

Programiranje PLC-a Modicon M241 pomoću CODESYS platforme

Hodak, Robert

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Technical College in Bjelovar / Visoka tehnička škola u Bjelovaru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:537490>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository of Bjelovar University of Applied Sciences](#)



VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA U BJELOVARU

ZAVRŠNI RAD br: 08/MEH/2016

**Programiranje PLC-a Modicon M241
pomoću *CODESYS* platforme**

Robert Hodak

Bjelovar, srpanj 2016.

VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA U BJELOVARU

ZAVRŠNI RAD br: 08/MEH/2016

**Programiranje PLC-a Modicon M241
pomoću *CODESYS* platforme**

Robert Hodak

Bjelovar, srpanj 2016.



Visoka tehnička škola u Bjelovaru

Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar

1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Kandidat: **Hodak Robert**

Datum: 27.04.2016.

Matični broj: 001046

JMBAG: 0023101971

Kolegij: **RAČUNALNO VOĐENJE I UPRAVLJANJE PROCESIMA**

Naslov rada (tema): **Programiranje PLC-a Modicon M241 pomoću CODESYS platforme**

Mentor: **Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf.**

zvanje: **viši predavač**

Članovi Povjerenstva za završni rad:

1. dr.sc. Igor Petrović, predsjednik
2. Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf., mentor
3. dr.sc. Alan Mutka, član

2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 08/MEH/2016

U sklopu završnog rada potrebno je izraditi tri didaktička učila sa šest svjetala (dva semafora), tri tipkala, tri sklopke i tri potenciometra. U razvojnom okruženju SoMachine potrebno je izraditi programe kojima će se testirati rad didaktičkog učila te izraditi vizualizaciju didaktičkog učila. U radu je potrebno opisati CODESYS platformu, standard IEC 61131-3, PLC uređaj Modicon M241, razvojno okruženje SoMachine s primjenom svih programskih jezika, didaktičko učilo, programska rješenja kojima će se testirati didaktičko učilo i vizualizaciju didaktičkog učila.

Zadatak uručen: 27.04.2016.

Mentor: **Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf.**



Zahvaljujem obitelji i prijateljima na podršci tokom studiranja te profesorima na trudu i strpljenju.

Sadržaj

Uvod.....	1
1. Codesys platforma i standard IEC 61131-3	2
1.1 Ljestvičasti dijagram.....	3
1.2 Funkcijski blok dijagram.....	3
1.3 Strukturirani tekst.....	4
1.4 Lista instrukcija.....	5
1.5 Sekvencijalni funkcijski dijagram.....	5
1.6 Neprekidni funkcijski dijagram.....	6
1.7 Vrste komunikacije koje podržava Codesys.....	6
2. Programibilni logički kontroler	8
2.1 Definicija i opis programabilnog logičkog kontrolera	8
2.2 Svojstva PLC-a.....	8
2.3 Povijest PLC-a	9
2.4 Arhitektura i princip rada PLC-a	10
3. PLC Modicon M241	13
3.1 Karakteristike PLC-a M241 kataloškog broja TM241CEC24R	13
3.2 Opis PLC-a M241.....	16
3.3 Moduli za proširenje PLC-a M241	20
4. SoMachine	25
4.1 Općenito o programskom razvojnom okruženju SoMachine	25
4.2 Rad u programskom razvojnom okruženju SoMachine.....	26
5. Izrada didaktičkog učila.....	40
5.1 PLC Modicon M241 TM241CEC24R	40
5.2 LED žarulje.....	40
5.3 Sklopke i tipkala	41
5.4 Potenciometar	42
5.5 Modul za proširenje TM2AMM6HT.....	42
5.6 Stabilizator napona L7810CV	43
5.7 Napajanje ABL8REM24030	44
5.8 Didaktičko učilo.....	45
6. Program za upravljanje didaktičkim učilom.....	47
6.1 Općenito o programu za upravljanje didaktičkim učilom	47
6.2 Korišteni ulazi i izlazi PLC-a	47
6.3 Programi za upravljanje didaktičkim učilom	49

7. Zaključak.....	55
8. Literatura	56
Sažetak.....	59
Abstract	60
Privitak	63

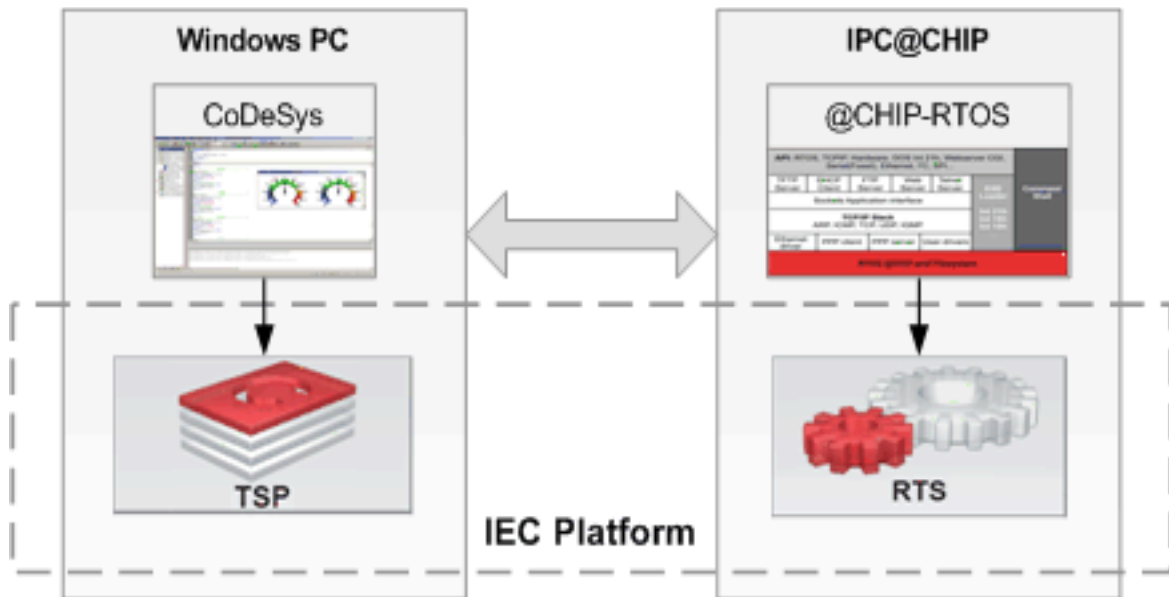
Uvod

Ovaj završni rad pronalazi temu iz područja automatizacije sustava. Automatizirati sustav znači upravljati bez potrebe za izravnim ljudskim djelovanjem. Velik broj tvrtki koristi automatizirane sustave, a automatizirani sustavi mogu bolje i preciznije odraditi radnje koje čovjek ne može. Upravo se uvodom automatizacije u industriju smanjuje mogućnost za ljudskom pogreškom. Ovaj rad se konkretno odnosi na korištenje najnovijeg PLC uređaja tvrtke *Schneider Electric*.

U završnom radu u poglavlju 1 opisano je korištenje *Codesys* platforme i standarda IEC 61131-3. U poglavlju 2 opisan je PLC općenito dok je u poglavlju 3 opisan PLC Modicon M241. Programsko okruženje *SoMachine* s primjenom svih programskih jezika u njemu opisan je u poglavlju 4. Izrađena su tri didaktička učila (maketa semafora) te vizualizacija makete u programskom okruženju *SoMachine*. Izrada didaktičkih učila opisana je u poglavlju 5 a u poglavlju 6 opisani programi te vizualizacija korištena za upravljanje didaktičkim učilom.

1. Codesys platforma i standard IEC 61131-3

Codesys (eng. *Controller Development System*) platforma je razvojno okruženje dizajnirano za programiranje industrijskih programibilnih logičkih kontrolera. Ova platforma koristi standard IEC 61131-3 (eng. *International Electrotechnical Commission*). Standard IEC 61131-3 predstavlja srce *Codesys* platforme. Platforma nudi razne mogućnosti za brzo i efikasno upravljanje raznim procesima. *Codesys* platforma je podržana od strane mnogih poznatih proizvođača PLC uređaja (Schneider Electric, ABB i drugi). Standard IEC 61131-3 je treće od osam izdanja standarda IEC 61131, a prvi put je objavljen 1993. godine. Verzija IEC 61131-3 objavljena je 2013. godine u veljači. Kompanija 3S (eng. *Smart Software Solution*) zaslužna je za dizajniranje *Codesys* platforme. *Codesys* platforma sastoji se od dva dijela: TSP (eng. *Target Support Package*) i RTS (eng. *Run Time System*). TSP predstavlja kolekciju datoteka koje sadrže informacije o softveru i hardveru određenog PLC uređaja. Prilikom pokretanja novog *Codesys* projekta TSP omogućuje odabir PLC uređaja. RTS je aplikacija koja je pokrenuta u procesoru. RTS je zadužen za komunikaciju između procesora i *Codesys* platforme. Na slici 1.1. prikazan je koncept *Codesys* platforme.



