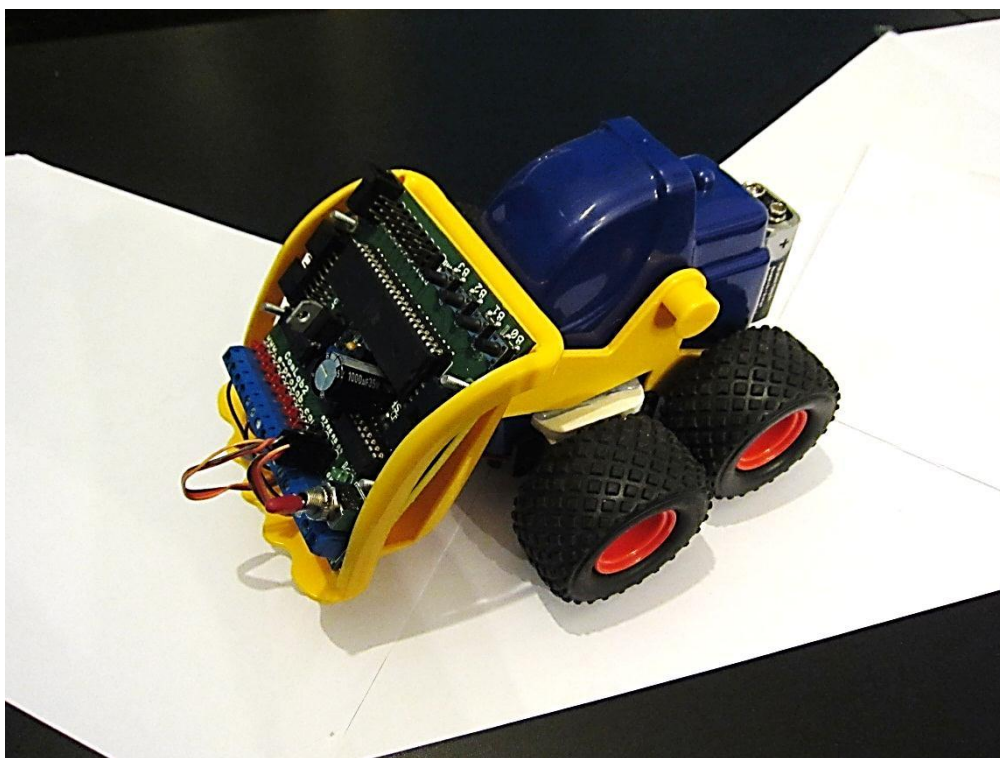


Osnovna šola Hudinja
Mariborska 125, Celje

AVTOMOBIL, KI SLEDI ČRTI

RAZISKOVALNA NALOGA



Avtorja:

Dejan RAMOVŠ, 9.b

Urh LUZAR, 9.b

Mentor:

Uroš KALAR, prof. športne vzgoje

Lektor: Tone ŽAKELJ

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2012

Osnovna šola Hudinja
Mariborska 125, Celje

AVTOMOBIL, KI SLEDI ČRTI

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorja:

Dejan RAMOVŠ, 9.b
Urh LUZAR, 9.b

Mentor:

Uroš KALAR, prof. fizike
Lektor: Tone ŽAKELJ

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2012

Kazalo

1.	Uvod.....	5
1.1.	Namen in cilji raziskovalne naloge.....	5
1.2.	Hipoteze.....	5
1.3.	Oblike in metode dela	5
2.	Teoretične osnove	6
3.1.	Fotoupor	6
3.2.	Svetleče diode – LED	7
3.3.	Upor	8
3.3.1.	Masni	8
3.3.2.	Plastni	8
3.3.3.	Žični.....	8
3.4.	Vmesnik eProDas – Rob1	9
3.5.	Programiranje vmesnika s pomočjo programa Bascom.....	10
3.5.1.	Napake v programu	11
3.5.2.	Začetek novega projekta	12
3.5.3.	Programska zanka DO-LOOP	13
3.5.4.	Pogoj	13
3.5.5.	Bralec napetosti.....	14
3.6.	Predelava servo motorja v enosmerni motor.....	14
4.	Potek dela	17
5.	Zaključek	23
6.	Literatura	24

Povzetek

V raziskovalni nalogi z naslovom »Avtomobil, ki sledi črti« smo raziskovali, kako predelati igračo vozilo tako, da bo sledilo črti. Na začetku smo morali izbrati primerno vozilo. Morali so ga poganjati motorji, nadgradili pa smo ga še z dodanimi senzorji za svetlobo, svetilom in vmesnikom, ki smo ga programirali tako, da lahko vozilo samo sledi črti. Že pri izbiri vozila smo naleteli na težavo, ko smo ugotovili, da pri njegovem delovanju pomembno vlogo igra teža vozila, če smo ga želeli avtomatizirati s pomočjo vmesnika. Prav tako so se karakteristike vožnje spreminjale glede na velikost koles in razdaljo med njimi. Glede na to, da smo si za senzorje izbrali fotoupore, smo morali biti zelo pozorni tudi na postavitev le-teh in na zagotavljanje stabilne osvetlitve podlage. Na začetku smo pričakovali, da se bo ob pravilnem programiranju vozilo lahko peljalo po kakršnikoli črti, vendar smo tekom preizkušanja ugotovili, da velikost vozila pomembno vpliva na izbiro širine črte in radij zavojev. Kljub vsemu nam je uspelo izdelati vozilo, ki uspe samo prevoziti zastavljeni poligon.

