

UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA
FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO
Program: fizika – tehnika

Uporaba industrijskih krmilnikov v tehniškem izobraževanju

DIPLOMSKO DELO

Mentor: dr. Slavko Kocijančič, izr. prof.

Kandidat: Branko Lampret

Ljubljana, avgust, 2011

Zahvala

Za podporo pri nastajanju diplomskega dela se najlepše zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Slavku Kocijančiču. Zahvalil bi se rad tudi svojim staršem, ki so mi omogočili študij in Urški, ki me je vseskozi spodbujala.

Povzetek

Diplomsko delo je namenjeno učiteljem tehnike, računalništva, robotike, izbirnega predmeta elektronike. V tej diplomski nalogi bomo podrobneje spoznali industrijske krmilnike (programmable logic controller) ali krajše PLCje. Industrijski krmilniki so najpogostejša oblika računalnikov. Na en PC (osebni računalnik) imamo približno 10 industrijskih krmilnikov. Industrijski krmilniki so programibilna vezja z digitalnimi/analognimi vhodi ter močnostnimi digitalnimi izhodi. Programiramo jih v izbranem programskem okolju na osebem računalniku, kasneje delujejo avtonomno. Kot že ime pove, industrijske krmilnike uporabljamo predvsem v industrijskem okolju, za razne avtomatizacije proizvodnih procesov, regulacije fizikalnih veličin, kot so temperatura, vlaga, tlak, nivo vode, ... Z njimi se srečamo tudi v zabavni industriji, glasbeni industriji in avtomobilski industriji. Skratka; skoraj vsepovsod v okolju nas spremljajo ne da bi se tega zavedali. Skoraj vsaka malo boljša igrača, že ima vgrajen nekakšen mini krmilnik, ki skrbi za premikanje delov, predvajanje zvokov, odzivanje na zunanje dražljaje.

V prvem delu diplomske naloge bomo podrobneje spoznali industrijske krmilnike; njihovo zgradbo, katere vrste krmilnikov obstajajo. Razdelili jih bomo po namenu uporabe in njihovi zmogljivosti. Krmilnike odlikuje njihova robustnost, odpornost na skoraj vse zunanje dejavnike; vlaga, prah, udarci, prenapetosti,... Odlikuje pa jih tudi njihova praktičnost in uporabnost, saj jih lahko delujejo s pomočjo PC-ja, ali pa kot samostojna neodvisna enota.

V drugem delu diplomske naloge bomo na praktičnem primeru spoznali delovanje krmilnika. Naredili bomo nekaj uporabnih primerov uporabe krmilnika za predmete osnovne in srednje šole. V zaključku diplome pa sledi pregled uporabnosti in primernosti krmilnikov v povezavi z Lego in Fischer teknik kompleti. Kar lahko rečem je to, da je za izvedbo vaje s krmilnikom in fischer kompletom potrebno že nekaj več znanja o elektroniki.

Prav zaradi tega ker nas spremljajo povsod, se mi zdi pomembno, da jih tudi pri predmetih, ki so tehnično naravnani, tudi spoznamo.

Ključne besede: Industrijski krmilnik, programabilni logični krmilnik - PLK, digitalnimi/analognimi vhodi, digitalni izhodi, senzorji, aktuatorji, industrijski proces, tehniško izobraževanje

Abstract

Use of industrial controllers in technology education

The diploma thesis is intended for teachers of Technology Education, Computer Science, Robotics and for teachers of Electronics as an optional school subject. In the thesis is presented the detailed description of the industrial controllers – programmable logic controllers (often abbreviated as PLCs). The fact that approximately 10 industrial controllers are made in proportion to one personal computer (PC) make them the most common and widespread sorts of computers. Industrial controllers are programmable circuits with digital or analogue inputs and high-power digital outputs. They operate independently after being programmed in a chosen programme environment on PC.

Industrial controllers are mainly used in the variety of industrial sectors, in different automations of production processes, regulations of physical quantities such as temperature, moisture, pressure, water level, etc. Moreover, industrial controllers are also widespread in entertainment industry, music industry, automobile industry and so on.

In short, they can be found almost everywhere without being noticed by people. Even a little more complex toy has a sort of miniature controller built-in that directs movement of the toy's parts, its sound reproductions and its responses to external impulses.

The first part of the thesis consists of the in-depth description of industrial controllers, their structures and how many different controllers we know. At the end of the first part the division after their purpose of use and efficiency is made.

Controllers excel at their robustness and resistance to almost all outside factors such as moisture, impacts, overvoltages, etc. Furthermore, controllers also excel at their practicability and applicability because they can operate either in combination with PCs or either autonomously as an independent unit.

The purpose of the second part of the thesis is to present the functionality of the controller in practice and to show some examples of its usage that could be useful for subjects in elementary and upper-secondary schools.

Industrial controllers can be found everywhere, therefore, in my opinion, it is very important to present them in technically-oriented school subjects.

Keywords: industrial controller, programmable logic controller - PLC, digital/analogue inputs, digital outputs, sensors, actuators, industrial process, technology education

Vsebina

1	UVOD	8
1.1	Zgradba PLC-ja	9
1.2	Osnovne komponente krmilnega sistema so:	9
1.3	PLC-program	11
1.4	Signali.....	11
2	PRAKTIČNI KORAKI ZA PLC-PROGRAMIRANJE	11
2.1	Konfiguracija in strukturiranje PLC-programa	11
2.2	Opis krmilne naloge	12
2.3	Načrt rešitve	12
2.4	Realizacija rešitve	12
2.5	Testiranje in zagon krmilnika	13
2.6	Dokumentacija krmilnega sistema	13
3.	LOGIČNE FUNKCIJE	14
3.1	Prirejena funkcija.....	14
4	Uporaba industrijskih krmilnikov v industriji.....	15
4.1	Primeri Industrijskih krmilnikov.....	15
4.2	Različne izvedbe industrijskih krmilnikov (PLC) na primeru znamke Mitsubishi	16
4.2.1	Micro PLC.....	16
4.2.2	Kompaktni PLC.....	17
4.2.3	Modularni PLC	17
5	Opis krmilnega sistema na primeru Simatic S7-300	19
5.1	Sestavni deli krmilnika	19
5.2	Praktičen prikaz uporabe Krmilnika v industriji.....	20
5.3	Montaža in naslavljanje	21
5.3.1	Naslavljanje analognih modulov.....	22
5.3.2	Naslavljanje digitalnih modulov.....	22
5.4	Centralno procesna enota CPU 315.....	24
5.4.1	Prikazovalnik stanja in napak.....	24
5.4.2	Stikalo za izbiro načina delovanja	25
5.4.3	MPI in PROFIBUS-DP vmesnik.....	26
5.4.4	Povezovalni modul IM 361	26
5.5	Digitalni izhodni modul SM 322	27

6	Teoretične osnove analognih in digitalnih povezav	28
6.1	Digitalne signalne povezave	28
6.2	Analogne signalne povezave	32
7	Industrijski krmilniki v izobraževanju	35
7.1	Kratka predstavitev	35
7.2	Vrste krmilnikov v izobraževanju	36
7.3	Primeri uporabe posameznih krmilnikov v aplikacijah, ki so namenjene izobraževanju dijakov	36
7.3.1	Model nadzora tlakov v kompresorju z industrijskim krmilnikom Omron Sysmac CQM1 ...	37
7.3.2	Model krmiljenja preprostega dvigala z industrijskim krmilnikom Siemens Simatic S7-300	38
7.3.3	Model krmiljenja sončnih celic z industrijskim krmilnikom Moeller Easy 618.....	39
7.3.4	Delovno okolje Easy-Soft 6.....	40
7.3.5	Moeller Easy 512	41
7.4	Primer vaj na praktičnem izobraževanju s pomočjo krmilnika Moeller Easy 512.....	43
8	Krmilni sistem CyBro-2,	45
8.2	Opis krmilnega sistema	46
8.3	Razširitvene enote.....	49
9	Aplikacije s krmilnim sistemom CyBro-2 in uporabo Fischer teknik.....	51
9.1	Programsko okolje GraphFruit	51
9.2	Osnovne funkcije programa GraphFruit	52
9.3	Praktični primeri aplikacij za osnovno šolo	54
9.3.1	Logična vrata IN.....	54
9.3.2	Logična vrata ALI	55
9.3.3	Krmiljenje enosmernega motorja NAPREJ-NAZAJ.....	56
9.3.4	Krmiljenje motorja DVOJNA HITROST	58
9.3.5	Vklop izklop žarnice	59
9.3.6	Zakasnitev pri prižiganju luči	60
9.3.7	Sistem prižiganja in ugašanja treh žarnic	61
10	Zaključek.....	62
11	Viri in literatura	64

1 UVOD

Industrijski krmilnik (PLC, angleško -) je digitalni računalnik, ki je namenjen za avtomatizacijo električnih in mehanskih procesov; kot so nadzor strojev v proizvodnih linijah v tovarnah, nadzor vozil v zabavišnih parkih, nadziranje in krmiljenje svetlobnih teles.

Industrijske krmilnike so izumili zaradi potreb v avtomobilski industriji v ZDA. Vsakih nekaj let je bilo potrebno spreminjati krmiljenje strojev, zaradi prihoda novih modelov avtomobilov. To pa je zelo drag in dolgotrajni postopek. Pred prihodom krmilnikov je nalogo krmiljenja strojev opravljala relejska tehnika. Kopica relejskih in kontaktorskih omar, časovnikov, in kamer za nadzor procesov.

Vse skupaj pa je potrebno še ožičiti, kar predstavlja na kilometre povezovalnih vodnikov.

Leta 1968 je GM Hydramatic (General Motors), podal zahtevo po zamenjavi klasičnega relejskega krmilja z elektronskim. Najboljša rešitev je prišla od podjetja Bedford Associates iz Massachusetts.

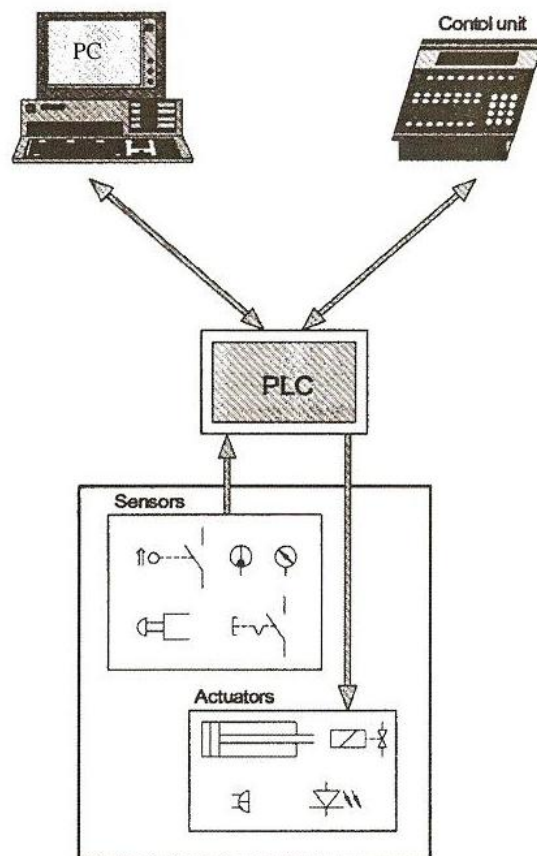
Prvi krmilnik (PLC) se je imenoval 084, saj je bil to 84. projekt tega podjetja. Ustanovili so novo družbo, ki se je profesionalno ukvarjala samo z razvojem in trženjem tega produkta. Družba se je imenovala Modicon, ker pomeni MODular DIGital CONTroller. Za očeta tega krmilnika pa velja glavni inženir Dick Morley. Blagovna znamka je bil nato leta 1977 prodana nemški družbi AEG in kasneje še francoski družbi Schneider Electric. Avtomobilska industrija pa je še od takrat največji uporabnik industrijskih krmilnikov.

Zato je cilj te diplomske naloge, približati pojem industrijskega krmilnika kot sam pomen avtomatizacije na vsakdanje življenje. Kako nam je avtomatizacija na prelomu iz 20. v 21. stoletje, čisto spremenila stil življenja. Pri pouku si lahko zastavimo vprašanje zakaj delo v tovarnah ni več tako naporno, sploh pa stereotip o industriji kot umazani, zaprašeni, temačni prostor že zdavnaj ne drži več. Moderni industrijski obrati so skoraj bolj urejeni kot naše dnevne sobe. Vsaka stvar ima določeno mesto, edino težko delo pa je hoja od stroja do stroja. Zakaj se sedaj med vožnjo po mokrih cestah počutimo bolj varno in skoraj vsak obvladuje avto brez problema. Kaj pravzaprav je ABS in kdo ga nadzoruje. Vse te stvari se brez PLC-ja ne bi mogle zgoditi.

Pri pouku tehnike, robotike, elektronike, bi z učenci spoznavali čisto osnovne korake v avtomatizaciji in krmiljenju. S prilagojenim grafičnim vmesnikom, si lahko vsak učenec zase sprogramira prižiganje in ugašanje žarnic, regulira hitrost obratov na enosmernem motorčku. Pouk pa bi zastavili tudi bolj problemsko. Imamo določene zahteve in problem, ki ga lahko rešimo s krmilnikom. Učencem predstavimo vhodne in izhodne parametre, sami pa morajo krmilnik sprogramirati na način, ki bo ustrezal rešitvi. Problemi so lahko čisto življenjski. Zelo zanimiv primer je izdelava semaforiziranega križišča. Potrebno je uporabiti nekaj pogojev, uporaba **in**, **ali** funkcije, nekaj zakasnitev in časovnikov,... Konstrukcijo pa lahko izdelamo iz lesa in LED diod.

1.1 Zgradba PLC-ja

Danes so programirljivi logični krmilniki del vsakega avtomatskega procesa. Slika 1 ilustrira tipično konfiguracijo avtomatizacijske rešitve, realizirano s pomočjo PLC-ja. Prikazan krmilni sistem predstavlja enostavnejšo skupino PLC-aplikacij.



Slika 1.1: Krmilni sistem [1]

1.2 Osnovne komponente krmilnega sistema so:

- Programirljivi logični krmilnik (PLC)

Pod tem izrazom razumemo elektronske module, preko katerih je v logičnem zaporedju krmiljen in aktiviran ves sistem oz. strojno delovanje.

- Senzorji

Te komponente se nahajajo neposredno na sistemu oz. mehanizmu, ki ga je potrebno krmiliti in preko katerega se PLC-ju sporoča dejanske statuse.

- Aktuator

Te komponente se nahajajo neposredno na sistemu ali mehanizmu, ki ga je potrebno krmiliti, preko katerih je PLC sposoben spremeniti ali vplivati na stanje in kot tak na tehnične procese.

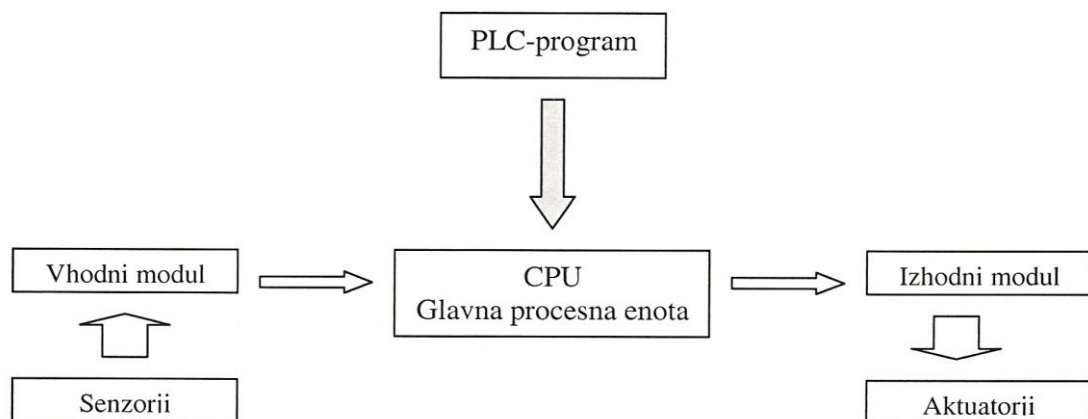
- PC oz. programska naprava

Ta se uporablja za kreiranje programa, ki vsebuje logiko sistema ali mehanizma, potrebnega za krmiljenje in za prenos le-tega do pomnilnika PLC-ja. Istočasno pa programska orodja omogočajo tudi podporne funkcije za testiranje PLC-programa in zagon krmilnika.

- Prikazovalnik in krmilne enote

Omogočajo spremljanje in vplivanje na delovanje sistema ali mehanizma.