Slika 1.1. Koncept *Codesys* platforme [3]

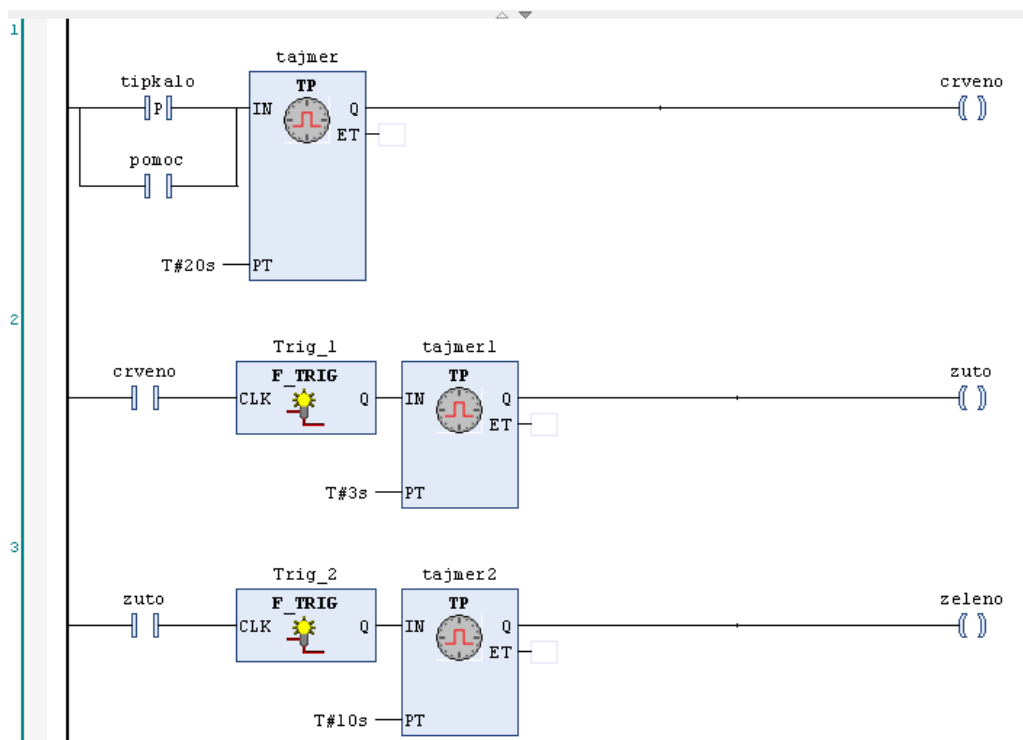
Codesys podržava 6 programskih jezika za programiranje PLC-a. Tako korisnici mogu odabrati jedan od tih jezika i programirati u jeziku koji korisnik najbolje poznaje. Osim što podržava 6 jezika, ova platforma nudi i mogućnost vizualizacije procesa unutar sučelja za programiranje [3], [4], [5], [6].

Nazivi jezika koje podržava Codesys platforma su slijedeći [6]:

- *Ladder Diagram (LD)* – ljestvičasti dijagram,
- *Function Block Diagram (FBD)* – funkcijski blok dijagram,
- *Structured Text (ST)* – strukturirani tekst,
- *Instruction List (IL)* – instrukcijska lista,
- *Sequential Function Chart (SFC)* – sekvencijalni funkcijski dijagram,
- *Continuous Function Chart (CFC)* – neprekidni funkcijski dijagram.

1.1 Ljestvičasti dijagram

Ljestvičasti dijagram (eng. *Ladder diagram*-LD) je programski jezik koji se koristi za programiranje PLC uređaja. Programski jezik LD je jednostavan i pregledan za korištenje. LD programski jezik proizašao je iz shema relejne tehnike. Na slici 1.2 prikazan je primjer programskog koda u LD-u.

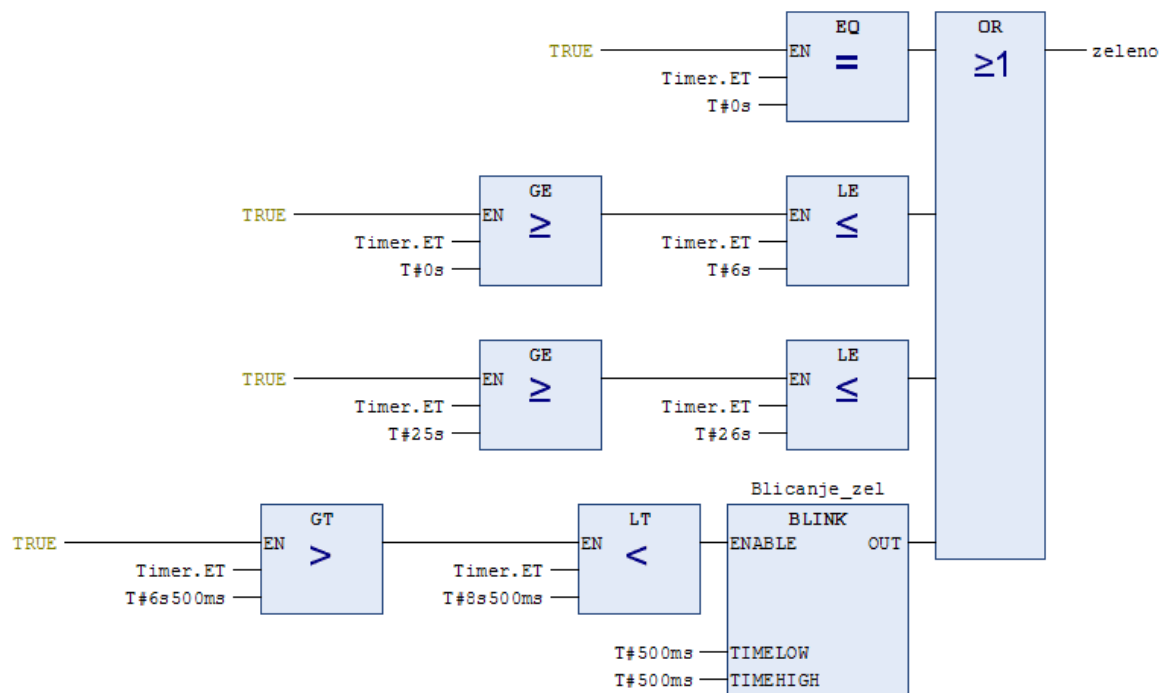


Slika 1.2. Ljestvičasti dijagram u SoMachine okruženju

1.2 Funkcijski blok dijagram

Kao i ljestvičasti dijagram, programiranje pomoću funkcijskog blokovskog dijagrama (eng. *Function Block Diagram-FBD*) je grafičko programiranje PLC-a. Ova vrsta

programiranja PLC uređaja opisuje ovisnost ulaznih i izlaznih varijabli koje su povezane jednostavnim blokovima. Slika 1.3. prikazuje primjer programskog koda u FBD-u.



Slika 1.3. Funkcijski blok dijagram u *SoMachine* okruženju

1.3 Strukturirani tekst

Strukturirani tekst (eng. *Structured Text-ST*) je tekstualni viši programski jezik. Sintaksa ovog programskog jezika podsjeća na sintaksu programskog jezika *Pascal*. Ključne riječi koje se koriste kod ovog tipa programiranja su: *while-do*, *if-then-else*, *case*, *or* i razne druge. Na slici 1.4. prikazan je primjer programskog koda u ST-u [6].

```

1   Timer1(IN:=tipkalo OR pomoc, PT:= T#20S);
2   Timer2(IN:=Trig1.Q, PT:= T#3S);
3   Timer3(IN:=Trig2.Q, PT:=T#10S);
4   Trig1(clk:=crveno);
5   Trig2(clk:=zuto);
6   Trig3(clk:=zeleno);
7   crveno:=Timer1.Q;
8   zuto:= Timer2.Q;
9   zeleno:=Timer3.Q;
10  pomoc:=Trig3.Q;

```

Slika 1.4. Strukturirani tekst u *SoMachine* okruženju

1.4 Lista instrukcija

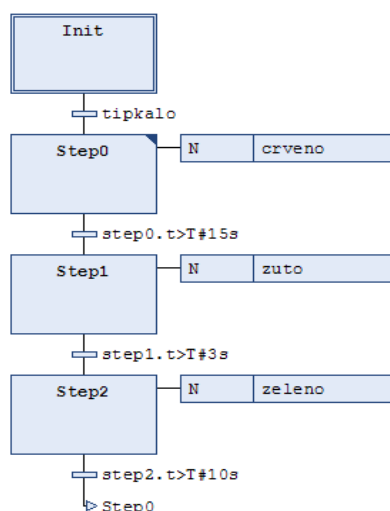
Programiranje programskim jezikom instrukcijska lista (eng. *Instruction List-IL*) predstavlja najnižu razinu programiranja. Instrukcijska lista sadrži funkcije tipa load (LD) koja se odnosi na očitavanje stanja ulaza PLC-a, store (ST) koja se odnosi na uključivanje određenog svitka PLC-a, logičke I funkcije, logičke ILI funkcije i slično. Na slici 1.5. prikazan je primjer programskog koda u IL-u [6].