1. Uvod

1.1. Namen in cilji raziskovalne naloge

Namen raziskovalne naloge je bil predelati igračo avtomobil tako, da lahko sam sledi črti. Za etapne cilje smo si zastavili:

- izbrati primerni avtomobil-igračo,
- predelati avtomobil-igračo za souporabo z vmesnikom,
- predelati servo motorčke v navadne motorčke,
- pripraviti senzorje za zaznavanje osvetljenosti,
- zagotoviti stabilne pogoje za merjenje osvetljenosti,
- merjenje osvetljenosti podlage,
- poiskati primerno postavitev senzorjev, za optimalno delovanje avtomobila,
- sestaviti program, ki bo avto krmilil po črti.

1.2. Hipoteze

- Lahko predelava vozilo na električen pogon, da bo sledilo črti.
- Vozilo bo premagalo vse zavoje.
- Vozilo bo sledilo črti ne glede na njeno obliko in širino.
- Vozilo bo delovalo brez daljinskega vodenja.

1.3. Oblike in metode dela

Pri raziskovanju smo uporabljali metodo zbiranja podatkov, ko smo iskali rešitve za naš raziskovalni problem. Po spletu smo iskali načine, s katerimi bi lahko prišli do želene rešitve problema, ki smo si ga zastavili. V glavnem delu, smo uporabljali metodo praktičnega dela. Za natančnejši opis delovanja avtomobila, pa smo uporabili še deskriptivno metodo.

2. Teoretične osnove

Pri predelavi sva potrebovala naslednje pripomočke:

- fotoupor,
- svetleče diode (LED),
- upornik,
- vmesnik – eProDas – Rob1,
- računalniški program: Bascom (MCS Electronics),
- predelava servo motorja.

3.1. Fotoupor

Fotoupor (slika 2.1) je priprava, v kateri se odvisnost električne upornosti od osvetljenosti izkorišča za merjenje te osvetljenosti. V raziskovalni nalogi sta uporabljena dva fotoupora, vezana v delilnik napetosti (slika 2.2). Eden meri osvetljenost na temni podlagi - črti, drugi pa na svetli podlagi. Vrednosti se odčitajo s pomočjo programa eProLab. Ko zakrijemo fotoupor, se odčitana vrednost poveča. Program je oblikovan na podlagi razlike med obema vrednostma. Vmesnik samodejno odčitava vrednosti na fotouporih. (FMN, 2011)



slika 2.1: Fotoupor. (FNM, 2011)



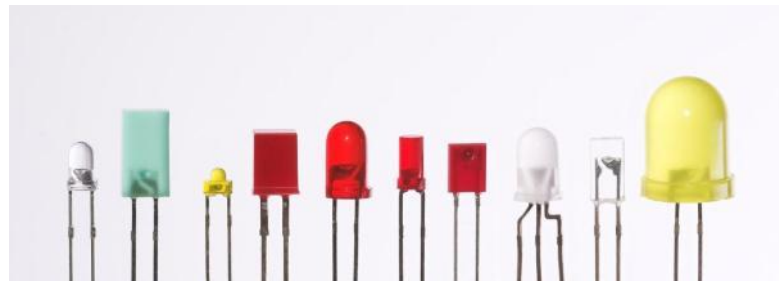
slika 2.1: Fotoupor, vezan v delilnik napetosti.

3.2. Svetleče diode – LED



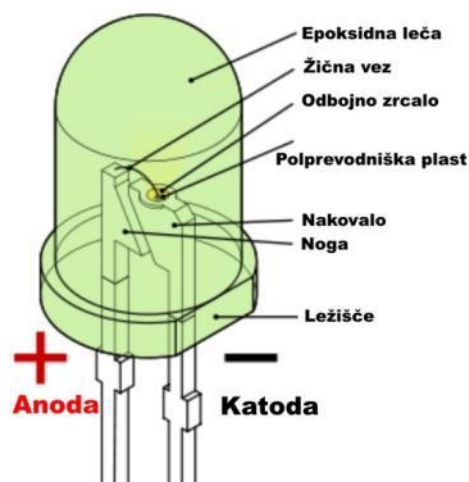
slika 2.3: Svetleča dioda. (FMN, 2011)

Svetleča dioda (slika 2.3) ali s kratico LED– Light Emitting Diode, je polprevodniški elektronski element. Kadar prevaja tok, sveti. Razlikujejo se po barvi, velikosti, svetilnosti (Slika 2.4) in še nekaterih drugih karakteristikah. (FMN, 2011)



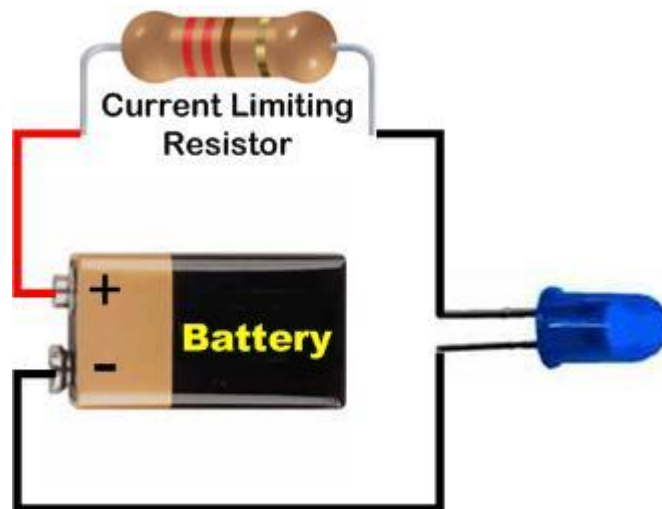
slika 2.4: Različne LED. (FMN, 2011)