(slika 1.2)



Slika 1.2: Sistem komponent PLC-ja [3]

PLC je povezan s sistemom, ki ga je potrebno krmiliti preko vhodnih (input) in izhodnih (output) modulov. Sistem, ki ga je potrebno krmiliti, dovaja vhodne signale preko senzorjev do vhodnih modulov. Ti signali so procesirani znotraj glavne procesne enote, glavne komponente PLC-ja. Procesiranje signalov je definirano v PLC-programu. [1]

1.3 PLC-program

PLC-programe sestavlja logično zaporedje navodil. Krmilni program je shranjen v posebnem programskem pomnilniku PLC-ja. Posebni RAM-i z rezervno baterijo se uporabljajo med programskim razvojem, saj se njegova vsebina lahko vedno zelo hitro zamenja. Po zagonu krmilnika in delovanju brez napak je potrebno PLC-program neizbrisljivo prenesti v samo bralni pomnilnik, npr. v EEPROM.

1.4 Signali

Vhodni signali dosežejo PLC preko senzorjev. Ti signali vsebujejo informacijo o statusu sistema, ki ga je potrebno krmiliti.

PLC samo prepozna in odda električne signale. Zaradi tega se neelektrični signali s pomočjo senzorjev konvertirajo v električne signale. Senzorični primeri so: potisni gumbi, stikala, pozicijska stikala, senzorji.

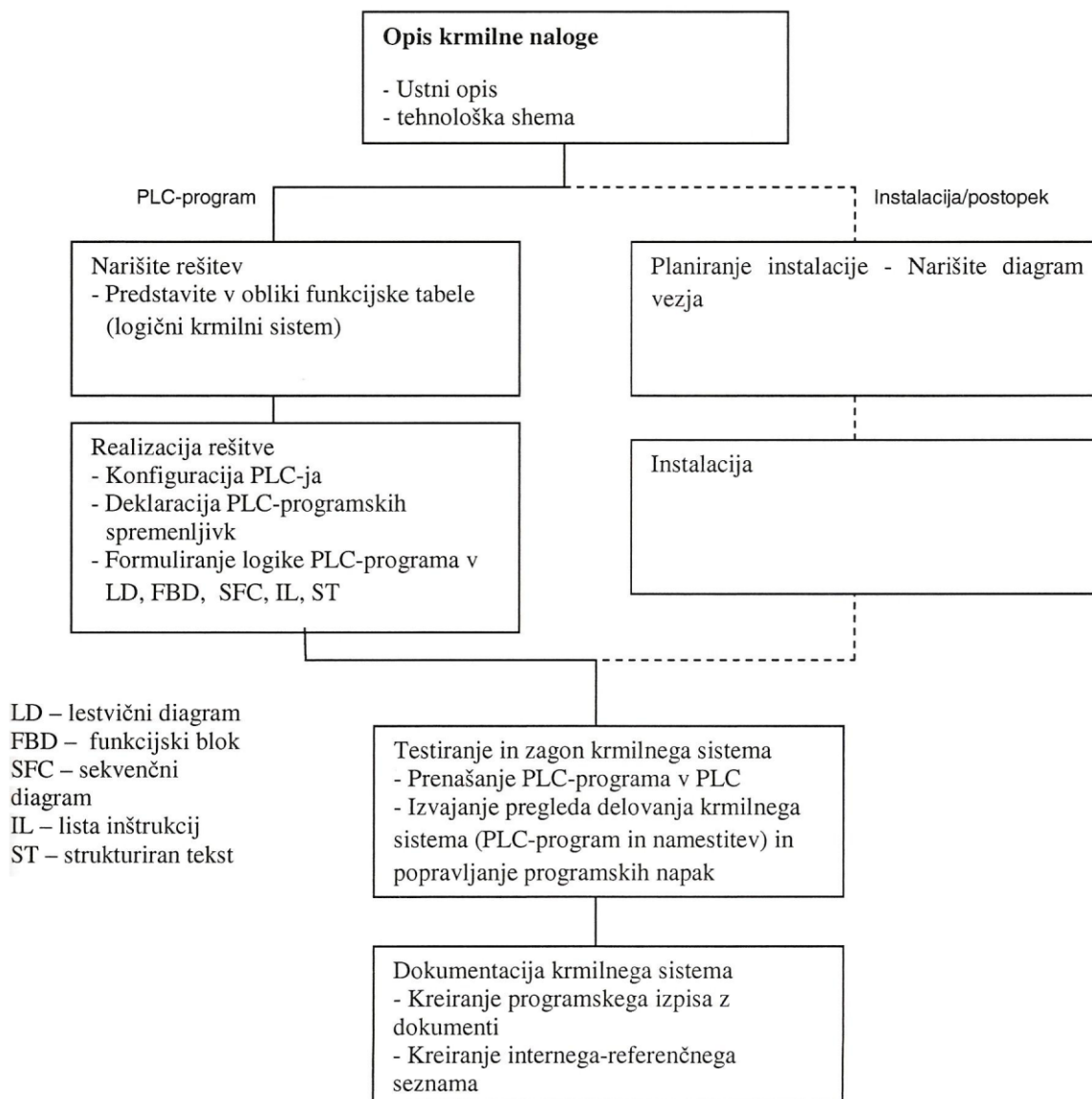
Izhodni signali vplivajo na sistem, ki ga je potrebno krmiliti. Signali so lahko digitalni ali analogni. Izhodni signali so ojačani v preklopitvene signale preko aktuatorjev ali pa konvertirani v signale drugih energetske oblike. Primeri aktuatorjev so naslednji: luči, brenčala, zvonci, kontaktorji, cilindri z avtomatskimi kontrolnimi ventili, koračni motorji.

2 PRAKTIČNI KORAKI ZA PLC-PROGRAMIRANJE

V tem poglavju bomo spoznali kateri so tisti osnovni koraki, s pomočjo katerih dosežemo optimalno in strukturirano programiranje PLC-ja. Samo programiranje pa ni vse kar moramo storiti, saj je za dobro aplikacijo potrebno program tudi testirati in opremiti s z vso potrebno dokumentacijo.

2.1 Konfiguracija in strukturiranje PLC-programa

Kreiranje PLC-programa



2.2 Opis krmilne naloge

Osnovna zahteva opisovanja krmilne naloge vključuje ustni opis, tehnološko shemo in definicijo uporabljenih senzorjev ter aktuatorjev. Ta podatek uporabimo pri razvijanju diagramov vezja oz. izdelavi aplikacijskega programa. Še več, potrebno je definirati razporeditev senzorjev na PLC-vhodih in razporeditev aktuatorjev na PLC-izhodih. Primer vhodno-izhodnega plana tega tipa je prikazan v Tabeli 2.1 .

Oznaka vira	Vhodno-izhodni naslov na PLC	Pojasnilo
S1	11.5	Potisni gumb START
Y1	02.7	Cilinder C za napredovanje

Tabela 2.1: Vhodno-izhodni plan PLC-ja

2.3 Načrt rešitve

Načrt rešitve mora dati jasno predstavitev funkcije in obnašanja krmilnika neodvisno od tehnologije. Pravilnostna tabela delovanja se uporablja kot sredstvo opisovanja enostavnih logičnih krmilnih sistemov, diagram poteka pa je primeren za opis zaporedja sistemov krmiljenja.

2.4 Realizacija rešitve

Realizacija rešitve se deli na:

- Programiranje logike krmilnega sistema (PLC)
- Vključitev programa v PLC-sistem

Zvonec mora zvoniti v primeru, ko aktiviramo gumb pri vhodnih vratih (zgradbe) ali pa gumb pri vratih v stanovanje.

Funkcije in funkcijski bloki so na razpolago v tej točki z namenom, da bi kreirali jasno urejen program. Primer je programiran v diagramu funkcijskega bloka z uporabo OR-funkcije.

2.5 Testiranje in zagon krmilnika

Program naložimo s pomočjo pc-ja ali programske naprave v PLC-ju za testiranje ali zagon krmilnega sistema. Potem je potrebno preveriti interakcijo med PLC-jem in sistemom.

2.6 Dokumentacija krmilnega sistema

Dokumentacija sistema se izvede v končni obliki takoj, ko aplikacija deluje brez napak in se je PLC-jev program ustrezno korigiral. V osnovi je dokumentacija sestavljena iz:

- tehnološke sheme,
- konstrukcije formalne rešitve (algoritem),
- izpisa programa (listing programa) s komentarji.

PLC-vhodi in izhodi ter dodatne spremenljivke za shranjevanje informacij se morajo vgraditi v PLC-program. [3]

3. LOGIČNE FUNKCIJE

Vsak programirljivi logični krmilnik ima določeno število vhodov in izhodov, preko katerih je povezan z mehanizacijo. Program, ki je prenesen na krmilnik, vsebuje ukaze, ki medsebojno povežejo individualne vhode, in le-te priredi za ustrezne izhode.

3.1 Prirejena funkcija

Funkcija prirejanja dovoljuje PLC-vhodnemu signalu, da se neposredno prenese na PLC izhod.

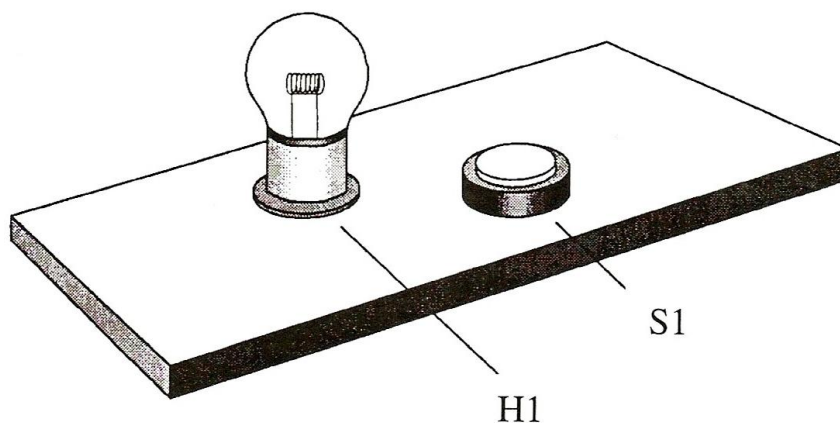
Način delovanja opišemo s pomočjo funkcijske- pravilnostne tabele (tabela 3.1), ki je predstavljena

spodaj: vhod X1 in izhod Y1.

X1	Y1
0	0
1	1

Tabela 3.1

S pritiskom na gumb (SI) se luč (HI) prižge. Luč mora svetiti tako dolgo, dokler je gumb pritisnjen. (slika 3.1)



Slika 3.1: Prikaz postavitve elementov za izvedbo prirejene funkcije [3]

4 Uporaba industrijskih krmilnikov v industriji

Za razliko od navadnih osebnih računalnikov so industrijski krmilniki; PLC-ji namenjeni za zelo specifične namene. Morajo delovati v večjem temperaturnem razponu. Odporni morajo biti na raznovrstne električne motnje in na vibracije v industrijskem okolju.

V slovenski industriji so najbolj pogosti industrijski krmilniki znamk: Siemens, , Mitsubishi, Omron, Honeywell, General Electric, Hitachi, Allen- Bradley ,CyBro, Moeller.

Z naskokom največji tržni delež v Sloveniji imajo industrijski krmilniki **Siemens Simatic**, sledijo mu znamke Omron, Hitachi in Mitsubishi. Ostali krmilniki so manj zastopani. Veliko vlogo pri izbiri krmilnikov v industriji ima velika navezanost slovenskega na nemški trg - avtomobilska industrija. Zaradi tega bomo tudi v nadaljevanju bolj podrobno spoznali industrijski krmilnik Siemens Simatic S7-300, ki je najpogosteje uporabljen za avtomatizacijo.

4.1 Primeri Industrijskih krmilnikov

V industriji je možno zaznati zelo veliko različnih vrst in znamk krmilnikov. V Sloveniji prevladujejo krmilniki iz nemškega, japonskega in ameriškega trga. V spodnjih vrsticah bomo prikazali le nekaj naj pogostejših. (slika 4.1, slika 4.2, slika 4.3, slika 4.4)

Siemens Simatic S7-300



Slika 4.1: Krmilnik Siemens Simatic S7-300 [4]

Hitachi



Slika 4.2: Krmilnik Hitachi [5]

Omron



Slika 4.3: Krmilnik Omron [6]

Mitsubishi



Slika 4.4: Krmilnik Mitsubishi [7]

4.2 Različne izvedbe industrijskih krmilnikov (PLC) na primeru znamke Mitsubishi

Ker ni vsak krmilnik primeren za vsako vrsto aplikacij, delimo krmilnike tudi po zgradbi. Ni rentabilno, da bi nek zmogljiv krmilnik uporabili za kakšno hišno aplikacijo; zalivanje rož, krmiljenje centralne peči. Zato lahko uporabimo kakšne majne kompaktne krmilnike, ki so že predpripravljeni za takšne aplikacije. Ne moremo pa izvajati nekih zahtevnih industrijskih aplikacij, ki zahtevajo čez 100 vhodnih in izhodnih parametrov z majhnim krmilnikom. Zato poznamo različne izvedbe krmilnikov, ki so namensko prilagojeni potrebam uporabnikov.

4.2.1 Micro PLC

Z integriranimi produkti iz serije ALPHA (slika 4.5) je mogoče nadomestiti diskretne komponente, ki so uporabljene v običajnih sistemih. S tem se odpirajo povsem nove možnosti za učinkovite rešitve na področju:

- Avtomatizacije rastlinjakov in opreme za kmetijstvo

- Vodenja črpalk
- Manipulatorskih sistemov
- Zatemnjevanja vrat in oken
- Namenskih vozil
- Sistemov ogrevanja, hlajenja in prezračevanja
- Sistemov razsvetljave
- Varnostnih sistemov in alarmov
- Zunanjih aplikacij.



Slika 4.5: Mikrokontroler ALPHA 2 (ALPHA XL) [7]

4.2.2 Kompaktni PLC

S svojimi majhnimi merami in ugodno ceno so kompaktni krmilniki odprli nove možnosti področju industrijske avtomatizacije. Aplikacije, kjer je bila avtomatizacija še do nedavnega ekonomsko neupravičena, je s kompaktnimi PLC-ji postala realnost. (slika 4.6)



Slika 4.6: Kompaktni PLC [7]

4.2.3 Modularni PLC

Modularni koncept

Krmilniki serije System Q ponujajo koncept, ki uporabniku omogoča sestaviti optimalno kombinacijo

CPU-ja, komunikacijskih vmesnikov, posebnih krmilnih modulov in diskretnih V/I enot na osnovnem ohišju krmilnika. (slika 4.7) Slednje omogoča vsakokratno konfiguracijo sistema po meri aplikacije. [7]



Slika 4.7: Modularni PLC [7]

5 Opis krmilnega sistema na primeru Simatic S7-300

Krmilnik Simatic S7-300 je zelo zmogljiv industrijski krmilnik, ki ima zelo veliko in široko paleto uporabnih funkcij za izvajanje najrazličnejših aplikacij. Odlikuje se po zelo robustni zasnovi in delovanju v zahtevnih industrijskih pogojih. Velika vlaga, prah, temperatura, ..

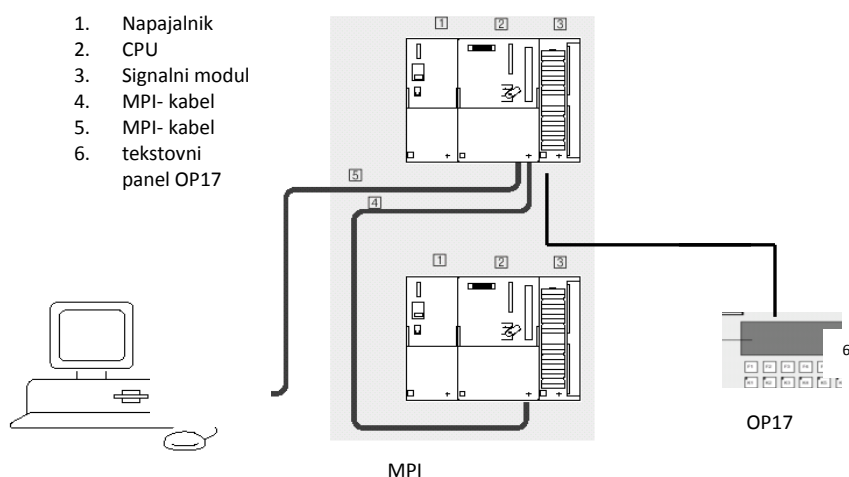
Ker je modularnega koncepta, ga lahko sestavimo glede na lastne potrebe in zahteve. V tem poglavju bom opisal nekaj osnovnih stvari, ki jih moramo vedeti o sami strojni opremi, preden se lotimo programiranja in aplikacij.