LDN	sklopka
AND	tipkalo
S	crveno
LDN	tipkalo
OR	sklopka
R	crveno

Slika 1.5. Instrukcijska lista u *SoMachine* okruženju

1.5 Sekvencijalni funkcijski dijagram

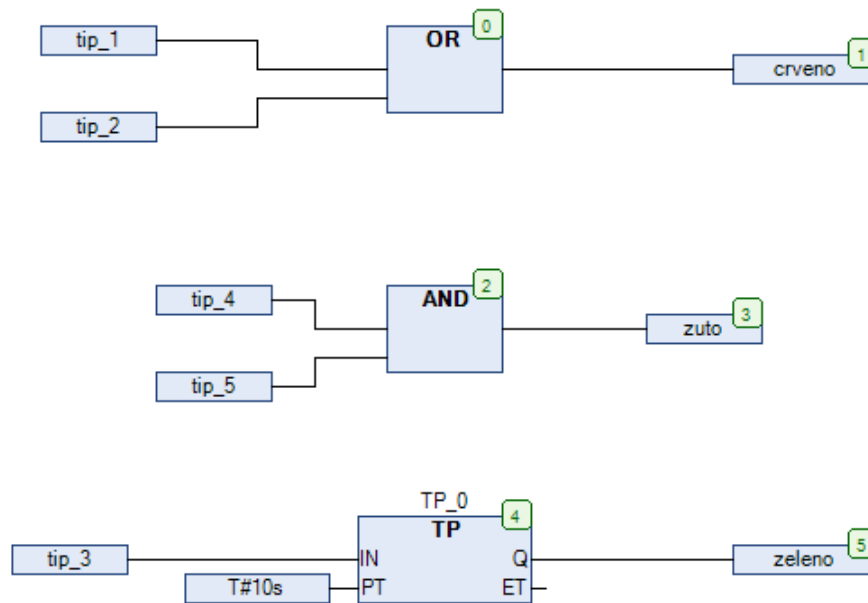
Sekvencijalni funkcijski dijagram (eng. *Sequential Function Chart-SFC*) je grafički tip programiranja koji sadrži elemente za organiziranje programa za sekvencijalno ili paralelno upravljanje. SFC se sastoji od tranzicija, akcija i koraka. Tranzicije služe za prijenos signala s jednog koraka na drugi, a na svaki korak može se staviti određena akcija koju je potrebno izvršiti. Slika 1.6. prikazuje primjer programskog koda u SFC-u [6].



Slika 1.6. Sekvencijalni funkcijski dijagram u *SoMachine* okruženju

1.6 Neprekidni funkcijski dijagram

Neprekidni funkcijski dijagram (eng. *Continuous Function Chart-CFC*) predstavlja još jednu vrstu grafičkog programiranja gdje postoji mogućnost pozicioniranja grafičkih elemenata proizvoljno. CFC je sličan jeziku kao i programiranje s funkcijskim blokovima. U CFC-u postoji mogućnost dodjeljivanja prioriteta koji određuju redoslijed izvođenja akcija. Na slici 1.7. postoji 6 akcija (brojevi 0, 1, 2, 3, 4, 5). Akcija označena brojem 0 ima najveći prioritet te se izvodi prva, a zatim se izvode ostale akcije [6].



Slika 1.7. Neprekidni funkcijski dijagram u *SoMachine* okruženju

1.7 Vrste komunikacije koje podržava *Codesys*

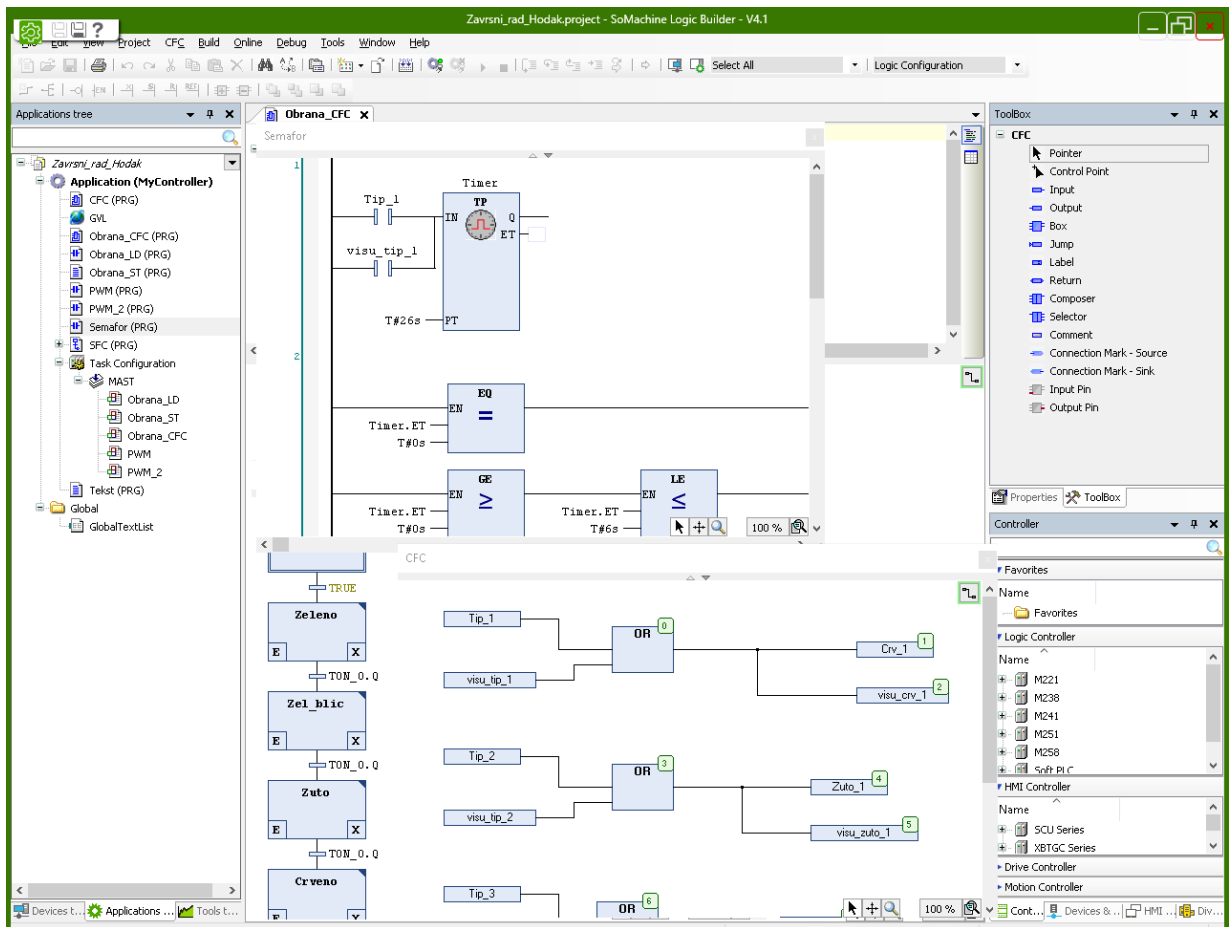
Codesys platforma sadrži integrirane vrste komunikacija, a to su [5]:

- CANopen,
- DeviceNet,
- Modbus,
- PROFIBUS,
- AS-i,
- IO-link.

Platforma također sadrži i potporu za Ethernet u stvarnom vremenu (eng. *Real-time*). Vrste komunikacija u stvarnom vremenu su [5]:

- PROFINET,
- EtherCAT,

- EtherNET/IP,
- Sercos.



Slika 1.8. Sučelje Codesys platforme

Na slici 1.8. prikazano je sučelje Codesys platforme u programskom okruženju SoMachine.