Diode imajo dva kontakta. Anodo in katodo. Električni tok vstopi preko anode in izstopi preko katode (slika 2.5). LED so uporabljene pri avtomobilu, za zagotovitev stabilne osvetlitve podlage. (FMN, 2011)



slika 2.5: Anoda in katoda pri LED. (FMN, 2011)

LED so na vmesnik vezane s pred-uporom (slika 2.6), s katerim je omejen tok skozi LED, da ne pride do preobremenitve in s tem do uničenja LED. (FMN, 2011)



slika 2.6: LED vezane na pred-upor. (FMN, 2011)

3.3. Upor

Upor je eden najpomembnejših in najbolj uporabljenih elektrotehničnih elementov, čigar glavna veličina je upornost – prevodnost. Upori se delijo na:

1. Masne
2. Plastne
3. Žične

3.3.1. Masni

Masni upori so grajeni iz uporovnega telesa v obliki valja, najpogosteje iz ogljenega praška.

3.3.2. Plastni

Plastni upori so najpogosteje uporabljeni. Uporovna plast (običajno oglje, kovina) je nanešena na izolacijsko telo in spojena z dovodnimi žicami.

3.3.3. Žični

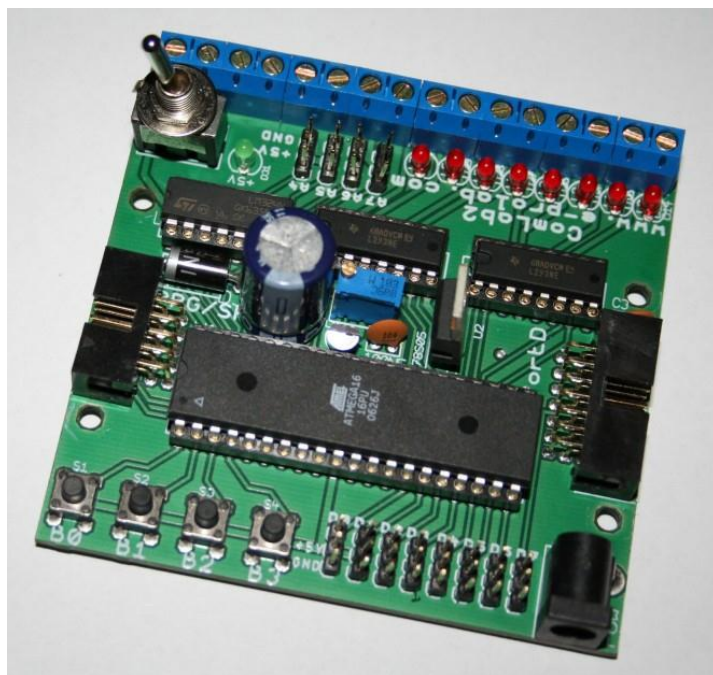
Žični upori (slika 2.7) so izdelani iz uporovne žice, ki je navita na izolacijsko telo. Mogoče jih je izdelati v poljubni obliki in za poljubno izgubno moč.



slika 2.7: Žični upor.

3.4. Vmesnik eProDas – Rob1

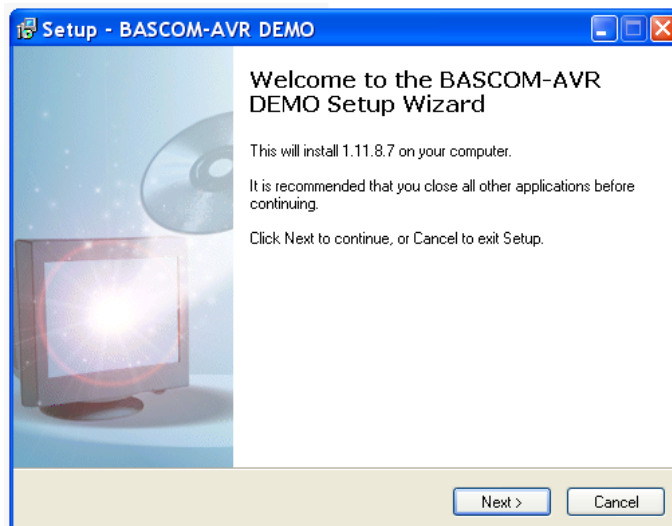
EProDas – Rob1 – vmesnik, je elektronska naprava (slika 2.8), ki povezuje dva sicer ne združljiva sistema in omogoča njuno medsebojno delovanje, v tem primeru sta to fotoupor in motor. Vmesnik je potrebno programirati, kar je možno opraviti v programu Bascom. (Rihtaršič, Kušar, & Kocjančič, Programiranje vmesnika, 2007)



slika 2.8: Vmesnik eProDas – Rob1.

