;           // če je razdalja daljša od »0x200«
                // se indikacijska led dioda prižge
  else
  RB1=1;           // v nasprotnem primeru se ugasne
}
while (1>0);
}
```

Iz rešitve je razvidno, da bi programsko besedilo lahko nadaljevali s preverjanjem različnih razdalj in prižiganjem indikacijskih led diod poljubno dolgo, brez bistvene dodatne izgube časa. Meritev se je izvedla le enkrat, za kar smo potrebovali 3 ms časa, vse nadaljnje delo pa je stvar programerja.

Nagradni nalogi:

1. Napišite program, ki bo s pomočjo uporabe analognih senzorjev:

- pognal enosmerni motor v smeri naprej, v primeru, ko bo robot preblizu stene (rezultat A/D pretvorbe je manj kot 0x0040),
 - motor naj se zavrti v nasprotno smer, ko bo robot preveč oddaljen od stene (rezultat A/D pretvorbe je več kot 0x0200).
2. Napišite program, ki bo ob uporabi diskretnega senzora:
- ustavil DC motor, v primeru, ko bo senzor pri obeh meritvah pred seboj zaznaval oviro,
 - vrtel motor naprej, v primeru, ko bo senzor zaznaval oviro le pri preverjanju dolge razdalje,
 - vrtel motor v nasprotno smer, v primeru, ko pri nobeni od meritev ne bo pred seboj zaznal ovire.

Avtorji rešitev si bodo prislužili praktično nagrado, ki jo bo podelil sponzor projekta roboPIC - podjetje ELBA-COMP d.o.o. Rešitve nam pošljite najkasneje do 10. aprila na elektronski naslov uredništva revije Svet elektronike.

Čez en mesec ...

Sedaj je že skrajni čas, da naši roboti »shodijo«. Prihranimo to veselje za naslednji mesec. Pa lep pozdrav!

Literatura:

- [1] Microchip, PIC16F87x data sheet, Microchip Technology Incorporated, 2001,
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30292c.pdf>;
- [2] B. Peršič, Gradnja mikroprocesorskih sistemov, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 1998,
- [3] HI-TECH, PICC Lite C Manual, HI-TECH Software, 2002,

- <http://www.htsoft.com/downloads/manuals.php>;
- [4] B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, Programski jezik »C«, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 1991,
- [5] Honeywell, HOA1405, reflective sensor,
http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/infrared/catalog/Pg_252.pdf
- [6] Sharp, GP2D12/15, general purpose type distance measuring sensors,
http://sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2d12_e.pdf
- [7] Agilent, HSDL-9100, Miniature Surface-Mount Proximity Sensor
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1549EN.pdf>
- [8] Infineon technologies, SFH5110, IR-Receiver for Remote Control Systems,
<http://www.ortodoxism.ro/datasheets/infineon/1-sfh5110.pdf>

Programska oprema:

- [1] Microchip, MPLAB IDE v6.61,
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/mp661.zip>;
- [2] HI-TECH software, PICC lite COMPILER v8.05PL2,
<http://www.htsoft.com/products/PICClite.php>;
- [3] Microchip, PIC18F/PIC16F Quick Programmer,
http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1824&appnote=en012031;
- [4] Petr Kolomaznik, EHL elektronika, PIC downloader v1.08,
<http://www.ehl.cz>;
- [5] Herman Aartsen, TNO - The Netherlands, PIC Bootloader +,
<http://www.microchip.com/> ●

Kemo®

Uradni zastopnik

AX ELEKTRONIKA D.O.O.
 POT HEROJA TRTNIKA 45
 1000 LJUBLJANA
 TEL.: 01 549 14 00
 E-POŠTA: STIK@SVET-EL.SI

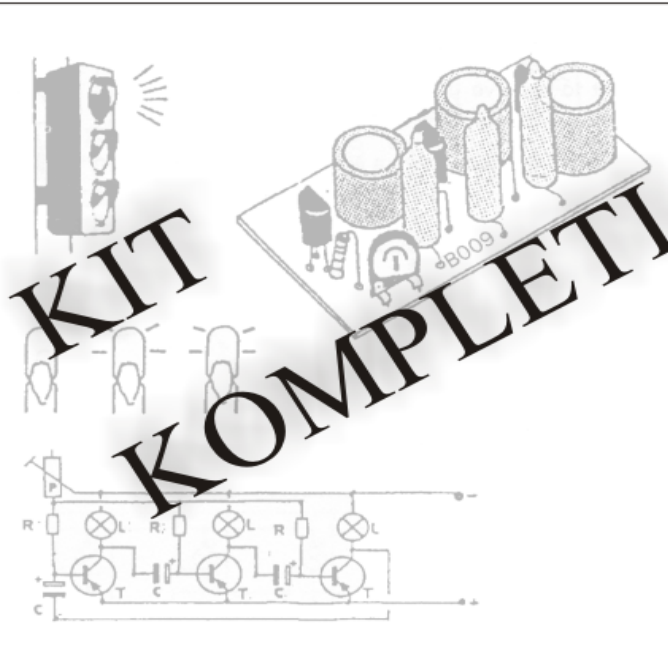


AX ELEKTRONIKA




KITS





KIT KOMPLETI

www.kemo-electronic.de

Slovenska navodila