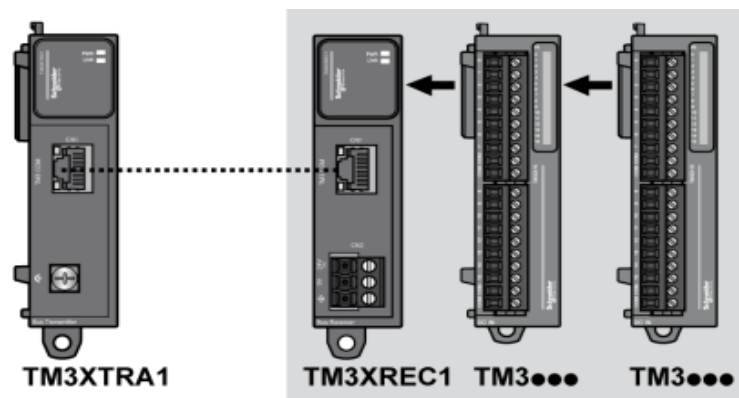
2. Programibilni logički kontroler

2.1 Definicija i opis programibilnog logičkog kontrolera

Programibilni logički kontroler (eng. *Programmable Logic Controller*) ili skraćeno PLC je mikroračunalni sustav korišten za automatizaciju industrijskih postrojenja (pilana, sušara, toplica, pakirnica, prehrambenih industrija i dr.). PLC na temelju prikupljenih podataka na ulazima, uključuje ili isključuje pojedine izlaze. Dijelovi koji čine PLC su procesor, memorija, ulazi i izlazi. PLC uređaj je dizajniran i prilagođen za rad u industriji. Može raditi u opasnim i teškim uvjetima, otporan je na vibracije, promjene temperature, vlagu i razne vrste smetnji.

2.2 Svojstva PLC-a

Svojstva PLC-a su pouzdanost, prenosivost, fleksibilnost, modularnost, komunikacija, adaptivnost i brzina. PLC je pouzdan prvenstveno jer nema pokretnih mehaničkih dijelova (osim izlaznih releja kod digitalnih izlaza), otporan je na mehaničke, elektromagnetske utjecaje, otporan je na vlagu i temperaturu radnog prostora. U slučaju da nestane napajanja, PLC nastavlja raditi čim se napajanje vrati. Greške ožičenja kod PLC-a svode se na minimum. Prenosivost kod PLC-a znači da jednom napisan i ispitan program može biti lako prenesen na druge PLC uređaje. U slučaju da dođe do kvara na jednom PLC-u, u drugi PLC uređaj se samo prebaci program koji je bio na PLC-u u kvaru. Ako postoje slični procesi automatizacije, potrebne se minimalne izmjene programa. Izmjene programa traju kratko. PLC je fleksibilan jer inženjeri koji su zaduženi za programiranje PLC uređaja mogu jednostavno izmijeniti program i ponovno ga prebaciti na PLC.



Slika 2.1. Moduli za proširenje [7]

Ako je potrebno u procesu dodati nove module za proširenje (digitalne ili analogne ulaze/izlaze, *Ethernet* modul) potrebno je samo priključiti modul na stražnju sabirnicu PLC-a te konfigurirati PLC za taj modul. Slika 2.1. prikazuje module za proširenje PLC-a M241 [1]. PLC osim jednostavnih funkcija sadrži i mnoštvo naprednih funkcija kao što su [1]:

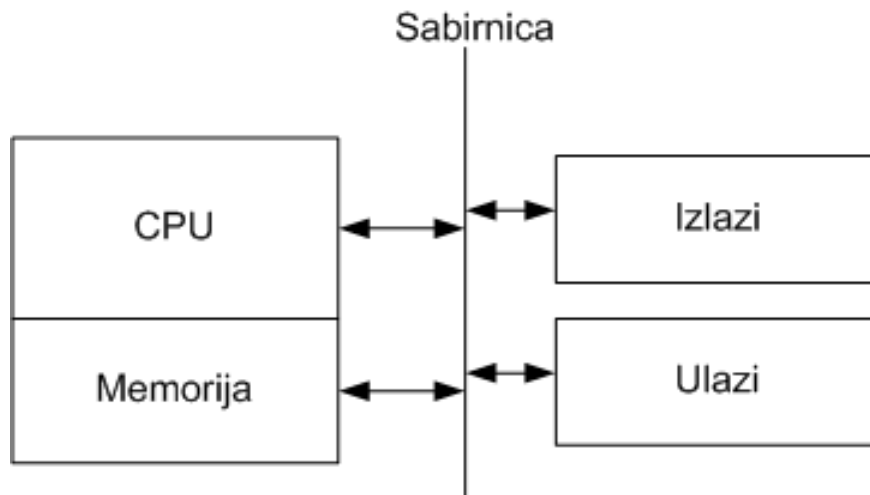
- PID regulator,
- PWM blok (eng. *Pulse Width Modulation*),
- RTC sat (eng. *Real Time Clock*),
- brzi brojači koji se koriste za čitanje impulsa s enkodera,
- obrada prekida.

PLC u industriji nudi inženjerima razne mogućnosti i napredne funkcije koje je nemoguće izvesti pomoću relejne tehnike upravljanja. Veliku prednost kod PLC-a ima komunikacija jer omogućuje i olakšava jednostavno prikupljanje podataka s PLC-a i obradu prikupljenih informacija. PLC uređaje lako je povezati s *touch* panelima, sensorima i aktuatorima. Najčešći tip komunikacije koji se koristi je industrijski Ethernet. Za komunikaciju preko kojih PLC komunicira s raznim uređajima postoje mnogi protokoli. PLC se može povezati sa SCADA sustavom (eng. *Supervisory Control And Data Acquisition*) i tako se na jednostavan način mogu prikupljati podaci o stanjima sustava [1].

2.3 Povijest PLC-a

Do kraja 60-tih godina industrijski pogoni su bili uglavnom upravljani relejnom tehnikom. Svaka promjena zahtijevala je i promjenu ožičenja cijelog sustava te promjenu rasporeda releja. To je predstavljalo mukotrpan proces koji je oduzimao puno vremena. Prvi PLC uređaj proizveden je davne 1968. godine za potrebe tvrtke *General Motors*. Ime PLC-a bilo je MODICON 084 (eng. *Modular Digital CONTroller*). Brand MODICON je prodan u Njemačku te ga je nakon toga preuzela firma *Schneider Electric*. Tijekom sedamdesetih godina PLC uređaji postali su bolji i jači. Dolazi do pojave vremenskih sklopova, brojila, mogućnost rješavanja aritmetičkih operacija. U osamdesetim godinama dolazi do pojave programiranja PLC-a s osobnih računala. U industriji se PLC počinje sve više koristiti u devedesetim godinama s pojavom novih programskih jezika (ljestvičasti dijagram, instrukcijske liste, funkcijski blokovski dijagram) [1].

2.4 Arhitektura i princip rada PLC-a



Slika 2.2. Pojednostavljena shema arhitekture PLC-a [1]