3.5. Programiranje vmesnika s pomočjo programa Bascom

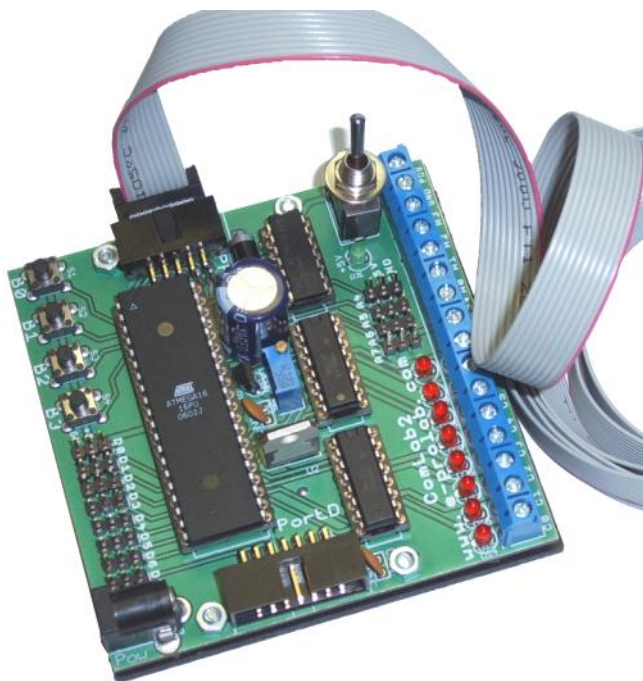
Programiranje vmesnika je bilo izvedeno s pomočjo programa Bascom. Program je mogoče brezplačno prenesti s spletne strani www.mscelec.com. Namestitev programa je zelo enostavna. Zagnati je potrebno datoteko setupdemo.exe in odpre se nam pogovorno okno za namestitev (slika 2.9). (Rihtaršič, Kušar, & Kocjančič, Programiranje vmesnika, 2007)



slika 2.9: Pogovorno okno za namestitev.

Navodila za namestitev so preprosta in jasna, da pa je program uspešno nameščen, pa je potreben ponoven zagon računalnika (računalnik samodejno opozori).

Vmesnik eProDas-Rob1 povežimo z osebnim računalnikom preko LPT priključka (tiskalniški priključek), ali preko USB priključka (slika 2.10).

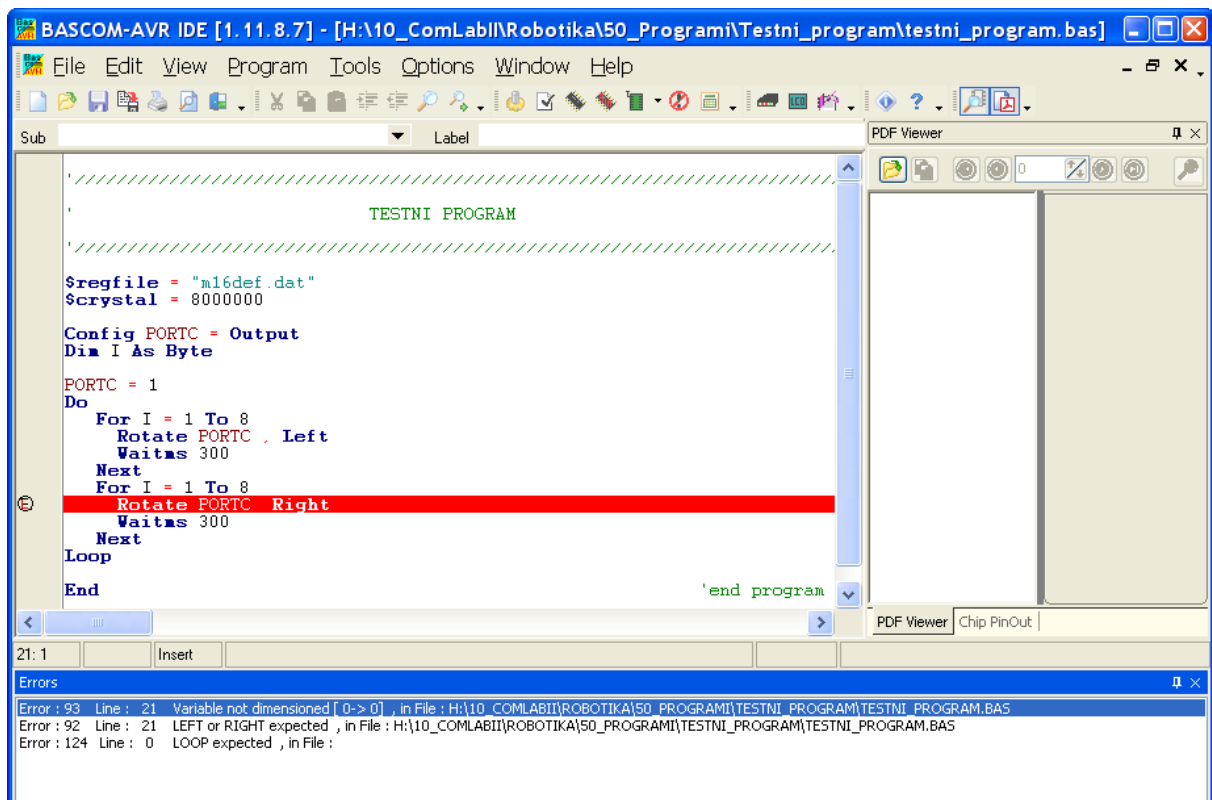


slika 2.10: Vmesnik s priključkom LTP.