5.1 Sestavni deli krmilnika

Krmilnik S7-300 sestavljajo naslednje komponente (slika 5.1) :

- Napajalnik
- Centralno procesna enota- CPU
- Signalni moduli
- Funkcijski moduli
- Komunikacijski procesor

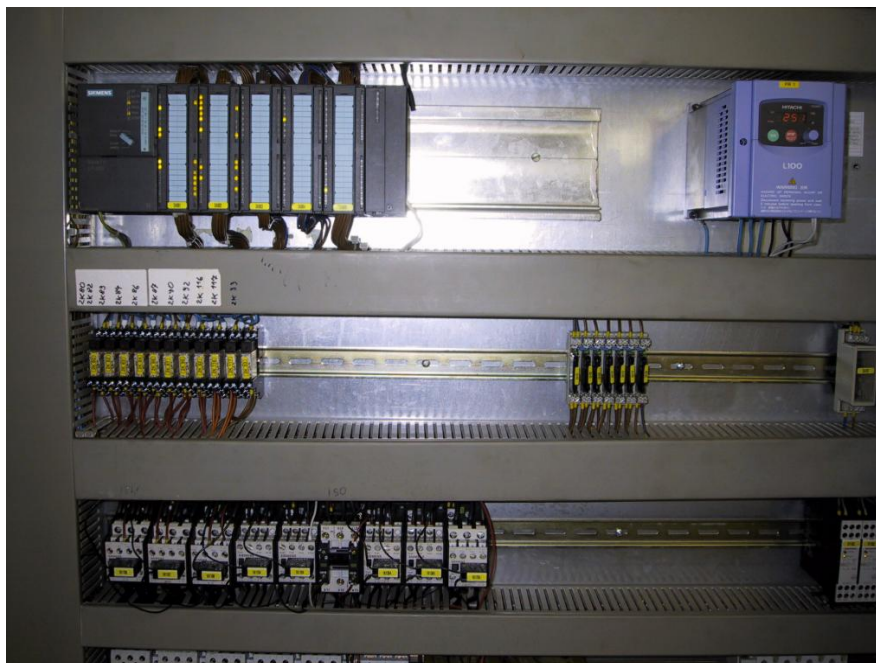
S profibus-bus kablom omogočimo komuniciranje med večjim številom krmilnikov tipa S7-300 in krmilniki Simatic S7. Da lahko krmilnik programiramo potrebujemo programirno napravo, ki je s CPU-jem povezana preko MPI kabla.



Slika 5.1: Elementi S7- 300 [2]

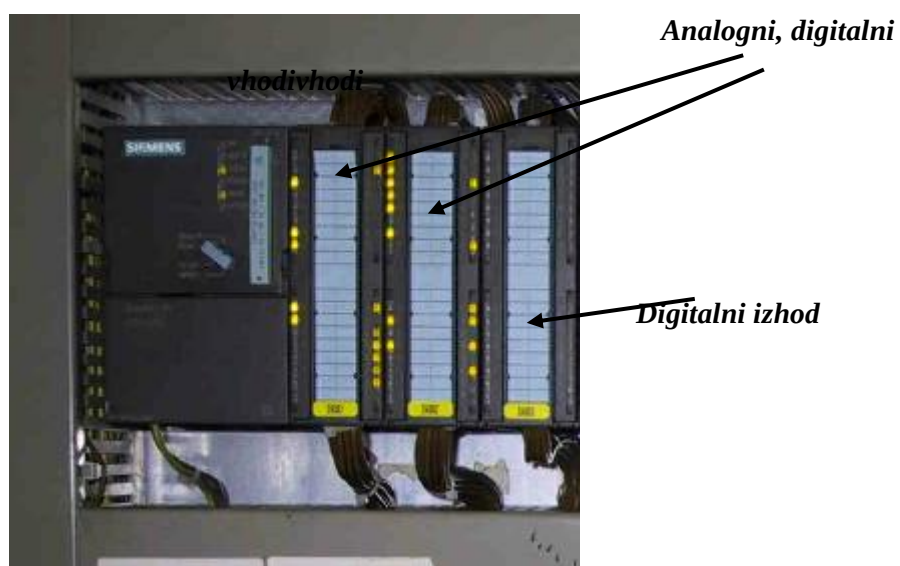
5.2 Praktičen prikaz uporabe Krmilnika v industriji

Stroj krmili krmilnik SIMATIC S-7 300. (slika 5.2 in slika5.3)



Slika 5.2: PLC v krmilni omari

Priključitev signalnih linij na vhodne module:



Slika 5.3: Analogni in digitalni vhodi , izhodi

Stroj za brizganje pene v podjetju Johnson Controls Slovenj Gradec, ki je krmiljen z industrijskim krmilnikom SIMATIC S-7 300. Na samem stroju je veliko senzorjev temperature, tlaka, viskoznosti in pa merilnikov pretoka. Zato mora imeti sam krmilnik veliko analognih vhodov, ter nekaj hitroštevni digitalnih vhodov. (slika 5.4)

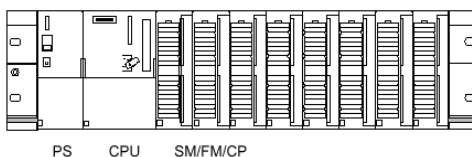


Slika 5.4: Stroj za brizganje pene

5.3 Montaža in naslavljanje

Če montiramo krmilnik na eno letev potem moramo paziti na naslednje: (Slika 5.5)

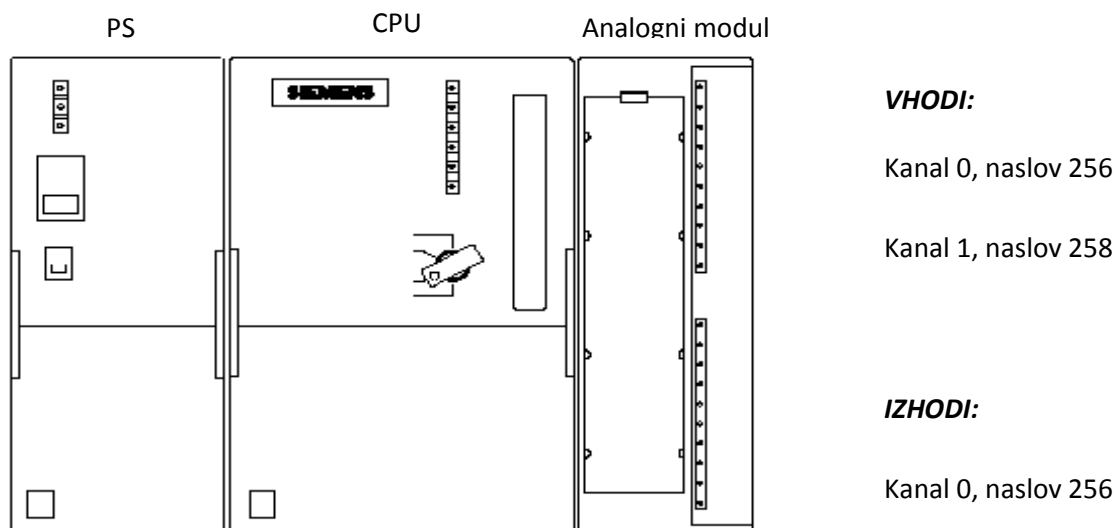
- Desno od CPU-ja lahko priključimo 8 modulov (SM, FM, CP)
- Število modulov, ki jih lahko priključimo je omejeno s tokovno sliko na hrbtni strani S7-300 bus povezave
- Tokovna shema skupaj z bus povezavo ne sme iti preko 1,2 A pri CPU 315.



Slika 5.5: Razporeditev modulov na montažni letvi[2]

5.3.1 Naslavljanje analognih modulov

Naslov analognega vhodnega ali izhodnega kanala je vedno word naslov. Naslov kanala je odvisen od začetnega naslova modula. Če imamo prvi analogni modul vstavljen na mestu 4 ima nastavljen začetni naslov 256, ki se potem z vsak analogni modul poveča za 16. Vhodni in izhodni modul imata vedno enak začetni naslov za vhodni in izhodni kanal. (Slika 5.6)

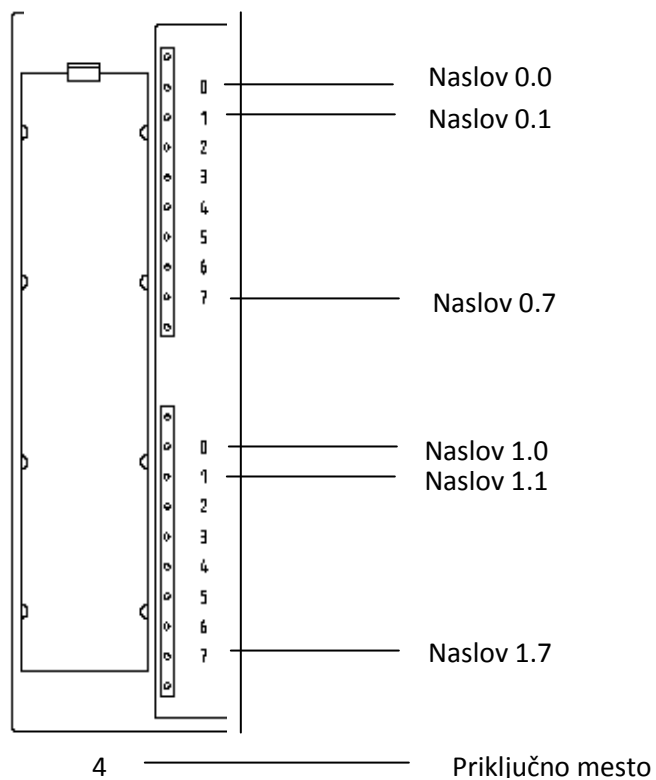
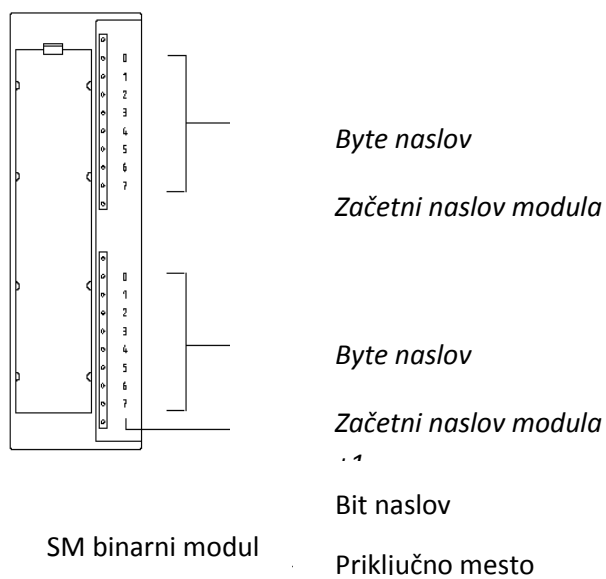


Slika 5.6: Naslovi vhodov in izhodov analognega modula[2]

5.3.2 Naslavljanje digitalnih modulov

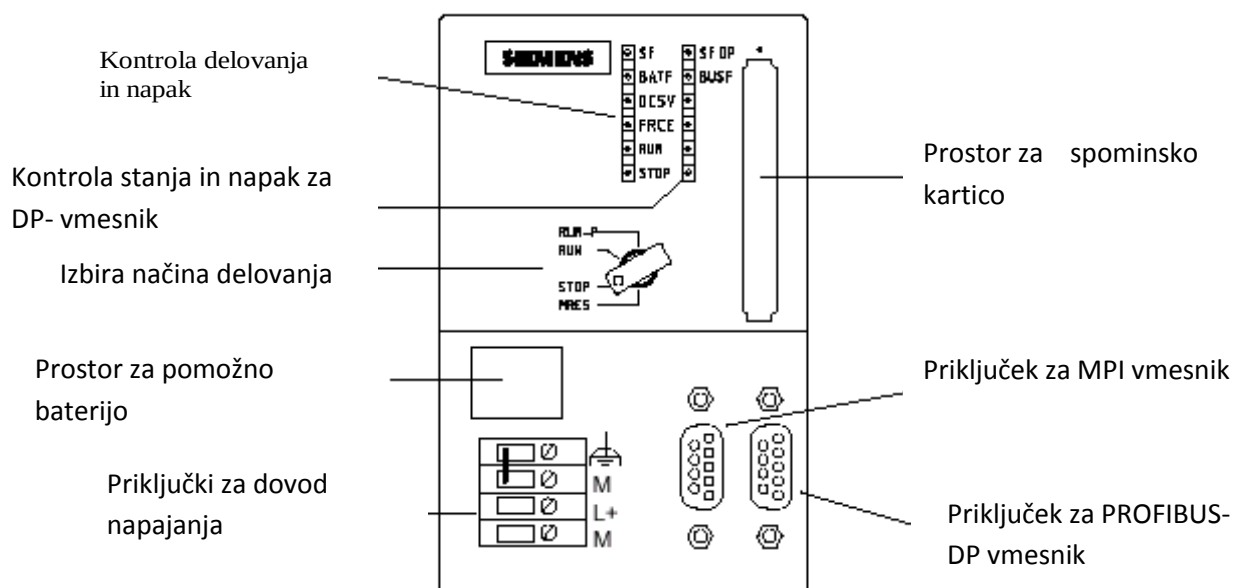
Pri digitalnem naslavljanju se naslov vhodnega in izhodnega modula sestoji iz Byte in Bit naslova. (slika 5.7)

Byte naslov je odvisen od začetnega naslova modula, medtem ko pa je bit naslov odvisen od oznake številke, ki je odtisnjena na modulu.



Slika 5.7: Prikaz naslavljanja digitalnih modulov

5.4 Centralno procesna enota CPU 315



Slika 5.8: Izgled centralno procesne enote[2]

Centralno procesna enota je eden izmed pomembnih delov krmilnika. Preko nje komuniciramo s krmilnikom in nadzornim sistemom. (Slika 5.8) CPU ima tudi spomin v katerega naložimo program, ki se bo izvajal. Centralno procesna enota CPU 315 je sestavljena iz naslednjih delov:

- Stikalo za izbiro načina delovanja
- Priključek za MPI in PROFIBUS- DP vmesnik
- Kontrolne lučke za prikaz napak in stanja
- Priključki za dovod napajanja
- Prostor za pomožno baterijo
- Prostor za spominsko kartico

5.4.1 Prikazovalnik stanja in napak

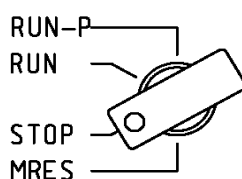
Na centralno procesni enoti se nahaja tudi prikazovalnik stanj in napak. Vsebuje pa naslednje oznake:

- SF- programska ali aparturna napaka
- BATF- napaka baterije

- DC5V- DC 5 V dovod za CPU in S7- 300 Bus
- FRCE- forsiran nanos aktiven
- RUN- CPU je v načinu RUN; zelena dioda utripa
- STOP- CPU je v načinu STOP

5.4.2 Stikalo za izbiro načina delovanja

Stikalo za izbiro načina delovanja je v vseh CPU- jih enako. Stikalo ima 4 položaje, ki so razporejeni po točno določenem vrstnem redu. (slika 5.9)



Slika 5.9: Obratovalno stikalo[2]

Položaj	Pomen	Opis
RUN-P	RUN- PROGRAM	CPU obdeluje program Ključa v tem primeru ne smemo izvleči.
RUN	RUN	CPU obdeluje program Program se ne sme spreminjati brez potrditve ustreznega gesla. Ključ lahko iztaknemo, da preprečimo, da bi kdo spremenil položaj stikala.
STOP	STOP	CPU ne obdeluje programa. Ključ lahko iztaknemo, da preprečimo, da bi kdo spremenil položaj stikala.
MRES	Mehki reset	Stikalo je v položaju za mehki reset.

5.4.3 MPI in PROFIBUS-DP vmesnik

Za povezavo s programirno napravo, oziroma za komunikacijo v MPI- SUB mrežo potrebujemo MPI vmesnik (nastavljeno Baud območje je 187,5 kBaud). Centralno procesne enote z dvema vmesnikoma vam postavi PROFIBUS- DP vmesnik poleg razpoložljivega priključka na PROFIBUS- DP.