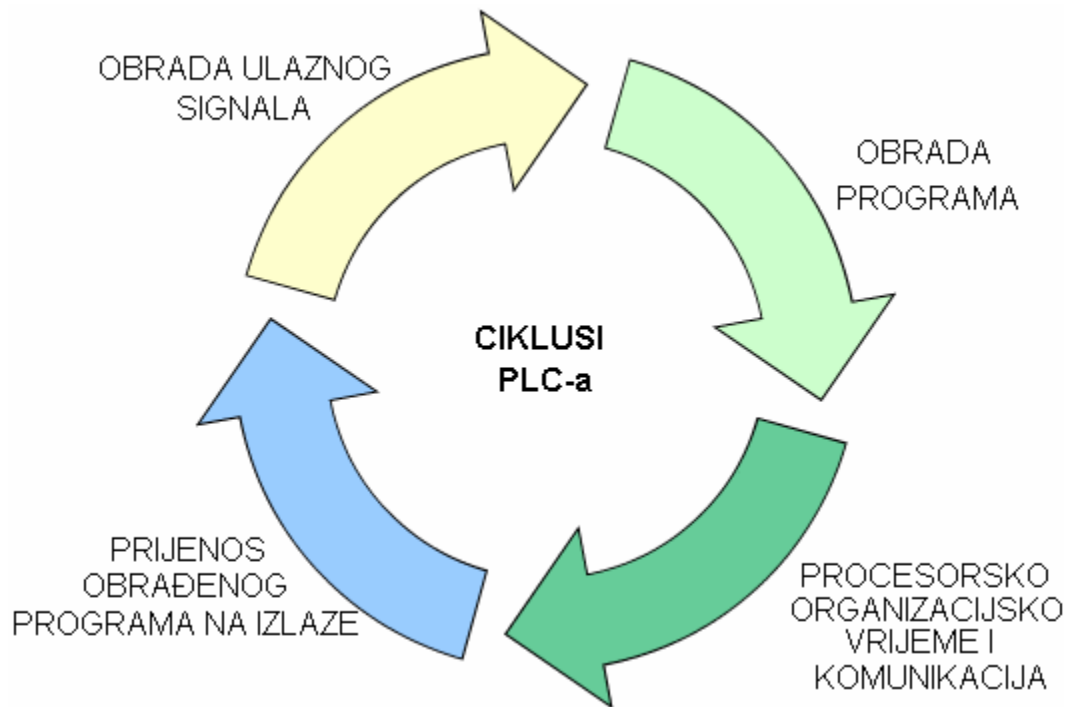
Na slici 2.2. nalazi se pojednostavljena shema arhitekture PLC-a. PLC se sastoji od centralne procesorske jedinice ili skraćeno CPU (eng. *Central Processing Unit*), memorijskog bloka za program i podatke, ulaznog i izlaznog dijela, sabirnice, mrežnog dijela za napajanje i modula za proširenje te komunikacijskog dijela. CPU je glavna jedinica PLC-a, a služi za očitavanje podataka sa svih ulaza (analognih i digitalnih) te ih obrađuje i prosljeđuje na izlaze. Centralna procesorska jedinica je također zadužena za određivanje vremena ciklusa rada PLC uređaja i za detekciju grešaka. Još jedan važan dio PLC-a je memorija. Kod PLC-a se razlikuju dvije vrste memorija. To su RAM memorija (eng. *Random Acces Memory*) i EEPROM memorija (eng. *Electricaly Erasable Programmable Read Only Memory*). RAM memorija se vrsta memorije koja ima izravan pristup. Ova memorija se koristi za trenutno spremanje podataka prilikom rada, te prilikom pisanja programa, ali zbog svojstva RAM memorije da prilikom nestanka napajanja nestaje sav sadržaj u PLC-u, u PLC se ugrađuje *back-up* baterija. EEPROM memorija je električki izbrisiva programibilna memorija koja ima namjenu isključivo za čitanje. Ova memorija podatke čuva trajno bez obzira na nestanak napajanja. Na ovaj način je postignuta programska redundancija koja u slučaju gubitka programa iz RAM memorije učita program iz EEPROM memorije u RAM memoriju svaki put prilikom uključenja PLC-a te PLC može dalje nastaviti s radom. Ulazi (eng. *Input*) i izlazi (eng. *Output*) služe za spajanje senzora i aktuatora na PLC uređaj. Signali koje senzori mogu dati, odnosno aktuatori primiti su analogni i digitalni. Digitalni signali se koriste za *on-off* upravljanje, dok se analogni signali koriste za mjerenje razina, temperatura i slično. Naponski signali od 0 do 5 V predstavljaju logičku „0“, a naponska razina od 14 do 30 V predstavlja logičku „1“.

Ovako velik raspon naponskih signala omogućuje robusnost PLC-a. Najčešći oblici analognog signala su strujni oblik od 0 do 20 mA ili od 4 do 20 mA te naponski oblik od -10 do +10 V ili od 0 do +10 V. Pošto se u industriji najčešće koristi napon od 24 V, ispravljač, odnosno modul napajanja treba osigurati stabilnih 24 V za rad PLC-a. Modul napajanja tolerira 10-15% odstupanja vrijednosti napona od nazivne vrijednosti. U slučaju da napon padne ispod tolerancije procesoru se generira signal za restart. Sučelje za komunikaciju kod PLC-a ima više namjena. Jedna od osnovnih namjena je komunikacija PLC-a s računalom na kojem se nalazi upravljački program kojeg treba upisati u memoriju PLC uređaja te omogućiti testiranje programa. Osim ove namjene, komunikacijsko sučelje ima mogućnost komunikacije s ostalim PLC uređajima stvarajući mreže PLC uređaja. Još postoji mogućnost komunikacije s nadzornim sustavom kao što je SCADA sustav za prikupljanje, prikazivanje, pohranu i upravljanje podataka. Današnja tehnologija omogućila je spajanje komunikacijskih sučelja za razne protokole kao što su *Modbus*, *ASCII*, *Remote Link*, *Unitelway* pa sve do kreiranja *Ethernet* mreža ili do komunikacije PLC-a s mobilnim uređajem ili komunikacije s Web poslužiteljem. Za vezu između različitih dijelova PLC-a, CPU jedinice, memorije, komunikacijskog sučelja, ulazno/izlaznih priključaka koristi se niz vodiča po imenu sabirnica. Kod modularnih PLC-a vanjske sabirnice omogućuju dodavanje novih ulaznih i izlaznih kartica, kao i vezu s glavnom CPU jedinicom. Postoje 4 vrste sabirnica [1]:

- podatkovna sabirnica,
- adresna sabirnica,
- kontrolna sabirnica,
- sabirnica za napajanje.

Podatkovna sabirnica služi sa prijenos ulaznih i izlaznih signala. Adresna sabirnica služi za adresiranje ulaznih i izlaznih adresa. Kontrolna sabirnica se koristi za kontrolu i sinkronizaciju rada. Sabirnica za napajanje se koristi za opskrbu električnom energijom. PLC ima ograničen broj ulaza i izlaza pa se po potrebi dodaju moduli za proširenje (moduli za proširenje ulaza/izlaza, modul za mjerenje temperature, vagarski modul, Ethernet modul). PLC uređaj radi u ciklusima koji mogu biti vremenski promjenjivi ili nepromjenjivi (ovisno o konfiguraciji PLC-a). Jedan ciklus PLC-a (slika 2.3.) sastoji se od 4 osnovna dijela. To su čitanje ulaznih podataka i upisivanje u sliku ulaznih podataka, izvršavanje programa, osvježavanje izlaznih podataka iz slika izlaznih podataka te procesorsko organizacijsko vrijeme i komunikacija. Trajanje ciklusa PLC-a ovisi o

korištenom broju ulaza i izlaza te o složenosti algoritma. Jedan ciklus obično traje nekoliko milisekundi [1].



Slika 2.3. Ciklus PLC-a [2]

3. PLC Modicon M241

PLC Modicon M241 je jedan od najnovijih programibilnih logičkih kontrolera tvrtke *Schneider Electric*. Ovaj PLC programira se u programskom alatu *SoMachine*.



Slika 3.1. Modicon M241 [8]

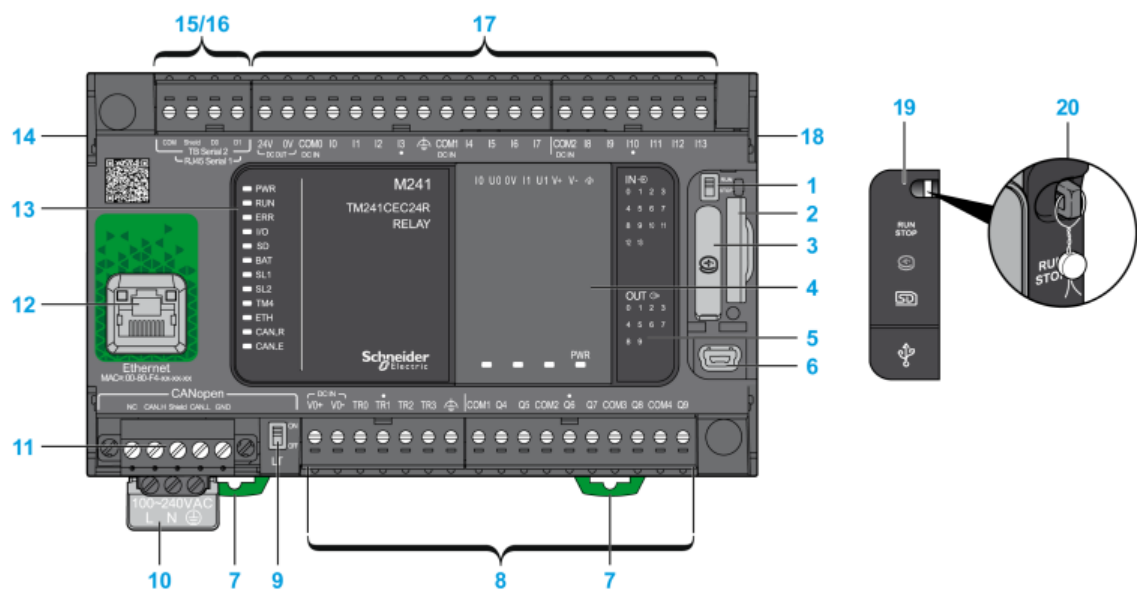
Na slici 3.1. prikazan je PLC Modicon M241 kataloškog broja TM241CEC24R koji je korišten prilikom izrade završnog rada.