Program je napisan v programskem jeziku BASIC, katerega mikrokrmilnik ne razume. Zato ga je treba prevesti v jezik, ki ga mikrokrmilnik razume in sicer v tako imenovano HEX kodo. To se izvrši s klikom na ikono  (Compile program) v menijski vrstici. Če je program uspešno preveden, ga je možno prenesti s pritiskom na ukazno ikono  (Program chip) v mikrokrmilnik oz. na vmesnik eProDas-Rob1. Pred tem pa je potrebno vmesnik priključiti na električno napajanje (Rihtaršič, Kušar, & Kocjančič, Programiranje vmesnika, 2007).

3.5.1. Napake v programu

Program BASCOM najpogostejše napake zazna sam, med prevajanjem programa v HEX kodo. V spodnjem delu delovnega okna se izpiše vrsta napake. Z dvojnim klikom na to vrstico se označi mesto napake v ukaznih vrsticah programa. S tem je močno olajšano odkrivanje in popravljanje napak (slika 2.11).



Slika 2.11: Odkrivanje napak v programu.

3.5.2. Začetek novega projekta

Povsem nov projekt se odpre s klikom na ikono  (Open an existing file). Projekt je potrebno takoj shraniti v neko novo mapo na računalniku. Sem bo program kasneje shranil tudi ostale datoteke, ki jih ustvari med prevajanjem programa. Vsak povsem nov projekt se prične z ukazoma:

```
$regfile = "m16def.dat"

$crystal = 8000000
```

S prvim ukazom je določeno integrirano vezje, ki ga bomo programirali, z drugim pa njegova delovna frekvenca, v tem primeru 8MHz. Program omogoča pisanje komentarjev, ki so zelo koristni, ob kasnejšem pregledovanju programa. Vsi komentarji so vneseni v program tako, da se začnejo z apostrofom, komentarji se obarvajo zeleno.

```
'Moj prvi komentar
```

Vsak program je zaključen z ukazom **End**.

```
End      'end program
```

Priključki vmesnika eProDas-Rob1 so iz varnostnih razlogov prednostno nastavljeni kot vhodni, razen priključkov C, ki so lahko samo izhodni. V kolikor te nastavitve ne ustrezajo, jih je možno spremeniti z ukazi Config.

```

Config PORTA = Input  '/Output

Config PORTB = Input

Config PORTC = Output

Config PORTD = Input  '/Output

```

Vsi ukazi so skupaj s primeri uporabe navedeni v meniju pomoči (HELP).

```

1.  PORTC = 1      'vklopimo prvi bit na vratih C
2.  Wait 1        'pocakamo 1s
3.  PORTC = 2      'vklopimo drugi bit na vratih C
4.  Wait 1        'pocakamo 1s
5.  PORTC = 1      'vklopimo prvi bit na vratih C
6.  Wait 1        'pocakamo 1s
7.  PORTC = 2      'vklopimo drugi bit na vratih C
8.  Wait 1        'pocakamo 1s
9.  PORTC = 1      'vklopimo prvi bit na vratih C
10. Wait 1        'pocakamo 1s
11. PORTC = 2      'vklopimo drugi bit na vratih C

```

3.5.3. Programska zanka DO-LOOP

Vse kar je vstavljeno v to zanko, se bo ponavljalo. Ukazi se ponavljajo po vrstnem redu, v katerem so zapisani.

```

1.  Do            'začetek zanke
2.  PORTC = &B00000010 'vklopimo drugi bit na vratih C
3.  Wait 1        'počakamo 1s
4.  PORTC = &B00000001 'vklopimo prvi bit na vratih C
5.  Wait 1        'počakamo 1s
6.  PORTC = &B00000010 'vklopimo drugi bit na vratih C
7.  Wait 1        'počakamo 1s
8.  PORTC = &B00000001 'vklopimo prvi bit na vratih C
9.  Wait 1        'počakamo 1s
10. Loop          'konec zanke

```

3.5.4. Pogoj

Programirati je možno tudi s pogojevanjem (If – Then):

If pogoj **Then**

Ukaz 1

Ukaz 2

...

```
End If
```

3.5.5. Bralec napetosti

Z uporabo naslednjih ukazov, vmesnik sam odčita vrednosti fotoupora:

```
1. Do
2. Napetost = Getadc(7) 'odčita napetost na vhodu A7
3. If Napetost > 200 Then 'pogojni stavek, kaj naredi, če je
   odčitana vrednost manjša od 200
4. Portc = 1
5. Else
6. Portc = 0
7. End If
8. Loop
```

(Rihtaršič, Kušar, & Kocjančič, Programiranje vmesnika, 2007)

3.6. Predelava servo motorja v enosmerni motor

Servo-motor je krmiljen z logičnimi impulzi, zato je v njegovem ohišju elektronika, ki te impulse meri. Servo motor ima omejen zasuk in je zato v takšni obliki neprimeren za pogon avtomobila. V ta namen. Avtomobil lahko poganja motor, ki nima omejitve pri zasuku. Predelava je hitra in enostavna.

Potrebni so naslednji pripomočki:

- manjši izvijač,
- rezilo (ali oster predmet),
- žice in
- pribor za spajkanje.

Najprej je treba odvijačiti spodnjo stranico ohišja (slika 2.12).



slika 2.12: Spodnja stranica ohišja servo-motorja.

Ko pod spodnjo stranico je vezje, ki ni potrebno. Na njem so opazne tri prispajkane žice (slika 2.13), ki jih je potrebno odrezati.



slika 3.13: Tri žice na vezju.