5.4.4 Povezovalni modul IM 361

Karakteristike povezovalnega modula IM 361 so sledeče: (slika 5.10)

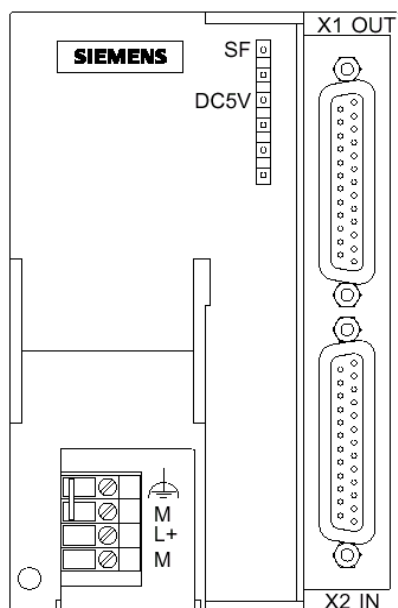
5.3 DC 24 V napajanje

5.4 Priključitev na montažni letvi za S7- 300 je na mestih od 1- 3

5.5 Maksimalna razdalja med IM360 in IM 361 je 10 m

5.6 Maksimalna razdalja med IM361 in IM 361 je 10 m

5.7 Prenosi podatkov med povezovalnimi moduli IM 360 do IM 361 in med IM 361 do IM 361 se izvajajo prek 386 povezave



Slika 5.10: Modul IM 361[2]

Kontrola napak in stanja:

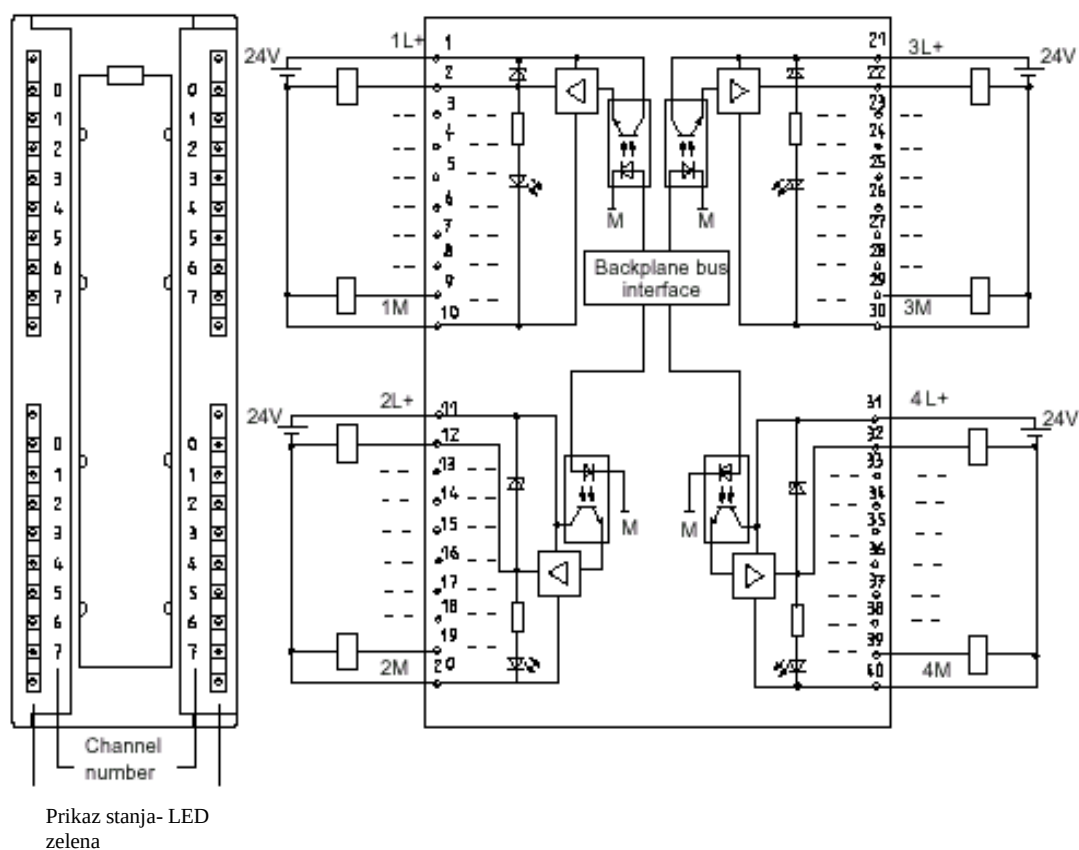
- SF- LED dioda sveti, če manjka povezava, če je povezovalni modul izključen ali pa centralno procesna enota ni priključena na omrežje.
- DC 5 V- napajanje za bus povezavo

5.5 Digitalni izhodni modul SM 322

Značilnosti digitalno vhodnega modula:

- 32 izhodov strnjenih v skupine po 8
- DC 24 V obratovalna napetost
- Primeren za indikacijske luči, elektromagnetne ventile, enosmerne kontaktorje

Ko je napetost vključena preko mehaničnega stikala digitalni izhodni modul pošlje 1 impulz za približno $50\mu s$. To moramo upoštevati ko uporabljamo modul za hitro števne števce. (slika 5.11)



Slika 5.11: Prikaz priključitve digitalnega modula SM322

6 Teoretične osnove analognih in digitalnih povezav

Za izvajanje aplikacij je nujno potrebno tudi znanje o povezovanju posameznih sklopov med sabo. Kadar hočemo povezati krmilnik in neko napravo je potrebno kar nekaj znanja in izkušenj. Saj moramo ob načrtovanju aplikacije upoštevati veliko različnih dejavnikov, ki vplivajo na izbiro načina poveza. V kakšnem okolju bomo delali povezavo, kakšni so varnostni pogoji ali obstajajo elektromagnetne motnje. Konec koncev je najpomembnejše to, kaj bomo sploh merili, krmilili. V tem poglavju bomo spoznali nekaj drobcev iz digitalnih in analognih signalnih povezav.

6.1 Digitalne signalne povezave

Z digitalnimi signalnimi povezavami med seboj povezujemo diskretna tipala, logične sklope,

Računalniške sisteme, programirljive logične krmilnike (PLK) in diskretno krmiljene aktivatorje. Diskretna tipala so lahko: končna stikala, bližinska stikala, optične zapore, tlačna stikala, nivojska stikala, »gama« detektorji, detektorji pretoka, termična stikala, pomožni kontakti relejev, ročne tipke in stikala, itd. Diskretno krmiljeni aktivatorji so lahko: močnostni kontaktorji, črpalke, ventilatorji, pogonski elektromotorji, signalne žarnice, elektropnevmatski ventili, itd. Logični sklopi so lahko sestavljeni iz relejev (klasičnih in elektronskih), logičnih vrat in avtomatov. Običajno služijo za izvedbo preprostejših in robustnejših (neobčutljivih na motnje) logičnih funkcij, kot npr. varnostnih zapor (blokad), pomožnih sistemov za ročno vodenje (manual back-up), zagonskih sistemov, alarmne logike. Velik del klasične logike lahko danes uspešno nadomestijo programirljivi logični krmilniki, ki so mikroprocesorsko krmiljeni logični avtomati z omejenim številom digitalnih vhodov in izhodov.

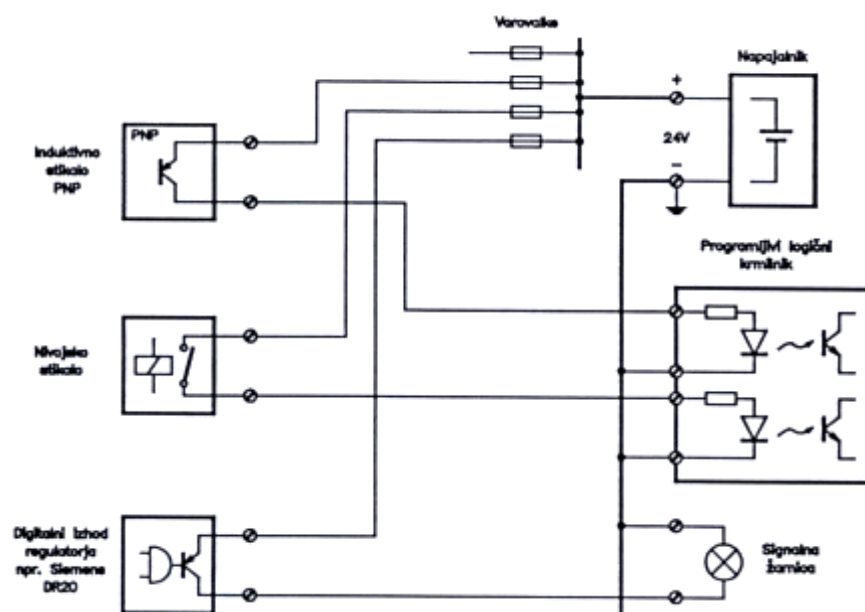
V praksi zasledimo veliko število različnih digitalnih signalnih sistemov. Najpogostejši so: 220VA AC, 60VDC, 48V DC, 24V AC, 24V DC. Tu opustimo analizo TTL digitalnega signalnega sistema, ki ni primeren za »odprte« industrijske povezave. Napetostna nivoja 220V AC in 24V DC praktično prevladujeta. Pri gradnji sodobnih sistemov vodenja se poskušamo izogibati tudi napetostnemu nivoju 220VA AC. Cel sistem zgradimo na osnovi 24V DC, napetostnih nivojev, le neposredno pred aktivatorjem uporabimo vmesniški

kontaktor z navitjem 24V DC, in kontakti, ki vklaplajo izmenične napetosti oziroma bremena 22V AC.

Napetostni nivo 24V DC ima številne pomembne prednosti:

- Je življenjsko varen ,
- Je skladen s polprevodniško tehnologijo,
- Ima manjšo energetske porabo,
- Napajanje dobimo preko napajalnikov iz omrežja – napajalniki lahko odlično zadušijo motnje in napetostne preobremenitve električnega omrežja,
- Zasilno napajanje izvedemo ceneno in neposredno s svinčevim akumulatorjem

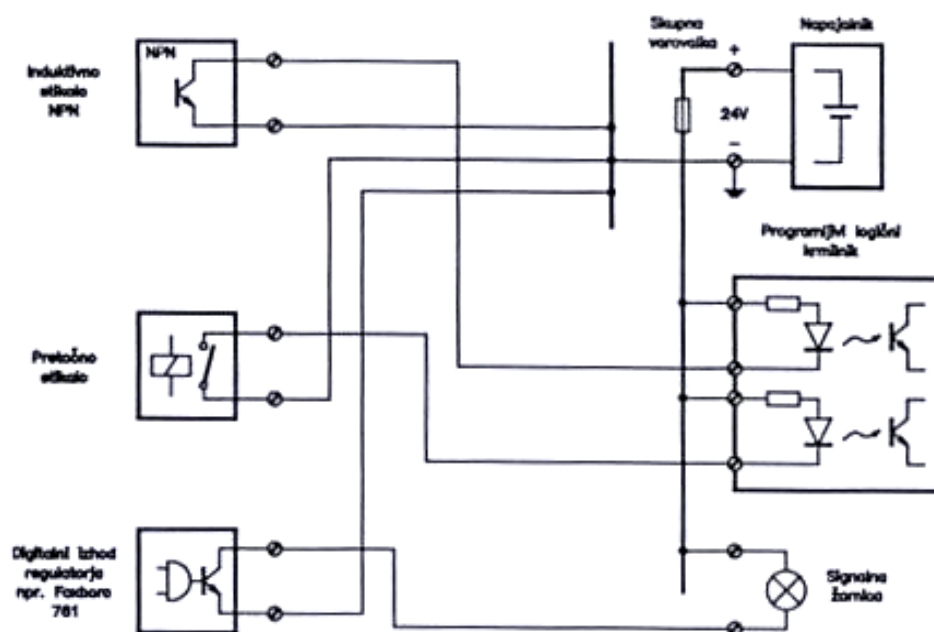
Čeprav je napetostni nivo zelo razširjen, pa oblika vklapljanja ni enoumno določena. V Evropi je bolj razširjen sistem z aktivnim visokim nivojem, v ZDA in na Japonskem pa z aktivnim nizkim nivojem. Primera pravilnih povezav v eni in drugi obliki prikazujeta sliki 6.1 in 6.2.



Slika 6.1: Digitalne povezave s 24V DC signalnim sistemom z aktivnim visokim nivojem [2]

V sistemu z aktivnim visokim nivojem v procesno polje razpeljemo napajalno napetost +24V preko varovalk do posameznih digitalnih dajalnikov. Le-ti v aktivnem stanju vklopijo napajalno napetost na povratni signalni vod. Na sprejemni strani steče signalni tok povratnega voda preko signalnega porabnika na zbirni negativni vod napajalnika -24V, ki pa naj bo povezan tudi z ozemljitvijo. Povezava z ozemljitvijo nima neposredne zveze s potekom signala, prinaša pa varno zaščito in zmanjša vpliv motenj iz okolice. Signalni porabniki so lahko optični sklopniki na vseh PLC-jev in drugih elektronskih naprav, signalne žarnice, navitja relejev, ipd.

V sistemu z aktivnim nizkim nivojem je napajalna napetost +24V razpeljana neposredno na (+) vhode signalnih porabnikov (če so le-ti nameščeni v omejenem prostoru, zadostuje skupna varovalka). V procesno polje razpeljemo negativni in ozemljeni pol napajalnika, povratni vod pa povežemo na negativni vhod signalnih porabnikov.



Slika 6.2: Digitalne povezave s 24VDC signalnim sistemom z aktivnim nizkim nivojem[2]

Na prvi pogled sta oba signalna sistema ekvivalentna oziroma enakovredna. V praksi pa se je pokazala naslednja prednost »Ameriškega« sistema. Signalni vodi in signalni dajalniki se običajno nahajajo v »kovinskem« okolju kabelskih kinet, ohišij ventilov, podzemnih kanalov, itd., ki so praviloma povezani z ozemljitvijo oziroma so drugače v kontaktu z ozemljitvenim potencialom. Če v sistemu z aktivnim visokim nivojem pride do stika med signalnimi vodi in »kovinskim« okoljem, so varovalke v pozitivnem vodu edini pretokovni zaščitni element. V primeru stika pride do prekinitve varovalke. Če ne moremo dopustiti izpada celotnega sistema zaradi stika na enem vodu, moramo vsak vod posebej ščititi s svojo varovalko, kar je še posebej priporočljivo za zagotovitev učinkovitega servisiranja. V sistemu z aktivnim nizkim nivojem so v polje razpeljali negativnim, ozemljitvenim potencialom. Kratki stik z ozemljenimi deli v tem primeru ne more povzročiti tokovnih preobremenitev, povzroči lahko le lažni aktivni signal v primeru stika na povratnem vodu. V tem sistemu varovalke za posamezni signalni vod niso potrebne, kar omogoča enostavnejšo, cenejšo in robustnejšo izvedbo sistema. Servisni postopek je enostavnejši.

Galvanska izolacija med signalnimi dajalniki in vhodi elektronskih naprav je običajno izvedena s pomočjo optičnih sklopov (digitalni vhodni modul PLK, regulatorjev, računalniških sistemov,...) in počasi postaja standardna. Ni pa nujno potrebna, če je instalacija izvedena korektno in so izhodi signalnih dajalnikov potencialno »plavajoči«.

Kadar smo prisiljeni voditi digitalne signalne vode zelo blizu energetskih vodov (bližje od 10 cm), je priporočljivo uporabiti oklopljeni signalni kabel. Oklop na strani regulacijskega sistema dobro povežemo z ozemljitvenim vodnikom. Signalne vode vedno vodimo v parih s prepletenima vodnikoma za zmanjšanje vpliva izmeničnih magnetnih polj.

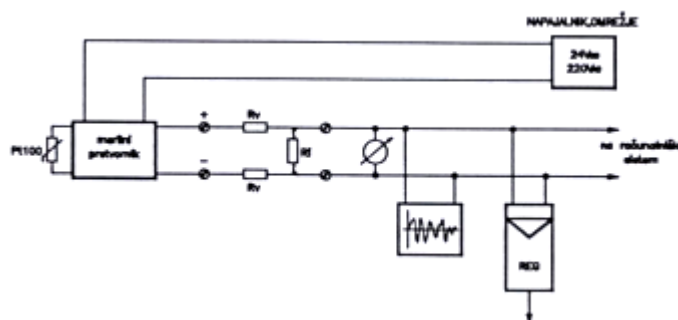
Digitalne izhodne signale iz regulacijskih naprav praviloma vodimo proti aktivatorjem preko relejev in kontaktorjev, ki služijo kot vmesniki med 24V signalnim sistemom in 220V sistemom. Releje in kontaktorje po možnosti namestimo v ločeno stikalno omarico, njihova navitja pa opremimo z diodami ali RC členi za dušitev induktivne reakcije. Namestitev v ločeno omarico ima dvojni pomen: omogoča manjši prenos kapacitivnih motenj iz omrežja na signalni sistem, ter loči nizkonapetostni in visokonapetostni (življenjsko nevarni) del sistema

med seboj. To slednje še posebej olajša servisiranje, preizkušanje in dopolnjevanje sistema, saj je tako nevarni del sistema koncentriran na manjšem prostoru.