3.1 Karakteristike PLC-a M241 kataloškog broja TM241CEC24R

PLC M241 pruža mogućnost uporabe takozvanog sata u stvarnom vremenu (eng. *Real Time Clock-RTC*). RTC sustav omogućuje praćenje stvarnog datuma i vremena. Da bi se datum i vrijeme pratili kada nestane napajanja, koristi se nepunjava baterija koja je smještena u PLC uređaju. Informaciju o aktivnosti rada baterije daje LED dioda smještena na prednjoj strani PLC-a. PLC M241 posjeduje ispravljač napona na 24 VDC. Specifikacije PLC-a Modicon M241 su [7], [8]:

- 24 ulaza/izlaza,
- 14 ulaza, od čega ima 6 običnih ulaza i 8 brzih ulaza (eng. *Fast Inputs-Counters*),
- 10 izlaza, od čega ima 6 relejnih izlaza i 4 brza izlaza (eng. *Fast Outputs-Pulse Generators*),
- napon napajanja od 100 do 240VAC,
- dozvoljeni napon od 85 do 264 VAC (frekvencija 50/60 Hz),

- potrošnja energije 78 W, maksimalno 98.4 W,
- 5 komunikacijskih portova: 2 serijska porta (RS232 i RS485), *Ethernet* port, *CANopen* port, USB port,
- tip mreže koji podržava: *Ethernet*, *ModBus*, *ProfibusDP*, USB,
- kapacitet programa od 128 000 koraka,
- radna temperatura od -10 do +55°C u horizontalnoj ugradnji,
- radna temperatura od -10 do +50°C u vertikalnoj ugradnji,
- temperatura okoline pogodna za spremanje podataka kreće se od -25 do +70°C,
- stupanj zaštite je IP20,
- može raditi do visine od 2000 metara,
- dimenzije 150x95x90 mm,
- dostupna memorija je 128 MB,
- rezervna baterija (eng. *Backup*),
- montira se na DIN šinu,
- razvojno okruženje za programiranje je *Codesys*.

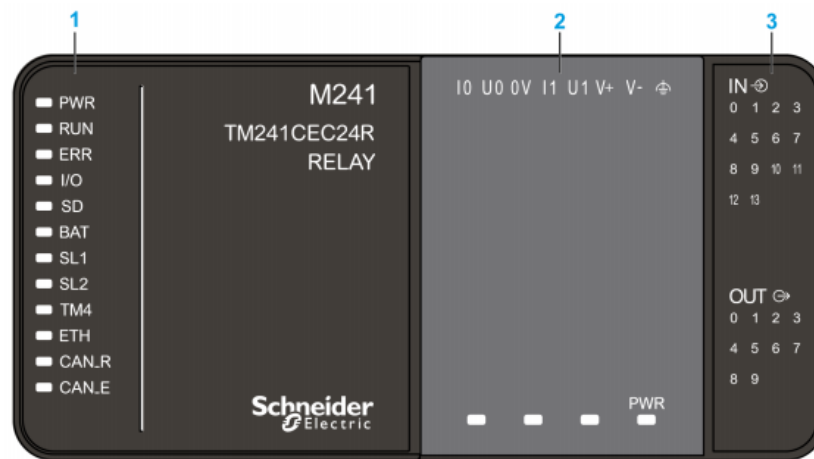


Slika 3.2. PLC TM241CEC24R [7]

Na slici 3.2. prikazan je PLC Modicon M241 katalogskog broja TM241CEC24R. Brojevi na slici 3.2 imaju sljedeće značenje [7]:

- 1 prikazuje *Run/Stop* prekidač,
- 2 je mjesto za memorijsku SD karticu,
- 3 je držač baterije,

- 4 predstavlja utor za nadogradnju modula TMC4,
- 5 su LED diode za prikaz stanja ulaza i izlaza,
- 6 je port za USB,
- 7 su brave koje se spajaju na šinu,
- 8 prikazuje relejne i tranzistorske izlaze,
- 9 je prekidač za CANopen komunikaciju,
- 10 predstavlja napajanje za PLC,
- 11 je port za CANopen komunikaciju,
- 12 je port za Ethernet komunikaciju (RJ45 za RS232 ili RS485),
- 13 je mjesto gdje se nalaze statusne LED diode,
- 14 je konektor za TM4 modul,
- 15 predstavlja mjesto za serijski port (RJ45 za RS232 ili RS485),
- 16 je serijski port za RS485,
- 17 pokazuje ugrađene ulaze PLC-a,
- 18 predstavlja konektor za TM2 i TM3 module,
- 19 je zaštitni poklopac za *Run/Stop* prekidač, SD memorijsku karticu i za USB,
- 20 predstavlja kopču za zaključavanje.



- 1 System status LEDs
- 2 Cartridge status LEDs (optional)
- 3 I/Os status LEDs

Slika 3.3. Statusne LED diode [7]

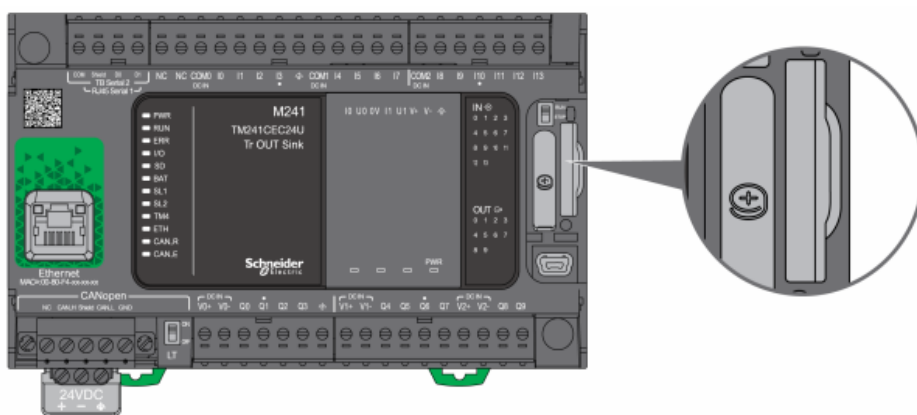
Na slici 3.3. kratice prikazuju slijedeće [7]:

- PWR prikazuje uključenost napajanja PLC-a,
- RUN označuje rad ili zastoje PLC-a,
- ERR označuje pogrešku PLC-a,

- I/O označuje grešku ulaza ili izlaza,
- SD prikazuje stanje kada je umetnuta memorijska kartica,
- BAT prikazuje stanje baterije,
- SL1 označuje serijsku liniju broj 1,
- SL2 označuje serijsku liniju broj 2,
- TM4 predstavlja grešku na portu TM4,
- ETH prikazuje stanje o Ethernet portu,
- CAN.R predstavlja aktivan rad CANOpen porta,
- CAN.E predstavlja pogrešku na CANOpen portu.

3.2 Opis PLC-a M241

PLC M241 koristi 2 vrste memorije. Ima RAM (eng. *Random Access Memory*) memoriju od 64 MB koja služi za izvršavanje programa, i sadrži *Flash* memoriju od 128 MB koja se koristi za pohranu programa i podataka u slučaju nestanka napajanja. PLC M241 nudi mogućnost umetanja memorijske kartice (SD). Memorijska kartica može se koristiti u svrhu inicijalizacije kontrolera s novom aplikacijom, ili za nadogradnju verzije kontrolera. Pošto ovaj kontroler ne prepoznaje NTFS (eng. *New Technology File System*) format, memorijsku karticu je potrebno formatirati u FAT (eng. *File Allocation Table*) format kojeg PLC prepoznaje [7], [8].



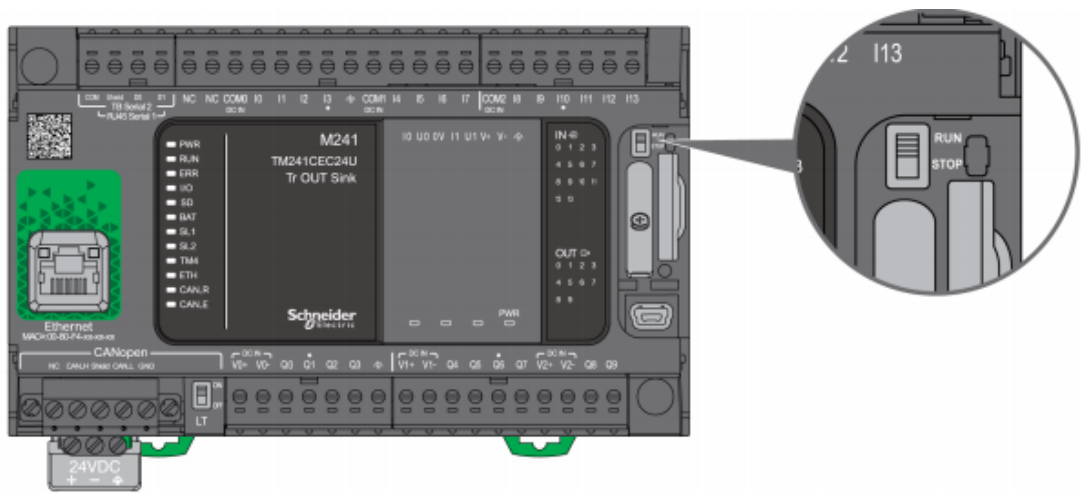
Slika 3.4. Mjesto za memorijsku karticu [7]

Moguće je staviti memorijsku karticu do najviše 32 GB. Na slici 3.4. prikazano je mjesto za umetanje memorijske kartice.