Nato je potrebno poiskati priključke motorja (slika 2.14) na tem vezju. Zelo verjetno je, da so to največja spajkana »očesa« na vezju. Nanj je potrebno prispajkati nove žice.



slika 2.14: Priključki motorja.

Potrebno je odpreti zgornji pokrov servo-motorja, pod njim pa je nekaj zobnikov – reduktor (slika 2.15). Le-ta omogočaja večji navor in zmanjšanje vrtenja gredi servo-motorja.



slika 2.15: Zobniki v zgornjem delu servo-motorja.

Na zadnjem zobniku je jeziček, ki ga je potrebno odrezati (slika 2.16).



slika 2.16: Jeziček na zadnjem zobniku.

Pod tem zobnikom se nahaja potenciometer (slika 2.17), ki ga je potrebno odmakniti. Nanj je potrebno pritisniti oziroma ga potisniti v ohišje servo-motorja.



slika 2.17: Potenciometer.

Sedaj ga je potrebno le še sestaviti nazaj. (Rihtaršič, Predelava servo motorja v enosmerni motor, 2007)

4. Potek dela

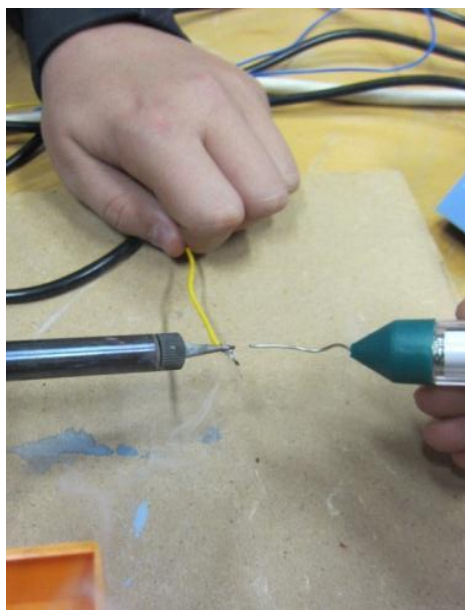
Prišla sva do mentorja z idejo, da bi predelali avto tako, da bi sledil črti. Poiskala sva primeren avto (domač, pokvarjen), da sva se izognila nepotrebnim stroškom. Najprej sva razstavila vozilo in preučila njegovo sestavo in delovanje (slika 3.1). Avtomobil je imel vgrajena 2 elektromotorčka. Žice na elektromotorčkih so bile zelo tanke in dotrajane, napeljene pa so bile na manjše tiskano vezje, ki je povezovalo motorčka z daljinskim upravljalcem in napajanjem. Te žice sva zamenjala z novimi in jih priključila na vmesnik (PORTC).



slika 3.1: Razstavljanje in proučevanje delovanja avtomobila.



slika 3.2: Obdelovanje žic.



slika 3.3: Cinjenje žic.



slika 3.4: Spajkanje žica na motorja.

Da bi lahko avtomobil sledil črti, sva potrebovala rabila pripravo, s katero bi lahko avtomobil zaznaval črto. Uporabila sva fotoupore, ki pa sva jih vezala v delilnik napetosti, saj sva tako povečala natančnost merjenja fotoupora. S fotoupori vezanimi v delilnik napetosti (slika 3.5), namreč avtomobil dobi potrebne podatke, kje se nahaja.



slika 3.5: Izdelava delilnika napetosti s fotouporom.

Podatki, ki jih vmesnik preko delilnikov napetosti s fotouporoma dobi, se razlikujejo. Ko se fotoupor nahaja na črti (črna podlaga), so ti podatki drugačni, kot takrat, ko se fotoupor nahaja na beli podlagi. Na podlagi teh razlik je napisan tudi program, ki krmili avtomobil. Delilnika napetosti sva priključila na vmesnik.

```
$regfile = "at94kdef.dat"
$crystal = 8000000

Dim Napetost As Word
Dim Napetost2 As Word
Config PINB.0 = Input
Config PINB.1 = Input
Config PINB.2 = Input
Config PINB.3 = Input
Config PORTC = Output
Config ADC = Single, Prescaler = Auto, Reference = Off
Start ADC

Ugasni:
Do
PORTC = 0
If PINB.1 = 1 Then Goto Program
Loop

Program:
Do
PORTC.7 = 1
If PINB.0 = 1 Then Goto Ugasni
Napetost = Getadc(4)
Napetost2 = Getadc(5)
If Napetost < 460 AND Napetost2 > 460 Then
PORTC.1 = 1
PORTC.2 = 1
Else
If Napetost > 460 Then Goto Levo
If Napetost2 < 460 Then Goto Desno
End If
Loop

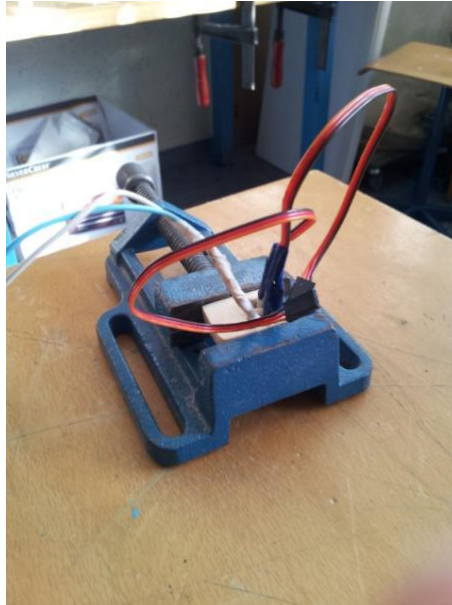
Desno:
Do
If PINB.0 = 1 Then Goto Ugasni
Napetost = Getadc(4)
Napetost2 = Getadc(5)
PORTC.1 = 1
PORTC.2 = 0
If Napetost < 460 AND Napetost2 > 460 Then Goto Program
If Napetost2 < 460 Then Goto Desno
Loop

Levo:
Do
If PINB.0 = 1 Then Goto Ugasni
Napetost = Getadc(4)
Napetost2 = Getadc(5)
PORTC.1 = 0
PORTC.2 = 1
If Napetost < 460 AND Napetost2 > 460 Then Goto Program
If Napetost > 460 Then Goto Levo
Loop

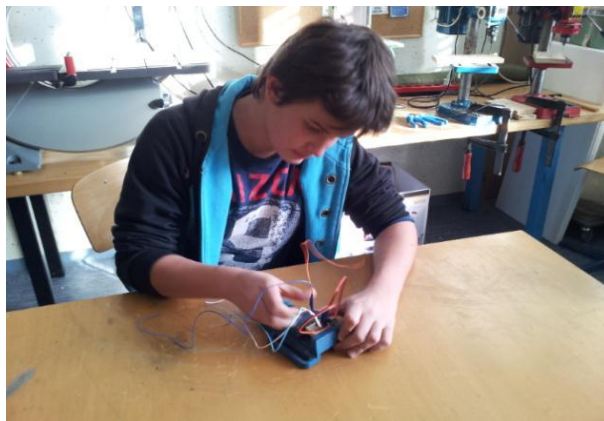
End
```