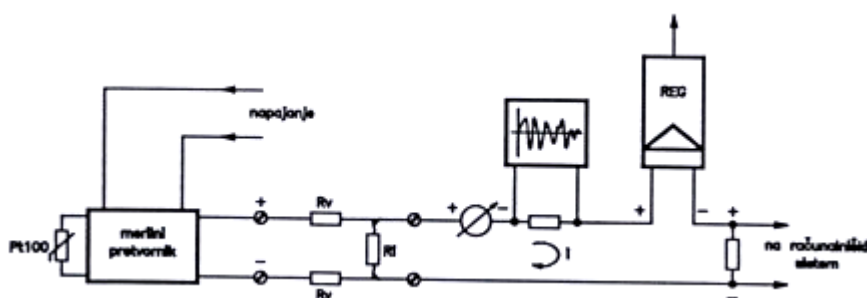
Če je le mogoče, se izognemo neposrednemu preklapljanju omrežnih napetosti na bremena z relejskimi kontakti digitalnih izhodov programirljivih logičnih krmilnikov in podobnih regulacijskih naprav, kljub temu, da tako možnost deklarirajo proizvajalci teh naprav. Sistem namreč deluje, dokler je »vse v redu«. Ko pa pride do npr. kratkega stika na bremenu ali napajalnih vodih, do primarnega ali sekundarnega vpliva strele ali podobnih izrednih pojavov, pride običajno do takih poškodb digitalnih izhodnih modulov, da je potrebno cel modul ali napravo zamenjati. V primeru uporabe vmesniških relejev le-ti prevzamejo večino uničevalne energije in preprečijo okvare drugih naprav.

6.2 Analogne signalne povezave

Električne signalne povezave v sistemih vodenja lahko izvedemo v napetostni ali tokovni obliki. Primera povezav prikazujeta sliki 6.3 in 6.4.



Slika 6.3: Napetostni prenos analognih signalov[2]



Slika 6.4: Tokovni prenos analognih signalov[2]

Pri konstrukciji sodobnih analognih elektronskih naprav sta si napetostna in tokovna oblika signalov približno enakovredni (včasih je prevladovala napetostna oblika). Podobno velja za prenos signalov v procesni industriji. Pri napetostnem prenosu (slika 3) merilni pretvornik oddaja napetostni signal, ki je proporcionalen merjeni veličini. Signal potuje po vodih s skupno upornostjo R_v , preko kontaktov na ranžirnih sponkah in nato do različnih paralelno vezanih porabnikov (npr. kazalčni instrument, registrator, regulator, A/D modul računalniškega sistema za vodenje). Kvaliteta signala pada z dolžino vodov, saj imajo uporabniki signala končno vhodno upornost, ki z upornostjo vodov tvorijo napetostni delilnik. Manjše puščanje izolacije (R_i) ima le majhen vpliv, če je le napeljava dovolj kvalitetno izvedena.

Pri tokovnem prenosu signalov merilni pretvornik vsiljuje v tokovno zanko enosmerni tok, ki je proporcionalen merjeni veličini. Porabniki signala so vezani zaporedno, je tok skozi vse enak. Upornost vodov v tem primeru ne povzroča padca kvalitete signala, če so le v dopustnem območju merilnega pretvornika. Prav tako kvalitete signala ne poslabšajo parazitni galvanski členi, ki nastanejo na priključnih sponkah v agresivnih okoljih ob prisotnosti vlage. Na kvaliteto signala oziroma na natančnost prenosa pa lahko močno vpliva puščanje izolacije, vendar le-to tudi v agresivnih okoljih ni močno izrazito.

Ker upornost napajalnih vodov in parazitni elektronski potenciali pri tokovnem načinu prenosa ne pridejo do izraza, v kemični in procesni industriji prevladujejo tokovni signali. Nasprotno pa zasledimo napetostne signale v okviru zaključenih manjših naprav predvsem pri obdelovalnih strojih, v robotiki, v sistemih vodenja mikroelektronskih tehnoloških naprav, ipd. Mejna dolžina povezav med obema znaša 5 do 10 cm.

Veliko različnih standardiziranih obsegov signalov zasledimo v uporabi: 0-1V, 0-5V, 0-10V med napetostnimi, ter 0-10mA, 0-20mA, 0-50mA, 0-100mA, 4-20mA, 10-50mA, 20-100mA med tokovnimi signali. V sodobnejših sistemih so najpomembnejši obsegi 0-5V, 0-10V ter 0-20mA in 4-20mA. V okviru procesne industrije tokovni signal 4-20mA prevladuje v večini primerov.

Tokovni signal 4-20mA je izjemen tehnični dosežek na področju vodenja procesov in je sad več desetletij dolgega izpopolnjevanja naprav za merjenje in regulacijo. Osnovna prednost je seveda v neobčutljivosti na dolžino signalnih vodov in na elektrokemijske potenciale slabih kontaktov. Posebne ugodnosti pa nudi signal žive ničle 4mA. Celotni signal je namreč sestavljen iz izhodiščnega toka 4mA in variabilnega dela 0-16mA, ki je proporcionalen merjeni veličini. Signal žive ničle omogoča naslednje prednosti:

- daljinsko napajanje merilnega pretvornika po istem vodu, kot potuje signal,
- odlično razmerje signal/šum pri nizkih vrednostih merjene veličine,
- enostavna kontrola sklenjenosti signalne zanke: tok je v dobro sklenjeni zanki vedno prisoten ($> 0 \text{ mA}$),
- možnost javljanja okvare merilnega pretvornika ali tipala. Ob okvari pretvornik postavi izhodni tok na vrednost pod 4mA (tipično 3mA) ali nad 20mA (tipično 23mA)

7 Industrijski krmilniki v izobraževanju

Uporaba industrijskih krmilnikov je do sedaj omejena samo na srednješolsko in univerzitetno izobraževanje. Sam sem se omejil na srednješolsko izobraževanje. Glavno vodilo srednjih šol v preteklosti je bila cena in ekonomičnost dobave krmilnika. Zato so srednje šole uporabljale najcenejše ali tudi donirane industrijske krmilnike. V nasprotju s šolstvom je industrija uporabljala drugačne krmilnike ki, so bili višje cenovnega razreda. Po navadi so bili to Siemens Simatic krmilniki.

Vendar je vredno v razmislek vsem podjetjem, naj čim več vlagajo v izobraževanje in svoje izdelke po ugodnih cenah dobavljajo srednjim šolam, saj bodo zato učenci znali uporabljati njihove krmilnike in jih bodo v poklicni karieri raje uporabili kot sredstvo za izvedbo svojih aplikacij.

Kot vzoren projekt tega dela lahko navedem **Medpodjetniški izobraževalni center Velenje** (MIC). To je izobraževalni center, kjer podjetja in šolstvo z roko v roki investirata v znanje dijakov. Z materialnimi sredstvi in tehnično pomočjo

7.1 Kratka predstavitev

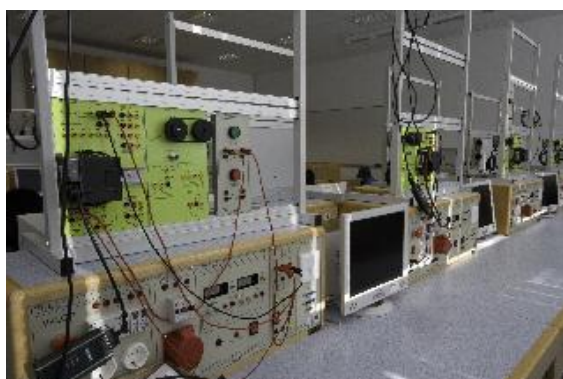
Medpodjetniški izobraževalni center (slika 7.1, slika 7.2, slika 7.3) je rezultat ideje, ki so jo razvili s pomočjo Pharovega projekta leta 1996 ob veliki podpori soustanoviteljev, to je Ministrstva RS za šolstvo in šport in Premogovnika Velenje, d. d ter lokalnega okolja, podjetij, obrti oz. socialnih partnerjev. Pobudo o oblikovanju MIC je podpisalo več kot 50 podjetij iz vse Slovenije, največ jih je bilo s koroško-savinjske regije.



Slika 7.1: Medpodjetniški izobraževalni center



Slika 7.2: Laboratorij za praktično usposabljanje



Slika 7.3: Laboratorij za praktično usposabljanje

7.2 Vrste krmilnikov v izobraževanju

Pri pregled uporabljenih industrijskih krmilnikov v srednji šoli Velenje sem ugotovil sledeče; Starejše generacije krmilnikov so bile znamke Omron, Mitsubishi, Moeller. Novejši krmilniki pa so po večini Siemensovi.

7.3 Primeri uporabe posameznih krmilnikov v aplikacijah, ki so namenjene izobraževanju dijakov

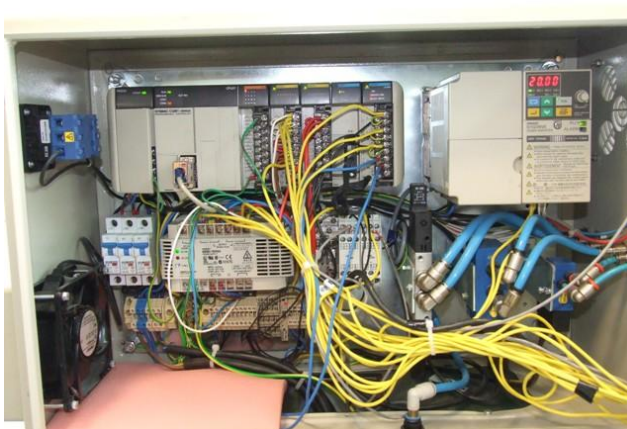
V podpoglavju si lahko ogledate nekaj aplikacij, ki so namenjene za učenje dela z industrijskimi krmilniki. (slika 7.5, slika 7.8)

V ta namen so izbrane aplikacije različnih tipov in znamk krmilnikov. Od najlažjih pa tudi do bol zahtevnih primerov. (slika 7.4, slika 7.6, slika 7.7, slika 7.9)

7.3.1 Model nadzora tlakov v kompresorju z industrijskim krmilnikom Omron Sysmac CQM1



Slika 7.4: Prikaz krmilja s kompresorjem

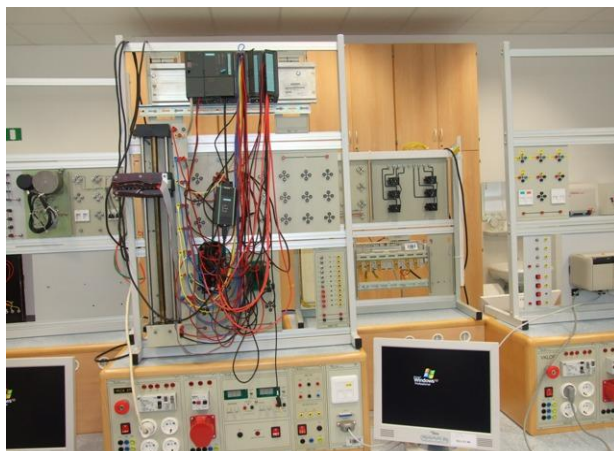


Slika 7.5: Prikaz krmilja



Slika 7.6: Panel plošča

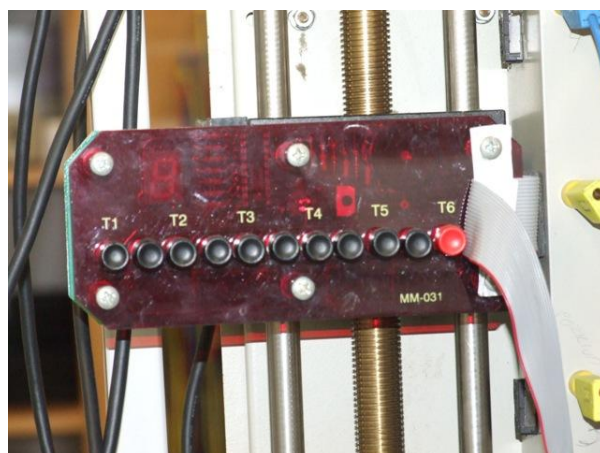
7.3.2 Model krmiljenja preprostega dvigala z industrijskim krmilnikom Siemens Simatic S7-300



Slika 7.7: Testna plošča z dvigalom



Slika 7.8: Siemens Simatic S7-300

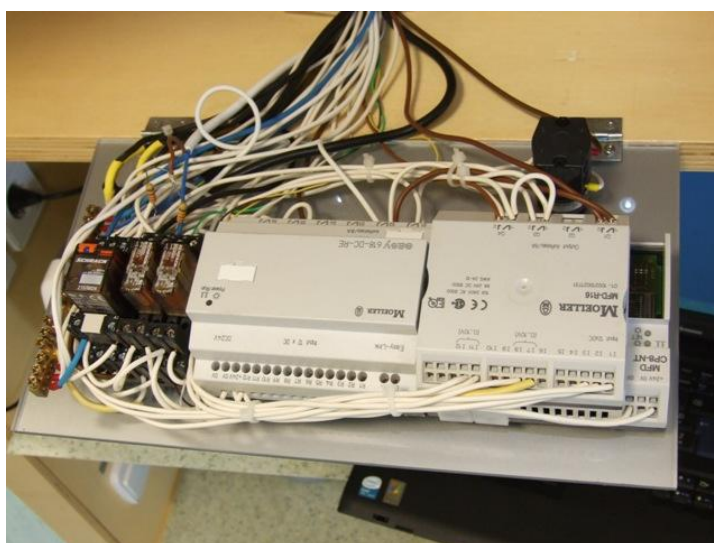


7.9: Dvigalo s tipkami za upravljanje

7.3.3 Model krmiljenja sončnih celic z industrijskim krmilnikom Moeller Easy 618



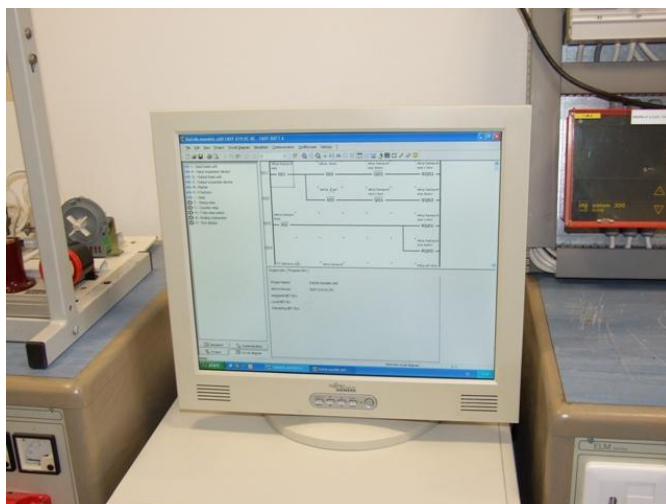
Slika 7.10: Solarne celice s krmiljem



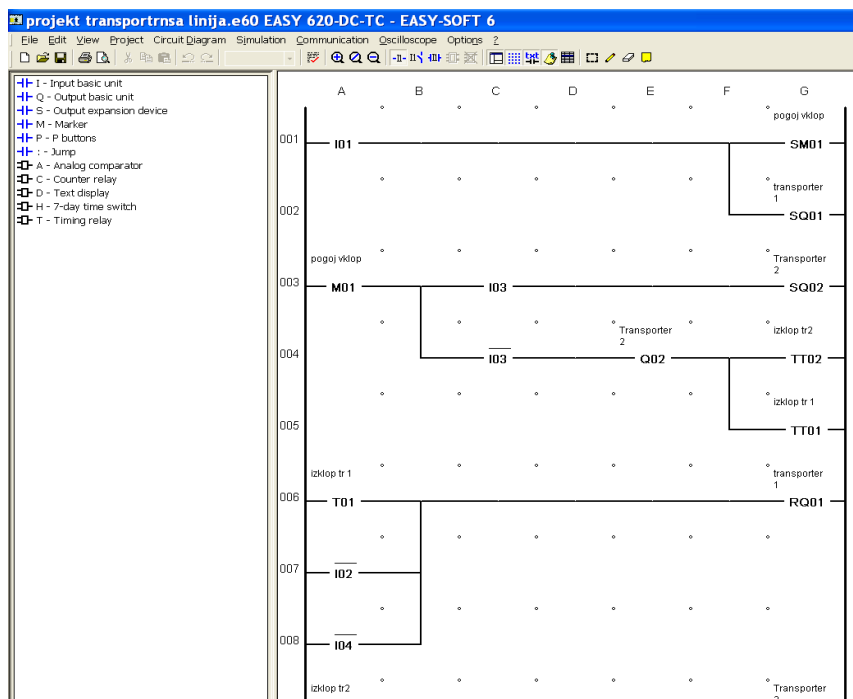
Slika 7.11: Industrijski krmilnik Moeller Easy 618

7.3.4 Delovno okolje Easy-Soft 6

Programiranje industrijskega krmilnika Moeller (slika 7.10, slika 7.11) se izvaja s pomočjo programa Easy soft v lestvičnem diagramu. Z lestvičnim diagramom je programiranje veliko enostavnejše, saj je grafični vmesnik zelo prijazen do uporabnikov in predvsem tistih, ki so začetniki v programiranju. (slika 7.12, slika 7.13)



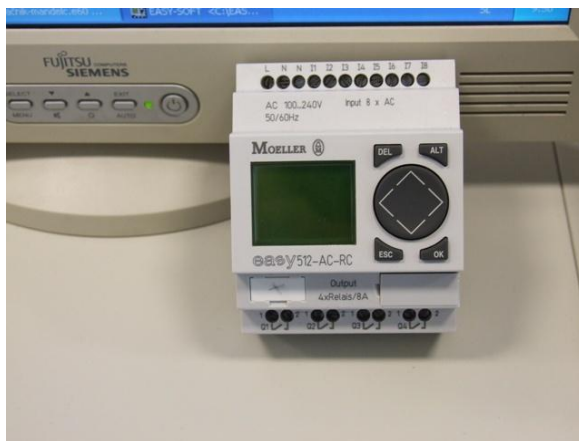
Slika 7.12: Lestvični diagram



Slika 7.13: Delovno okolje Easy-Soft 6

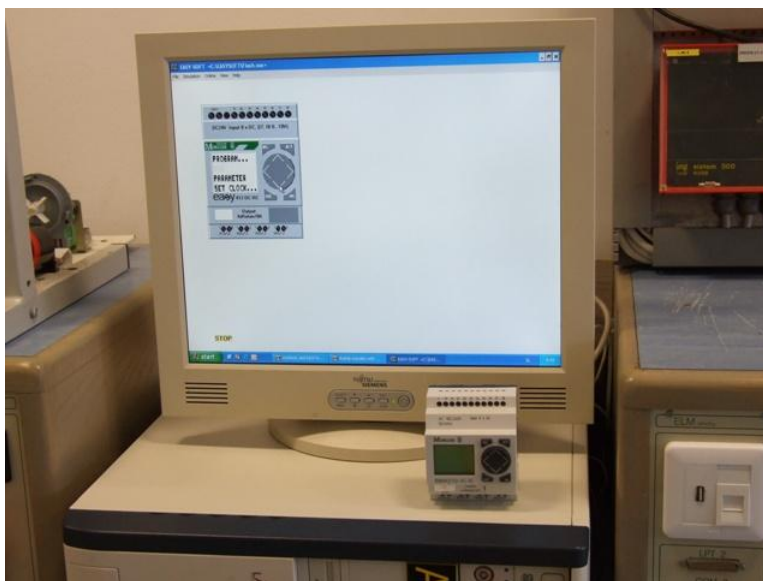
7.3.5 Moeller Easy 512

Industrijski krmilnik Moeller Easy 512, je zelo primeren za začetnike programiranja. Cenovno zelo ugoden in razmeroma dostopen na slovenskem trgu. (slika 7.14) Največja prednost krmilnika je to, da ne potrebuje dodatne programske opreme za programiranje le tega, saj ga lahko programiramo kar na zaslonu samega krmilnika.