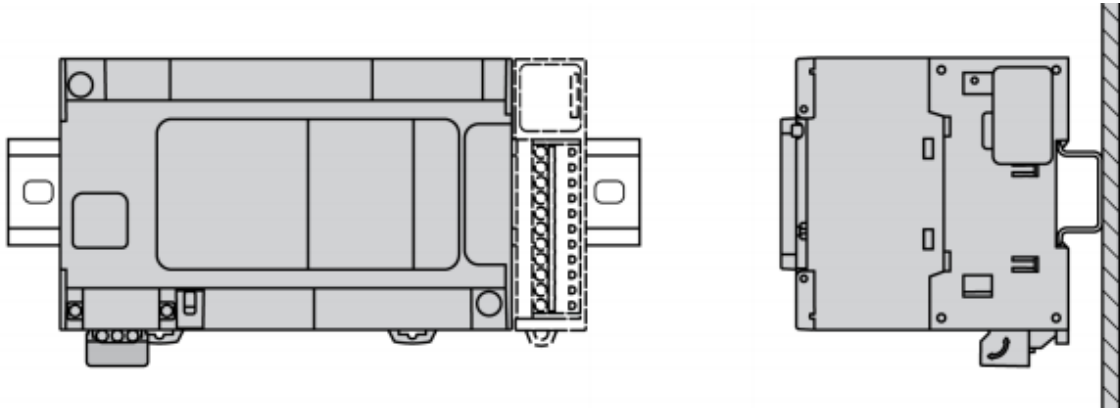
Slika 3.5. Status memorijske kartice [7]

Na slici 3.5. prikazan je status memorijske kartice. Kada svijetli zelena LED dioda znači da je memorijska kartica umetnuta. Ovaj PLC ima funkciju za zaustavljanje i pokretanje programa (eng. *Run/Stop*). Ta funkcija može se konfigurirati prilikom pisanja programa. Funkcija *Run/Stop* može se staviti samo na jedan od ulaza PLC-a. Osim programske funkcije, PLC M241 ima hardverski izveden prekidač koji može pokrenuti ili zaustaviti rad PLC-a. Slika 3.6. prikazuje prekidač za pokretanje i zaustavljanje izvođenja programa PLC-a [7].



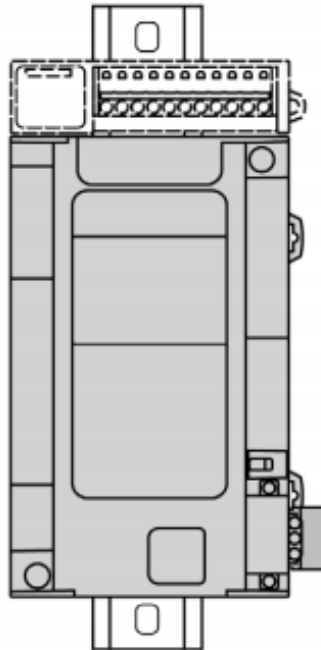
Slika 3.6. Run/Stop prekidač na PLC-u [7]

Ugradnja ovog PLC-a može biti horizontalna ili vertikalna. Po standardu, ugradnja se vrši na DIN šinu. Kada je god moguće, PLC M241 treba se ugrađivati horizontalno kako je prikazano na slici 3.7 [7].



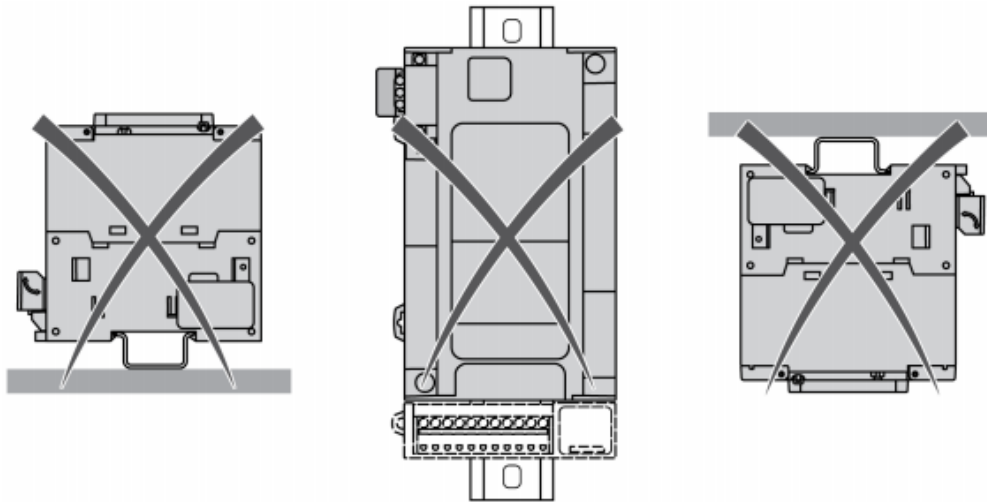
Slika 3.7. Horizontalna ugradnja PLC-a M241 [7]

Također je moguća i vertikalna ugradnja prema slici 3.8., ali pri tome treba pripaziti na radnu temperaturu. Kod vertikalne ugradnje PLC-a moduli za proširenje stavljaju se iznad PLC-a [10].



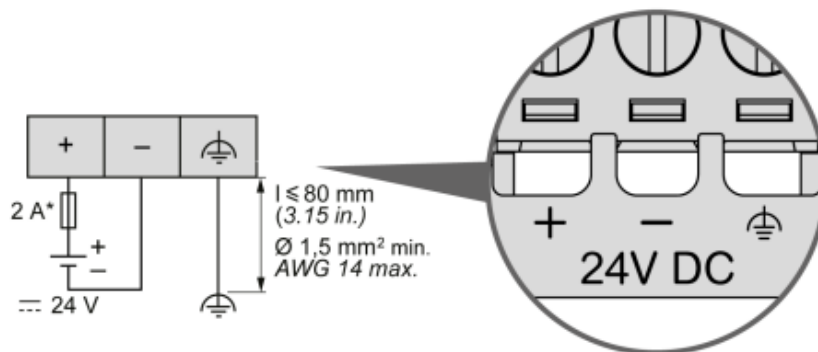
Slika 3.8. Vertikalna ugradnja PLC-a M241 [7]

Pri ugradnji PLC-a važno je uzeti u obzir i prostor za ventilaciju sustava. Zbog toga je potrebno držati određeni razmak između PLC-a i sustava za ventilaciju kako bi se ujedno održavala i radna temperatura za PLC. Neispravna ugradnja PLC-a prikazana je na slici 3.9. Potrebno je izbjegavati mjesta ugradnje pored uređaja koji mogu prouzrokovati pregrijavanje PLC-a [7].



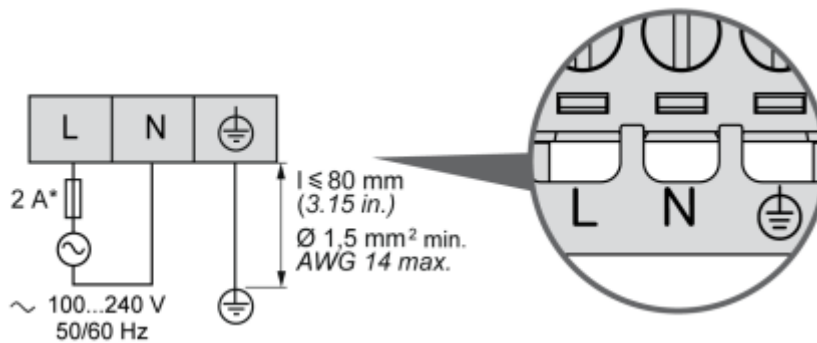
Slika 3.9. Neispravna ugradnja PLC-a [7]

Neki modeli PLC-a M241 imaju napajanje iznosa 24 VDC, a neki iznosa 240 VAC. Za PLC napajan s 24 VDC dozvoljeni naponi su od 20.4 do 28.8 VDC, a za PLC napajan s 240 VAC dozvoljeni naponi su od 85 do 264 VAC [7].