Fotoupora in LED je bilo vse dele namestiti na vozilo. V ta namen sva iz lesa sva izrezala ploščico (slika 3.6), v katero sva vgradila elemente, da se ne bi premikali. Vanjo sva izvrtala 4 luknje in vanje namestila fotoupora vezana v delilnik napetosti in 2 svetleči diodi. Pri tem sva posebno pozornost namenila razdalji med fotouporoma in položaju obeh LED. Fotoupora namreč nista smela biti preveč narazen, če sva želela, da bi avtomobil izvajal majhne

popravke pri smeri, ko bi črta zavijala, hkrati pa ne preveč dvignjena od podlage, da bi svetloba iz okolice ne motila meritev. Prav tako sva posebej premislila, kako namestiti LED, saj so le te, za razliko od fotouporov morale biti nameščene nekoliko bolj dvignjene od podlage, da sva dobila enakomernejšo osvetlitev podlage.



slika 3.6: Izdelovanje ploščice s fotouporoma in LED.



slika 3.7: Izdelovanje ploščice s fotouporoma in LED.

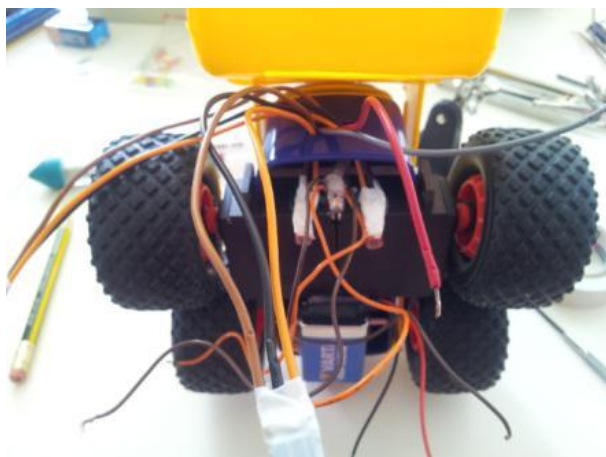
Ploščico sva namestila na podvozje vozila (slika 3.8). Tudi tu sva naredila poseben premislek, saj glede na pogon avtomobila, vrtela so se namreč vsa štiri kolesa, najprimernejše mesto za zajem meritev je bilo po premisleku na sredi avtomobila, kjer je tudi os vrtenja avtomobila.



slika 3.8: Lepljenje ploščice.

Ko so bili vsi deli nameščeni, program prenesen na vmesnik in primerno napajan (9V) sva preizkusila delovanje avtomobila in naletela na težavo. Fotoupora je motila zunanja svetloba, kar je privedlo do nepredvidljivega in nepravilnega krmiljenja avtomobila, zato sva okoli ploščice zalepila »zavese«. S tem naj bi zagotovila še bolj stabilne pogoje pri osvetljenosti podlage. Kmalu sva naletela na novo težavo. Motorčka sta porabila preveč energije, kar je vplivalo na delovanje LED, te so začele utripati in posledično so bile vse meritve za osvetljenost podlage ponovno napačne in nepravilne. Problem sva skušala rešiti tako, da sva svetleči diodi priklopila na baterijo. Osvetljenost podlage je zdaj bila enakomerna, meritve pa se še vedno bile zelo nestabilne in avtomobil še vedno ni deloval, kot bi moral. Napake pri meritvah sva pripisala slabo sestavljenemu delilniku napetosti. Zdaj, ko sva imela že pripravljeno podlago in črto, po kateri bi se naj avtomobil peljal, sva ponovila meritve za upornost fotouporov na svetlem in temnem delu podlage in ponovno preračunala, kakšna bi morala biti vrednost referenčnih uporov v delilniku napetosti. Ta vrednost naj bi bila približno aritmetična sredina vrednosti upora, na osvetljenem delu in zatemnjenem delu. Sestavila sva nove delilnike napetosti in jih preizkusila. Nove meritve so bile veliko bolj enakomerne in se niso spreminjale, toliko kot pri prejšnjih delilnikih napetosti. Ko sva nove delilnike napetosti priklopila na vmesnik skupaj z motorji, so se ponovno pojavila odstopanja pri meritvah, kar je najbrž bila posledica nihanja napetosti na vmesniku, ki pa sta jo zakrivila motorčka, ki sta bila preobremenjena, saj sta morala poganjati štiri velika kolesa, dva direktno in dva posredno preko zobniške zveze in gredi. Po posvetu z mentorjem sva ugotovila, da bi bilo smiselno zamenjati avtomobil za manjši – lažji in s tem razbremeniti motorčke.