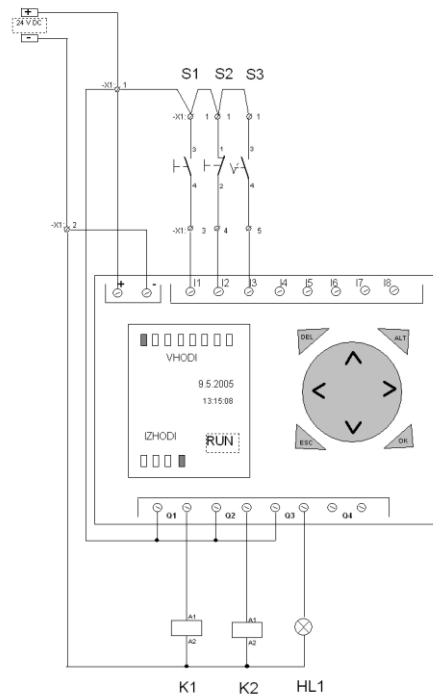
Slika 7.14: Industrijski krmilnik Moeller Easy 512

Zelo dobra stvar tega krmilnika je grafični vmesnik Easy (slika 7.15), preko katerega lahko programiramo ali po potrebi tudi simuliramo delovanje krmilnika, pred samo uporabo. Kar je zelo pomembno v fazi navajanja in učenja.



Slika 7.15: Grafični vmesnik Easy

Primer električne sheme za industrijski krmilnik Moeller Easy 512 (slika 7.16)



Slika 7.16: Električna shema [9]

7.4 Primer vaj na praktičnem izobraževanju s pomočjo krmilnika Moeller Easy 512

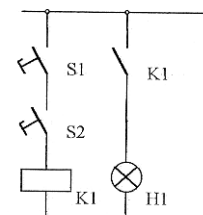
S temi vajami se v srednji šoli učijo osnov programiraja industrijskih krmilnikov.

ŠC Velenje
SEMINAR

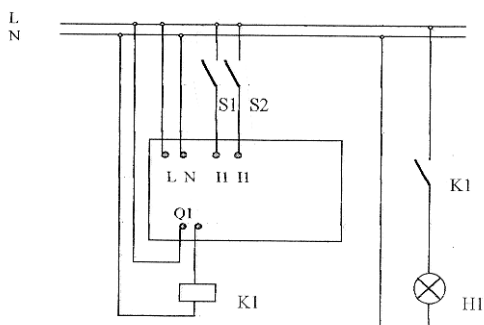
PRIMER 1:

S stikaloma S1 in S2 vključimo ali izključimo (preko kontaktorja-močnostnega releja) sijalko H1.

El. shema:



Vezava na KRM:



Adresni plan:

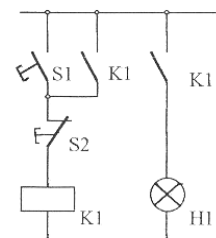
Sponka	Oznaka	Vrsta	Adresa	Funkcija
/	S1	stikalo	I1	vklop/izklop sijalke (pogoj 1)
/	S2	stikalo	I2	vklop/izklop sijalke (pogoj 2)
/	K1	kontaktor	Q1	krmiljenje sijalke H1

Program:

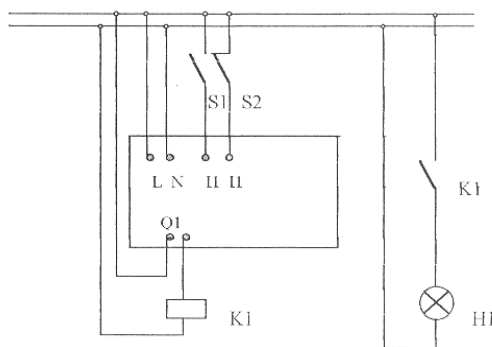
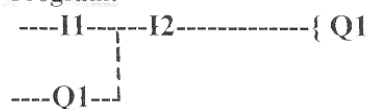
----I1-----I2-----{ Q1

ŠC Velenje
SEMINARPRIMER 2:

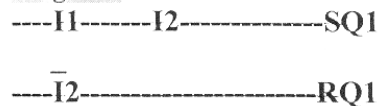
V tem primeru vklopimo sijalko H1 s tipko S1, ki ima vklopni kontakt (NO) in izklopimo s tipko S2 z izklopnim kontaktom (NC). K tipki S1 bomo vezali samodržni kontakt.

El. shema:**Adresni plan:**

Sponka	Oznaka	Vrsta	Adresa	Funkcija
/	S1	tipka NO	I1	vklop sijalke
/	S2	tipka NC	I2	izklop sijalke
/	K1	kontaktor	Q1	krmiljenje sijalke H1

Vezava na KRM:**Program:**PRIMER 3:

Za vezje iz prejšnjega primera napišemo program s pomočjo samodržnega releja.

Program:

8. Krmilni sistem CyBro-2

CyBro-2 je industrijski krmilnik (slika 8.1) podjetja Cybrotech s pomočjo katerega bomo naredili nekaj osnovnih aplikacij, ki jih lahko uporabimo pri tehniškem izobraževanju v osnovni šoli .

V naslednjih poglavjih bom opisal vse tehnične lastnosti, prednosti in slabosti, ki nam jih nudi ta mali a kompakten industrijski krmilnik.

8.1 Osnovna enota CyBro-2 vsebuje:

- Uro realnega časa
- Hitro števne vhode
- 2 RS232 komunikacijska kanala
- 10 digitalnih vhodov 24 VDC,
- 8 relejnih izhodov
- 4 analogne vhode 0-10 VDC ali 0-20 mA
- 1 analogni izhod 0-10 VDC
- napajanje 24 VDC ali 230 VDC

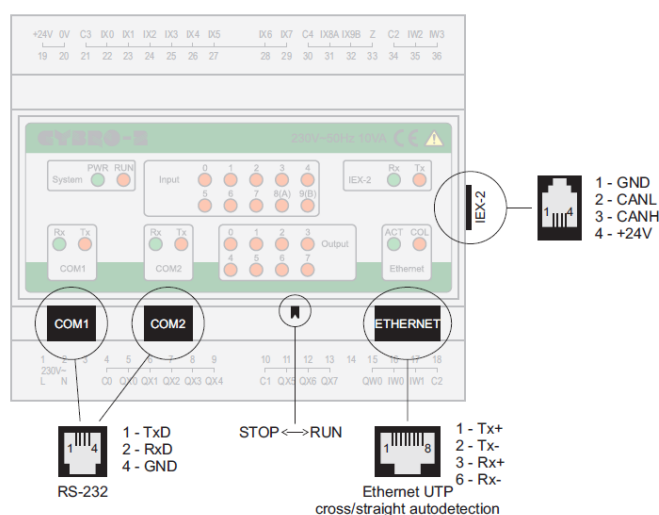


Slika 8.1 Osnovna enota CyBro-2 [10]

8.2 Opis krmilnega sistema

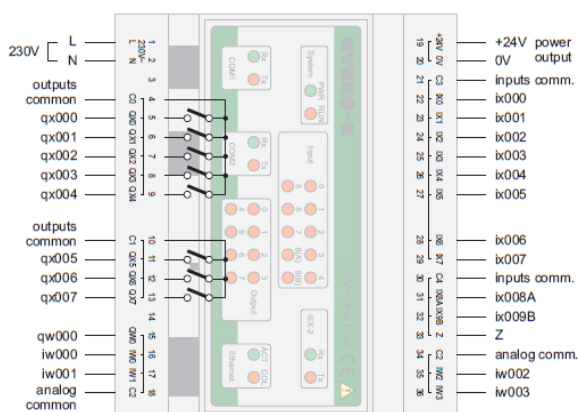
Najosnovnejše stikalo na krmilniku je stikalo STOP/RUN, s katerim določamo kdaj je krmilnik v funkciji obratovanja in kdaj je krmilnik možno programirati. (slika 8.2)

Krmilnik vsebuje vhode COM1 in COM2 s katerimi lahko preko serijske povezave RS232 s PC-jem programiramo krmilnik. Programiranje je možno tudi preko ETHERNET-a. Vhod IEX-2 pa je namenjen razširitvenim modulom, ki nam omogočajo večje število vhodov in izhodov na krmilnik. (slika 8.2)



Slika 8.2 Vhodno izhodne enote [10]

Krmilnik ima 12 vhodnih kanalov in 12 izhodnih kanalov. Od tega je 10 digitalnih vhodov in izhodov in 2 analogna vhoda in izhoda. (slika 8.3)



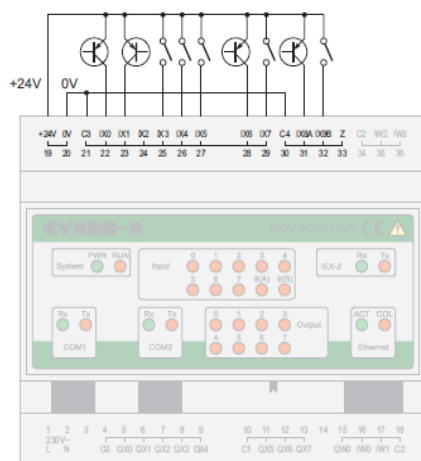
Slika 8.3 Vhodi in izhodi [10]

Krmilnik omogoča dva osnovna načina priključitve vhodnih kanalov; tako imenovani P-tip in N-tip priključitve.

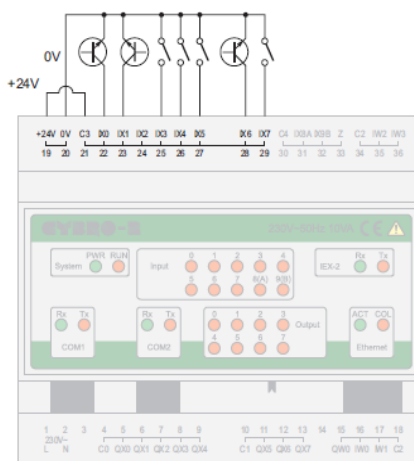
P-tip priključitve je vezava, pri kateri na skupno sponko pripeljemo 0V in na vhode posamično pripeljemo +24V. Torej krmilnik krmilimo s +24V. (Slika 8.4)

N-tip priključitve je vezava, pri kateri na skupno sponko pripeljemo +24V in na vhode posamično pripeljemo 0V. Krmilnik krmilimo s sponko 0V. (slika 8.5)

Ta tehnična lastnost krmilnika nam lahko zelo pomaga, kadar bi v šolah izvajali vaje in bi se s tem izognili neposrednemu stiku z napetostjo!!!

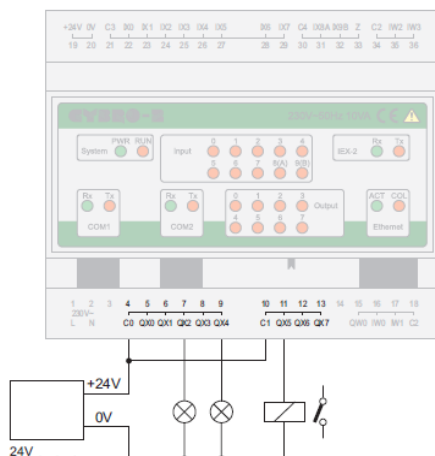


Slika 8.4 P-tip priključitve [10]

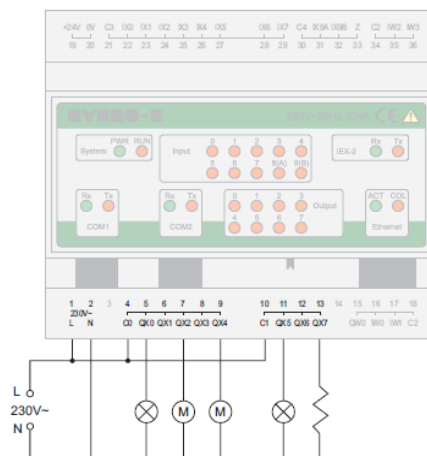


Slika 8.5 N-tip priključitve [10]

Načini priključitve na izhodne kanale. Ker krmilnik uporablja relejske izhode (stikalni način), lahko na izhod priključimo poljubne napetosti. Lahko priključimo signalne lučke, 24V releje (slika 8.6) ali pa močnejše porabnike priključimo na 230V izmenične napetosti. Razne motorje, upore, žarnice,... (slika 8.7)



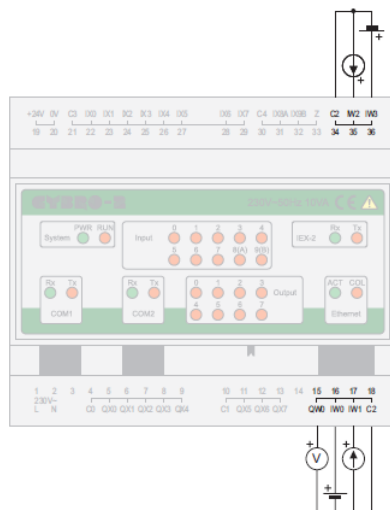
Slika 8.6 Priključitev 24VDC [10]



Slika 8.7 Priključitev 230VAC [10]

Analogna vhoda lahko nastavimo 0-10V ali 0(4)- 20mA.

Analogni izhod ima vrednosti od 0-10V. (slika 8.8)



Slika 8.8 Analogni vhodi in izhodi [10]

8.3 Razširitvene enote

Zaradi različnih potreb pri raznih aplikacijah ima krmilni sistem CyBro-2 možnost več razširitvenih enot. V tem poglavju jih bomo nekaj našeli:

Razširitvene enote z 12 analognimi vhodi ali izhodi (slika 8.9).



Slika 8.9 Razširitvene enote [10]

Razširitvene enote z 12 digitalnimi vhodi in 12 digitalnimi izhodi, relejni in tranzistorski izhodi (slika 8.10).



Slika 8.10 Razširitvene enote [10]

Komunikacijski pretvornik iz A-bus v RS232 (slika 8.11).



Slika 8.11 Komunikacijski pretvornik [10]

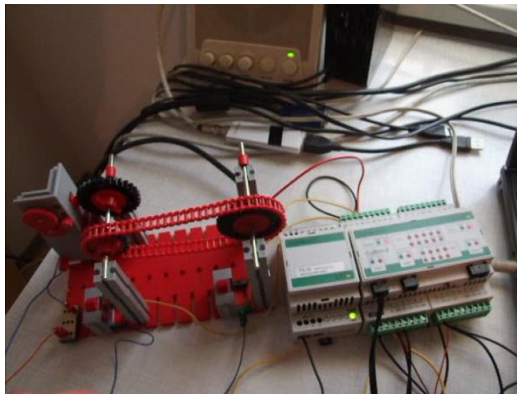
Prikazovalnik **OP-2** s katerim lahko nastavljamo najrazličnejše parametre za delovanje krmilnika. Preko katerega dobivamo razna sporočila ali alarme (slika 8.12).