Poiskala sva nov, manjši in lažji avtomobil, ter se lotila ponovne predelave. Nov avtomobil ni imel vgrajenih motorjev, zato sva morala najprej te vgraditi. Predelala sva dva servo motorčka, nanju namestila kolesi, ki sva ju pred tem odstranila z osi, na katero sta bili pritrjeni. Motorčka sva pritrdila na sprednji del avtomobila. Ob motorčka sva potem namestila še delilnika napetosti s fotouporoma in eno LED. Pri namestitvi sva bila pozorna na razdaljo med fotouporoma in višino, na kateri je med obema fotouporoma nameščena LED. Želela sva doseči enakomerno osvetlitev podlage za oba fotoupora (slika 3.9).



slika 3.9: Napeljevanje žic.

Na koncu sva vse elemente povezala za vmesnikom in vmesnik programirala. Uporabila sva enak program, kot pri prvem avtomobilu.

Med preizkušanjem avtomobila, sva ugotovila, da avto idealno sledi črti, ko zavoji niso preostri in črta ne preozka. Po srečnem naključju, se nama je posrečilo tudi, da vozilo na koncu poligona polkrožno obrne in tako lahko v nedogled kroži po poligonu. To se zgodi zaradi ravno prave širine črte, saj je radij zavijanja vozila odvisen od razdalje med obema kolesoma in postavitve senzorjev. Težave pri delovanju se vendarle še vedno pojavijo, če poligon ni povsem raven, saj se takrat podlega kritično približa senzorjema, kar pa vpliva na meritve, ki so pomembne za krmiljenje.

5. Zaključek

Z vztrajanjem in raziskovanjem nama je z nekaj pomoči uspelo predelati vozilo na električni pogon tako, da lahko sledi črti. S tem lahko potrdiva prvo hipotezo.

Drugo hipotezo lahko potrdiva, saj sva uspela vozilo predelati na tak način, da brez težav premaga zastavljen poligon.

Tretjo hipotezo morava ovreči, saj pri prvih nekaj poizkusih, ko je bila črta preozka, delovanje vozila ni bilo povsem predvidljivo, prav tako sva za predvidljivo in stabilno delovanje morala prilagoditi radij zavojev.

Tudi četrto, zadnjo hipotezo lahko potrdiva, saj avtomobil deluje popolnoma avtonomno, brez daljinskega upravljanja.

V nadaljevanju, bi lahko avtomobil nadgradila tako, da bi deloval na baterijo. Avtomobil moramo namreč napajati s pomočjo omrežja, saj le tako lahko zagotovimo zanesljivo delovanje. V prvih nekaj poizkusih je sicer lepo deloval tudi na baterijo, vendar je prišlo do nepričakovanih komplikacij in posledično do odstopanj na vmesniku, ki jih nismo znali pojasniti, tako da smo vozilo na koncu pustili delovati z omrežnim napajanjem.

Kot možno nadgradnjo sva si zamislila tudi možnost zvočnega ali svetlobnega signala, ko vozilo naleti na oviro, vendar zaradi pomanjkanja časa ideje niso prešle v realizacijo.

6. Literatura

1. *ComLab*. (brez datuma). Pridobljeno iz ComLab: http://www.pef.uni-lj.si/narteh/robteh/Vmesnik-eProRob/PrestavljalecPredmetov/prestavljalec_splosno_oprema.html
2. FMN. (23. Avgust 2011). *Polprevodniki in izbrane vsebine elektronike*. Prevezeto 22. Februar 2012 iz http://student.fnm.uni-mb.si/~nopaka/index.php?option=com_content&view=category&id=12&layout=blog&Itemid=14: http://student.fnm.uni-mb.si/~nopaka/index.php?option=com_content&view=category&id=12&layout=blog&Itemid=14
3. FNM. (1. junij 2011). Fotoupor. Maribor, Maribor, Slovenija.
4. *MCS Electronics*. (brez datuma). Pridobljeno iz MCS Electronics: www.mcselec.com
5. Rihtaršič, D. (21. januar 2007). *Predelava servo motorja v enosmerni motor*. Prevezeto 28. februar 2012 iz spletno mesto Pedagoške fakultete v Ljubljani: http://www.pef.uni-lj.si/narteh/robteh/Projekti/Servos/Predelava_servo_dc_motor.html
6. Rihtaršič, D., Kušar, T., & Kocjančič, S. (21. januar 2007). *Programiranje vmesnika*. Prevezeto 27. februar 2012 iz spletno mesto Pedagoške fakultete v Ljubljani: www.pef.uni-lj.si/narteh/robteh/Vmesnik-BASCOM/Programiranje%20vmesnika%20-%20BASCOM.doc