Slika 8.12 Prikazovalnik OP-2 [10]

9 Aplikacije s krmilnim sistemom CyBro-2 in uporabo Fischer technik

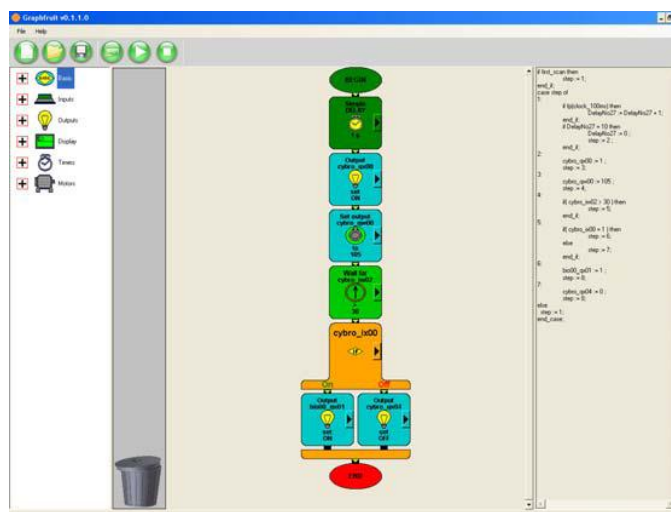
V tem poglavju bomo naredili nekaj primerov različnih aplikacij, ki bi bile primerne za uporabo v Osnovnih šolah. Pri aplikacijah bom uporabil krmilnik CyBro-2, ki ga bom programiral s programskim okoljem **Greapfruit_v1.3.6** in sistemom fischer technik. (slika 9.1)



Slika 9.1 Krmilni sistem CyBro-2

9.1 Programsko okolje GraphFruit

Program GraphFruit je grafično okolje s pomočjo katerega lahko enostavno programiramo krmilnike Cybro. Zaradi tega nam ni potrebno več pisati programov v programskih jezikih, ampak namesto tega to namesto nas stori prilagojen program. Z grafičnim vmesnikom lahko preprosto s pomočjo miške sestavimo program in ga nato preko vmesnika naložimo v krmilnik.



Slika 9.2 Programsko okolje GraphFruit

Na sliki 9.2 je lepo vidno grafično okolje z logičnimi funkcijami, začetkom in koncem programa.

Na desnem robu pa je viden sam program, ki ga je vmesnik prevedel. Ta program bomo s pomočjo RS232 povezave (slika 8.2) naložili v krmilnik.

9.2 Osnovne funkcije programa GraphFruit

Vsak program začnemo z ukazom START in za ta namen je tu funkcija BEGIN. (slika 9.3)

Ko končamo s programom, uporabimo funkcijo END. (slika 9.4)

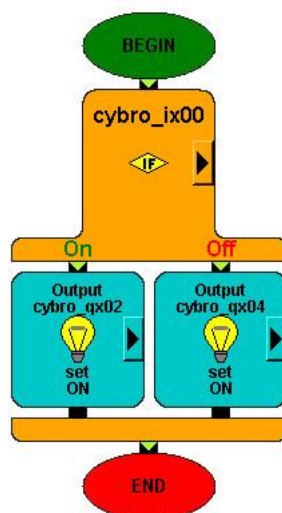


Slika 9.3 Start



Slika 9.4 Konec

Za kakršne koli logične operacije v programu, potrebujemo funkcijo IF. Za takšne namene uporabimo sledečo funkcijo (slika 9.5).

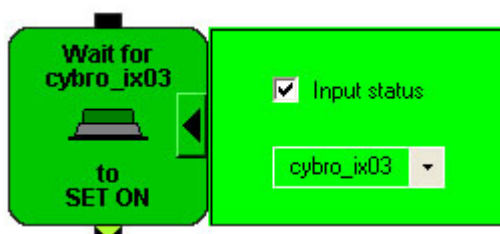


Slika 9.5 Funkcija IF

Uporabimo IF znak, ki se nanaša na določen vhod krmilnika **cybro_ix00** (vhod 00) in ki naslavlja določen izhod. V tem primeru sta to **cybro_qx02** in **cybro_qx4**. (slika 9.5)

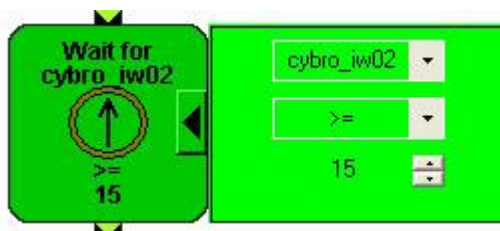
Poenostavljeno povedano; če bomo na vhod 00 pripeljali logično 1, bomo dobili na izhodu 02 logično 1, na izhodu 04 pa logično 0. Če bomo pripeljali na vhod 00 logično 0, bomo dobili na izhodu 02 logično 0, na izhodu 04 pa logično 1. S takšnimi kombinacijami lahko, poljubno sestavimo vse logične funkcije, ki jih potrebujemo za programiranje.

Funkcija »**počakaj, da se na vhodu 3 pojavi logična vrednost**«. T o funkcijo uporabimo, ko hočemo, da se program začne izvajati, ko mi na vhod pritisnemo 1. (slika 9.6)



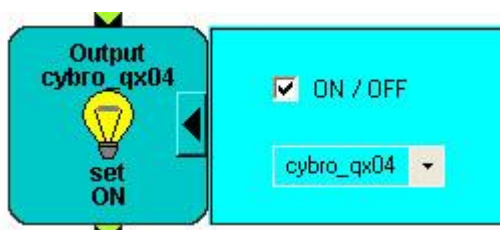
Slika 9.6 Wait for cybro_ix03

Funkcija »**počakaj, da se na vhodu 2 pojavi logična vrednost**«, z določeno zakasnitvijo. (slika 9.7)



Slika 9.7 Wait for cybro_iw02

S to funkcijo na določen izhod postavimo logično 1 ali 0. (slika 9.8)



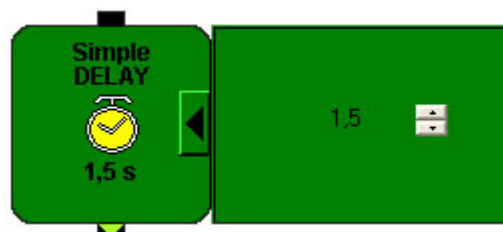
Slika 9.8 Output cybro_qx04

S to funkcijo na določen izhod postavimo logično 1 ali 0 z določeno zakasnitvijo. (slika 9.9)



Slika 9.9 Output cybro_qw00

Funkcija za zakasnitve izvajanja samega programa. (slika 9.10)



Slika 9.10 Simple DELAY

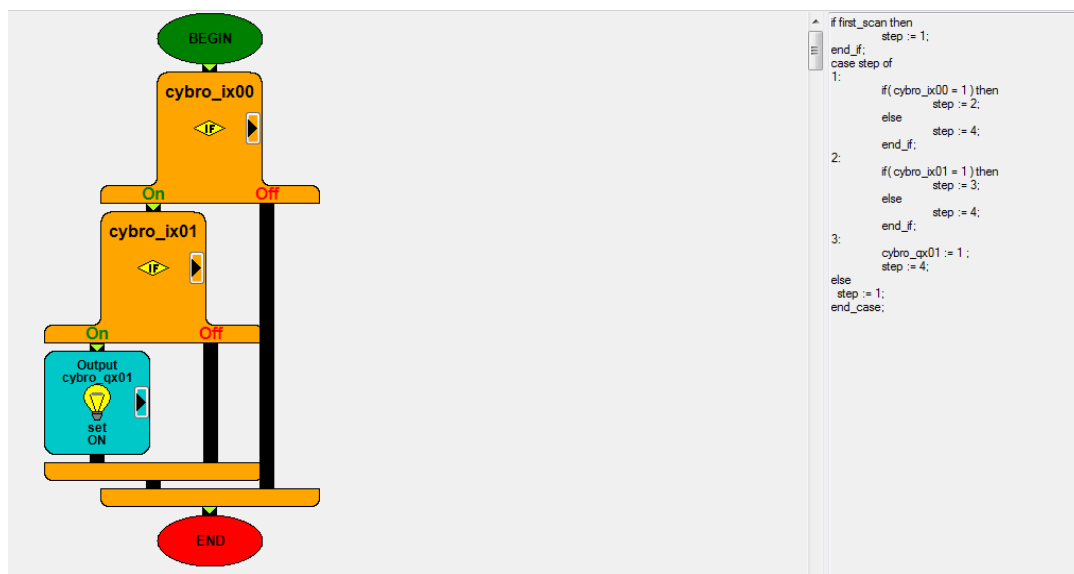
9.3 *Praktični primeri aplikacij za osnovno šolo*

V tem podpoglavju bomo prikazali na kakšen način lahko z programskim okoljem GraphFruit realiziramo najosnovnejše funkcije za krmiljenje različnih preprostih aplikacij z industrijskim krmilnikom.

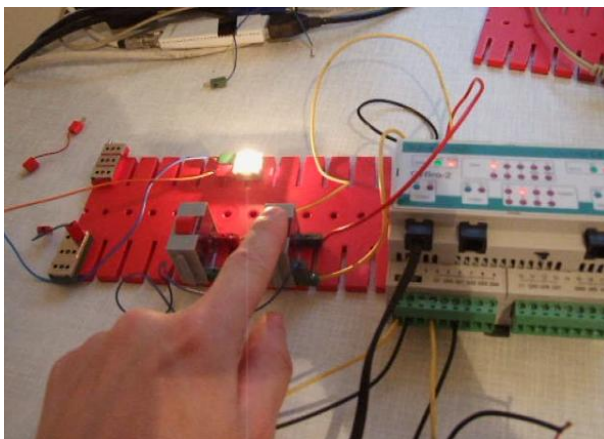
9.3.1 Logična vrata IN

Aplikacijo lahko zelo nazorno pokažemo z dvema tipkama in žarnico.

Najprej pritisnemo na eno stikalo , žarnica zagori. Pritisnemo na drugo stikalo žarnica gori. (slika 9.11, slika 9.12)



Slika 9.11 Logična vrata IN



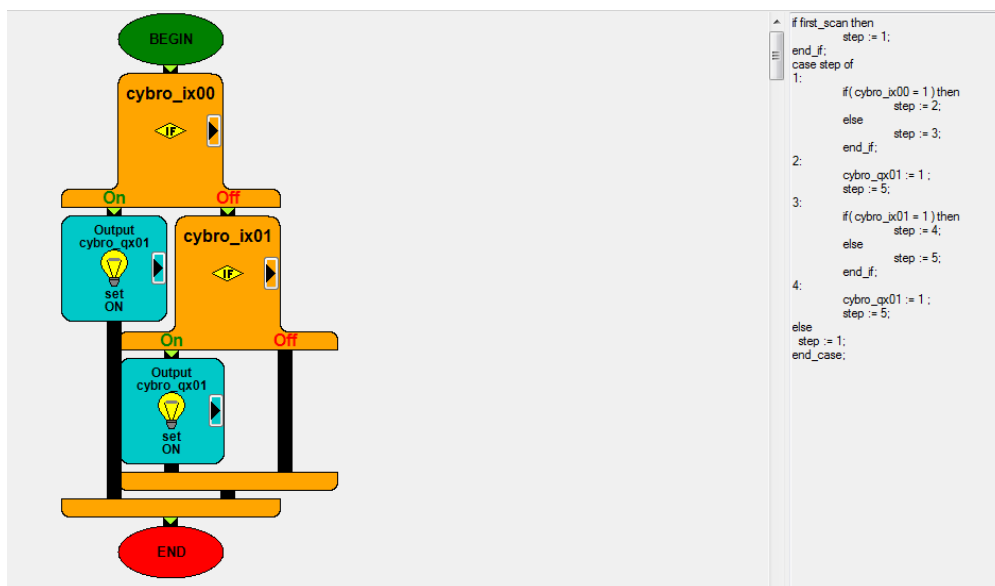
Slika 9.12 Logična vrata IN - aplikacija

9.3.2 Logična vrata ALI

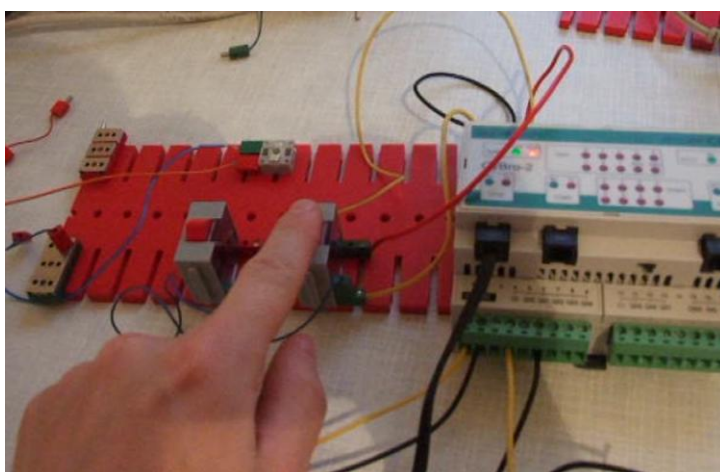
Tudi to aplikacijo ponazorimo z dvema tipkama in žarnico.

Najprej pritisnemo na prvo stikalo, žarnica ne sveti. Ko pritisnemo na drugo stikalo žarnica ne sveti.

Šele ko pritisnemo na obe stikali žarnica zasveti. (slika 9.14, slika 9.13)



Slika 9.13 Logična vrata ALI



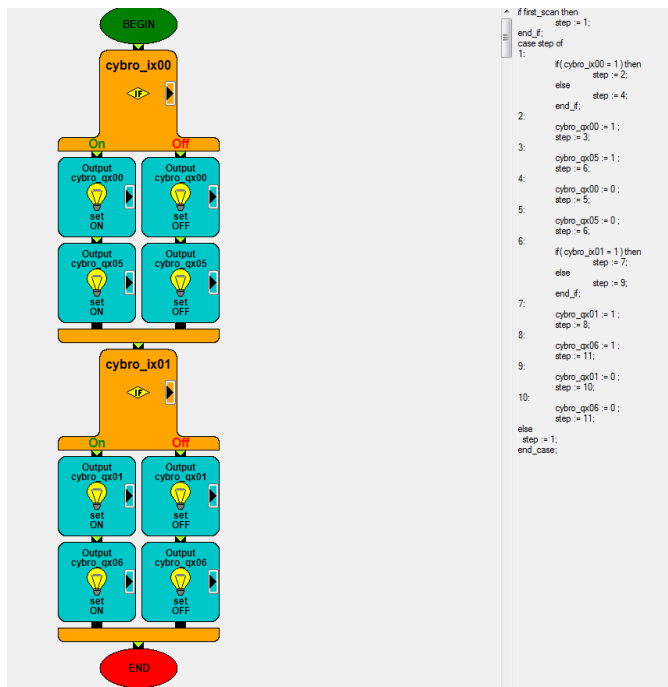
Slika 9.14 Logična vrata ALI – aplikacija

9.3.3 Krmiljenje enosmernega motorja NAPREJ-NAZAJ

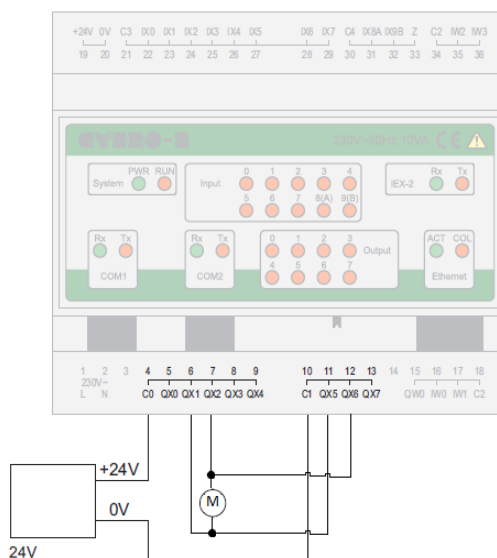
Za to vajo je potrebno že kar nekaj znanja in logičnega razmišljanja.

Kako s krmilnikom doseči, da se bo polariteta enosmerne napetosti na kolektorskem motorčku s pritiskom na gumb obrnila. Ker so izhodi na krmilniku stikalne narave lahko na motorček pripeljemo 9V enosmerne napetosti. Ko bo na izhodu logična enka, se bo stikalo vklopilo in s tem sklenilo tokokrog z motorjem. (slika 9.16) Motorček se bo pognal v eno

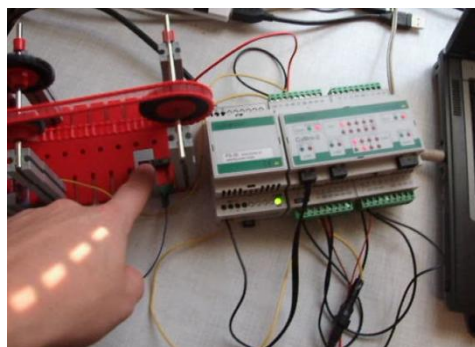
smer. Ker pa ima krmilnik dvojne galvansko ločene izhode, lahko na en del izhodov pripeljemo 9V napetosti, na drugi del pa 0V, s tem imamo možnost izmeničnega poljubnega vklopljanja in menjavanja + in -. (slika 9.16)



Slika 9.15 Krmiljenje enosmernega motorja



Slika 9.16 Krmiljenje enosmernega motorja - el. shema

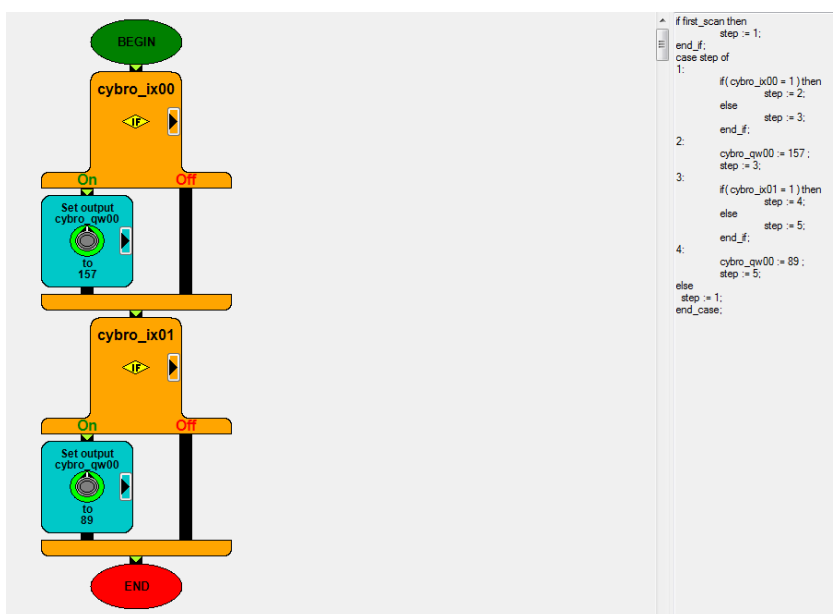


Slika 9.17 Krmiljenje enosmernega motorja - aplikacija

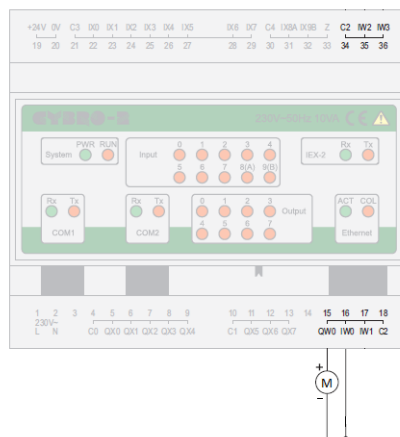
Na motorček smo zvezali žice tako, da smo na oba konca pripeljali 9V in 0V, ter jih poljubno menjaje vklapljali med sabo. Motorček je brez problema menjal smer. (Slika 9.17)

9.3.4 Krmiljenje motorja DVOJNA HITROST

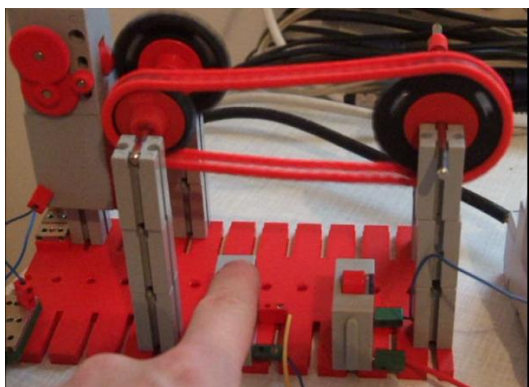
Ker enosmerni motorček spreminja hitrost obratov glede na priklopljeno napetost, smo lahko s krmilnikom regulirali tudi hitrost obratovanja motorčka. Krmilnik ima dva analogna izhoda. (slika 9.19) Iz teh analognih izhodov lahko dobimo do 10V enosmerne napetosti. Velikost napetosti določimo z nastavitvijo izhodnega kanala, s številko od 0 do 255. (slika 9.18) Torej številka 0 bo pomenila na izhodu 0V (motorček bo miroval), številka 255, pa bo pomenila 10V. (motorček obratuje s polnimi vrtljaji) (slika 9.20)



Slika 9.18 Krmiljenje motorja DVOJNA HITROST



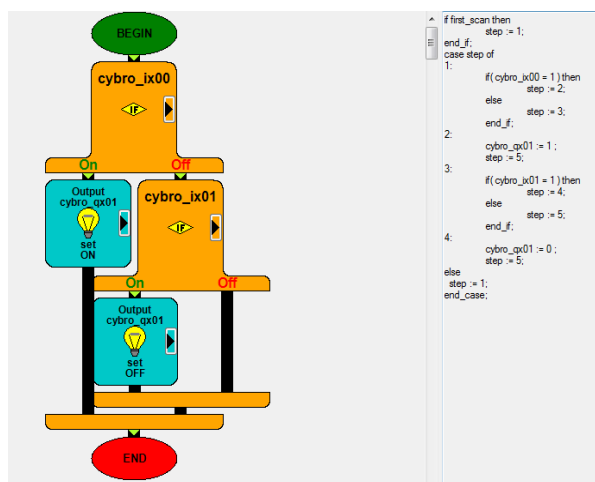
Slika 9.19 Krmiljenje motorja DVOJNA HITROST- el. shema



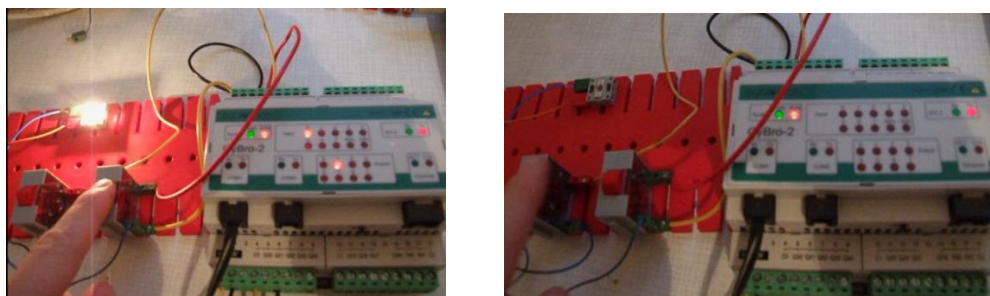
Slika 9.20 Krmiljenje motorja DVOJNA HITROST- aplikacija

9.3.5 Vklp izklop žarnice

Enostaven program s katerim z eno tipko vklopimo žarnico, z drugo tipko izklopimo žarnico. (slika 9.21 , slika 9.22)



Slika 9.21 Vklp izklop žarnice

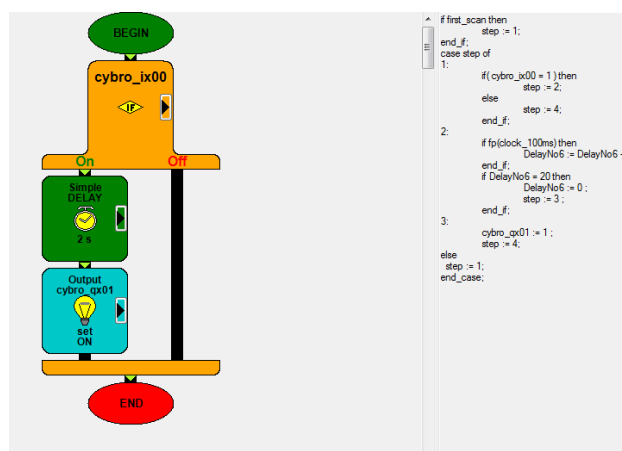


Slika 9.22 Vkllop izklop žarnice (vkllop levo, izklop desno).

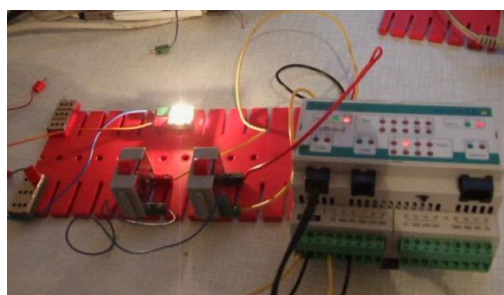
9.3.6 Zakasnitev pri prižiganju luči

Nadgradnja prejšnjega programa z dodajanjem časovnika, ki zakasni izvršitev ukaza za vklop žarnice. (slika 9.23)

Časovnik sem nastavil na 2 sekundi, zato se je žarnica prižgala 2 sekundi po pritisku na tipko. (slika 9.24)



Slika 9.23 Zakasnitev pri prižiganju luči



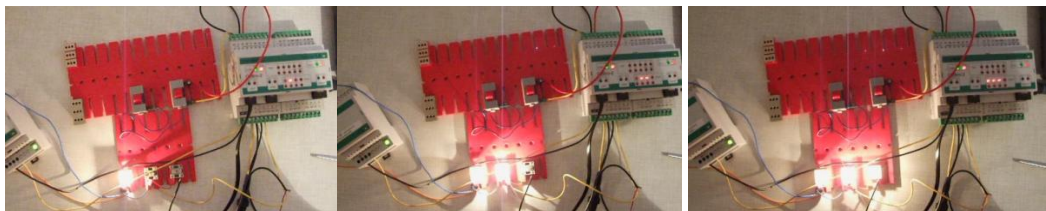
Slika 9.24 Zakasnitev pri prižiganju luči- aplikacija

9.3.7 Sistem prižiganja in ugašanja treh žarnic

Program smo napisali tako, da nam samodejno z zakasnitvami prižiga in ugaša tri žarnice. Pred vsakim ukazom za vklop digitalnega izhoda, smo postavili ukaz z zakasnitvijo, s poljubno časovno vrednostjo. Ko so se prižgale vse tri žarnice so se začeli izvajati ukazi za izklapljanje žarnic. Enako kot pri vklopljanju smo tudi pri izklapljanju dodali ukaze za zakasnitvijo. (slika 9.25, slika 9.26)



Slika 9.25 Sistem prižiganja in ugašanja teh žarnic.



Slika 9.26 (Prva, druga tretja žarnica)

10 Zaključek

Industrijski krmilniki (PLC-ji), so kljub svoji zapletenosti lahko zelo dober pripomoček pri izobraževanju; pri predmetih Tehnika in tehnologija, Robotika, Računalništvo, Elektronika. Z nekaj prilagoditvami, kot so vnaprejšnja predpriprava priključkov, priključitev napajalnega dela, povezljivosti s fischer technik, je lahko zelo kreativno orodje in nadgradnja že obstoječega znanja. Z grafičnim vmesnikom učenci ne potrebujejo predznanja iz katerega od programskih jezikov. Za to poskrbi kar grafični vmesnik sam, saj znake, ki prikazujejo različne funkcije programa, prevede v programsko kodo in zapiše v krmilnik. Krmilnik nato samostojno deluje. Zaradi praktično naravnane dela, je tudi lažja motivacija učencev, saj razne lučke, motorčki, stikala zelo popestrijo praktični del pouka. Vsebine ki jih teoretično razložimo na tabli, lahko učenci sami sprogramirajo in preizkusijo delovanje. Na tak način lahko pouk zastavimo zelo problemsko. Mi zastavimo določen problem, učenci pa ga poizkušajo rešiti sami. S tem spodbujamo učence k lastnemu razmišljanju, iskanju rešitev in sodelovanju v timih. Na ta način učenci spoznajo osnove logičnega programiranja, logičnih funkcij ali izrazov, kar je povezljivo tudi s predmetom matematika.

Poudariti je potrebno tudi varstvo pri delu med poukom. Iz raziskav je znano, da je za človeka izmenična napetost nevarnejša kot enosmerna. Človek je zelo občutljiv na izmenično napetost frekvence 40Hz do 60Hz. Kot nevarno napetost razumemo napetosti nad 50V, pri enosmerni pa napetosti nad 120V. Pri krmilniku operiramo z enosmerno napetostjo 24 V, torej čisto ustrezno varno za delo z učenci. Kaj pa el. tok? Prag zaznavanje električnega toka je 0,5 mA, 30mA pa je največji dovoljen, ki še lahko časovno neodvisno teče skozi telo. Izmenični tokovi nad 30mA so nevarni za človeško življenje in lahko povzročijo zastoj srca prenehanje dihanja in opekline. [12] Lahko pa uporabimo način vezave z niskim nivojem, kjer pridemo prilagodimo paketoma, dodamo vmesni člen; releje ali optospojnice ali pa si naredimo svoje el. pripomočke za izvajanje aplikacij. Slednje je malo bolj zahtevno in dražje. V vsakem primeru pa je potrebno nekaj več elektrotehniškega znanja od učitelja tehnike. Če bi moral v dveh stavkih povzeti zaključke te diplomske naloge, bi rekel slednje. Industrijski krmilniki so zelo koristen pripomoček za ustvarjanje inovativnosti in želje po tehničnem znanju. Toda brez poglobljenega znanja elektronike, elektrotehnike, bo učitelj težko pripravil priprave in pripomočke na nivo, da bodo zanimivi in zanimivi učencem. v stik s sponkami kjer je skupna priključena napetost 0V. Ta način bi bil še varnejši. Posebej je potrebno poudariti pomen avtomatizacije v našem okolju. Vse stvari okoli nas, so ali bodo v prihodnosti

krmiljene s krmilnimi sistemi. Smotno je, da to področje tudi v določeni meri na tak način približamo učencem. S tem pa se poveča tudi želja otrok po nadaljnjem tehniškem izobraževanju ko končajo osnovno šolo.

Edini problem pri delu z industrijskim krmilnikom je povezljivost krmilnika z zbirko LEGO in Fischer technik . Delovanje teh dveh zbirk deluje na napetosti 9V DC. Krmilnik pa deluje na napetosti 24V DC. Torej nam za delo ostaneta dve možnosti: krmilnik prilagodimo zbirkama, dodamo vmesni člen; releje ali optospojnike ali pa si naredimo svoje el. pripomočke za izvajanje aplikacij. Slednje je malo bolj zahtevno in dražje. V vsakem primeru pa je potrebno nekaj več elektrotehniškega znanja od učitelja tehnike. Če bi moral v dveh stavkih povzeti zaključke te diplomske naloge, bi rekel slednje. Industrijski krmilniki so zelo koristen pripomoček za ustvarjanje inovativnosti in želje po tehničnem znanju. Toda brez poglobljenega znanja elektronike, elektrotehnike, bo učitelj težko pripravil priprave in pripomočke na nivo, da bodo zanimivi in zanimivi učencem.

11 Viri in literatura

- [1] Ambrožič V., Uvod v programirljive krmilne sisteme, Fakulteta za elektrotehniko Ljubljana, Ljubljana 2005, str.: 11-24
- [2] Lampret B., Priprava na avtomatizacijo nalivnega stroja K6, s krmilnikom SIMATIC S7- 300, Diplomaska naloga, Višja šola za elektroniko Velenje, Velenje 2003, str.: 34-38
- [3] Mustafič A., Izdelava gradiva za izvedbo laboratorijskih vaj s programirljivim krmilnikom, Diplomaska naloga, Višja šola za elektroniko Velenje, Velenje 2007, str.: 55-62
- [4] Siemens, http://www.automation.siemens.com/simatic/controller/html_76/produkte/simatic-s7-300.htm (obiskano 12.2.2009)
- [5] Hitachi, http://www.robotina.si/page/index.php?stran=hitachi&sig=krmilnik_hitachi&lang=slo (obiskano 12.2.2009)
- [6] Omron, http://industrial.omron.eu/en/products/catalogue/automation_systems/default.html (obiskano 13.2.2009)
- [7] Mitsubishi, <http://www.inea.si/produkti/mitsubishi/plc/kompaktni-plc/> (obiskano 13.2.2009)
- [8] Mitsubishi, <http://www.mitsubishielectric.eu/> (obiskano 13.2.2009)
- [9] Medpodjetniški izobraževalni center, <http://mic.scv.si/> (obiskano 12.2.2009)
- [10] Cybro, <http://www.cybrotech.co.uk/partners/> (obiskano 22.9.2009)
- [11] Spletna stran podjetja Kolektor <http://en.kolektorindutec.com> (obiskano 16.6.2009)
- [12] <http://sites.google.com/site/armincrnigoj/elektronika/opisi> (obiskano 21.5.2011)