Slika 3.10. Ožičenje DC napajanja [7]

Na slici 3.10. prikazano je ožičenje napajanja PLC-a koji rade na 24 VDC.



Slika 3.11. Ožičenje AC napajanja [7]

Na slici 3.11. prikazano je ožičenje napajanja PLC-a koji rade na 240 VAC.

3.3 Moduli za proširenje PLC-a M241

Na PLC Modicon M241 moguće je spojiti najviše 7 modula za proširenje. Moduli za proširenje koji se koriste su [7]:

- TM2,
- TM3,
- TM4.

Modul za proširenje TMC4AI2 je modul za proširenje analognih ulaza, a sadrži dva kanala. TMC4TI2 je modul za analogni ulaz koji ima također 2 kanala. On služi za spajanje temperaturne sonde i za mjerenje temperature (Pt100 sonda). Modul koji se sastoji od 2 kanala, a služi za proširenje izlaza PLC-a naziva se TMC4AQ2. Za analogne ulaze koristi se još dvije vrste modula za proširenje, a to su modul TMC4HOIS01 i modul TMC4PACK01. Osim modula za proširenje ulaza i izlaza PLC uređaja, PLC Modicon podržava i komunikacijske module za proširenje. Za Ethernet komunikaciju koristi se modul TM4ES4 koji ima 4 RJ45 konektora, a za PROFIBUS DP komunikaciju koristi se modul TM4PDPS1 koji ima 1 konektor [7].

Za proširenje ulaza koriste se slijedeći TM3 moduli [7]:

- TM3DI8A s 8 kanala, naponom od 120 VAC i strujom 7.5 mA,
- TM3DI8 s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 7 mA,
- TM3DI8G s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 7 mA,
- TM3DI16 s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 7 mA,
- TM3DI16G s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 7 mA,
- TM3DI16K s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 5 mA,
- TM3DI32K s 32 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 5 mA.

Za proširenje izlaza koriste se slijedeći TM3 moduli [7]:

- TM3DQ8R s 8 kanala, naponom od 24 VDC/240 VAC i strujom 2 A (relejni izlazi),
- TM3DQ8RG s 8 kanala, naponom od 24 VDC/240 VAC i strujom 2 A (relejni izlazi),
- TM3DQ8T s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.5 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ8TG s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.5 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ8U s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.5 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ8UG s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.5 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ16R s 16 kanala, naponom od 24 VDC/240 VAC i strujom 2 A (relejni izlazi),
- TM3DQ16RG s 16 kanala, naponom od 24 VDC/240 VAC i strujom 2 A (relejni izlazi),
- TM3DQ16T s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.5 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ16TG s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.5 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ16U s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.4 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ16UG s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.4 A (tranzistorski izlazi)
- TM3DQ16TK s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.1 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ16UK s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.1 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ32TK s 32 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.1 A (tranzistorski izlazi),
- TM3DQ32UK s 32 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.1 A (tranzistorski izlazi).

Za proširenje ulaza/izlaza koriste se slijedeći TM3 moduli [7]:

- TM3DM8R s 4 obična ulaza i 4 relejna izlaza,
- TM3DM8RG s 4 obična ulaza i 4 relejna izlaza,
- TM3DM24R s 16 običnih ulaza i 8 relejnih izlaza,
- TM3DM24RG s 16 običnih ulaza i 8 relejnih izlaza.

Analogni TM3 moduli za proširenje ulaza [7]:

- TM3AI2H rezolucije 16 bitova i 2 kanala,
- TM3AI2HG rezolucije 16 bitova i 2 kanala,
- TM3AI4 rezolucije 12 bitova i 4 kanala,
- TM3AI4G rezolucije 12 bitova i 4 kanala,
- TM3AI8 rezolucije 12 bitova i 8 kanala,
- TM3AI8G rezolucije 12 bitova i 8 kanala,
- TM3TI4 rezolucije 16 bitova i 4 kanala,
- TM3TI4G rezolucije 16 bitova i 4 kanala,
- TM3TI8T rezolucije 16 bitova i 8 kanala,
- TM3TI8TG rezolucije 16 bitova i 8 kanala.

Analogni TM3 moduli za proširenje izlaza [7]:

- TM3AQ2 rezolucije 12 bitova i 2 kanala,
- TM3AQ2G rezolucije 12 bitova i 2 kanala,
- TM3AQ4 rezolucije 12 bitova i 4 kanala,
- TM3AQ4G rezolucije 12 bitova i 4 kanala.

Analogni TM3 moduli za proširenje ulaza/izlaza [7]:

- TM3AM6 rezolucije 12 bitova, 4 ulaza i 2 izlaza,
- TM3AM6G rezolucije 12 bitova, 4 ulaza i 2 izlaza,
- TM3TM3 rezolucije 16 bitova i 2 ulaza, te rezolucije 12 bitova i 1 izlaz,
- TM3TM3G rezolucije 16 bitova i 2 ulaza, te rezolucije 12 bitova i 1 izlaz.

Digitalni TM2 moduli za proširenje običnih ulaza [7]:

- TM2DAI8DT s 8 kanala, naponom od 120 VAC i strujom 7.5 mA,
- TM2DDI8DT s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 7 mA,
- TM2DDI16DT s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 7 mA,
- TM2DDI16DK s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 5 mA,
- TM2DDI32DK s 32 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 5 mA.

Digitalni TM2 moduli za proširenje izlaza [7]:

- TM2DRA8RT s 8 kanala, naponom od 30 VDC/230 VAC i strujom 2 A (relejni izlazi),
- TM2DRA16RT s 16 kanala, naponom od 30 VDC/230 VAC i strujom 2 A (relejni izlazi),
- TM2DDO8UT s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.3 A (tranzistorski izlazi),

- TM2DDO8TT s 8 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.5 A (tranzistorski izlazi),
- TM2DDO16UK s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.1 A (tranzistorski izlazi),
- TM2DDO16TK s 16 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.4 A (tranzistorski izlazi),
- TM2DDO32UK s 32 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.1 A (tranzistorski izlazi),
- TM2DDO32TK s 32 kanala, naponom od 24 VDC i strujom 0.1 A (tranzistorski izlazi).

Digitalni TM2 moduli za proširenje ulaza/izlaza [7]:

- TM2DMM8DRT s 4 obična ulaza i 4 relejna izlaza,
- TM2DMM24DRF s 16 običnih ulaza i 8 relejnih izlaza.

Analogni TM2 moduli za proširenje ulaza [7]:

- TM2AMI2HT s 2 kanala,
- TM2AMI2LT s 2 kanala,
- TM2AMI4LT s 4 kanala,
- TM2AMI8HT s 8 kanala,
- TM2ARI8HT s 8 kanala,
- TM2ARI8LRJ s 8 kanala,
- TM2ARI8LT s 8 kanala.

Analogni TM2 moduli za proširenje izlaza [7]:

- TM2AMO1HT s 1 analognim izlazom,
- TM2AVO2HT s 2 analogna izlaza.

Analogni TM2 moduli za proširenje ulaza/izlaza [7]:

- TM2AMM3HT s 2 analogna ulaza i 1 izlazom,
- TM2AMM6HT s 4 analogna ulaza i 2 izlaza,
- TM2ALM3LT s 2 analogna ulaza i 1 izlazom.



Slika 3.12. Moduli za proširenje TM3 [14]

Moduli za proširenje TM3 prikazani su slikom 3.12.

4. SoMachine

4.1 Općenito o programskom razvojnom okruženju SoMachine

SoMachine je razvojno okruženje koje se koristi za programiranje PLC uređaja. Programsko razvojno okruženje *SoMachine* se koristi za programiranje PLC-a Modicon tvrtke *Schneider Electric* (M238, M241, M251, M258). Programsko okruženje je potpuno opremljeno modulima za konfiguraciju hardvera, softvera i vizualizacije koja se može izvoditi na web serveru. Ovo razvojno okruženje je bazirano na *Codesys* platformi i na standardu IEC 61131-3. Zbog toga je omogućeno programiranje PLC-a u 6 različitih programskih jezika koje podržava *SoMachine*:

- ljestvičasti dijagram (eng. *Ladder Diagram*),
- funkcijski blok dijagram (eng. *Function Block Diagram*),
- instrukcijska lista (eng. *Instruction List*),
- strukturirani tekst (eng. *Structured Text*),
- sekvencijalni funkcijski dijagram (eng. *Sequential Function Chart*),
- neprekidni funkcijski dijagram (eng. *Continuous Function Chart*).

Program se sastoji od 2 specifična dijela: dio za programiranje PLC-a i dio za vizualizaciju sustava.

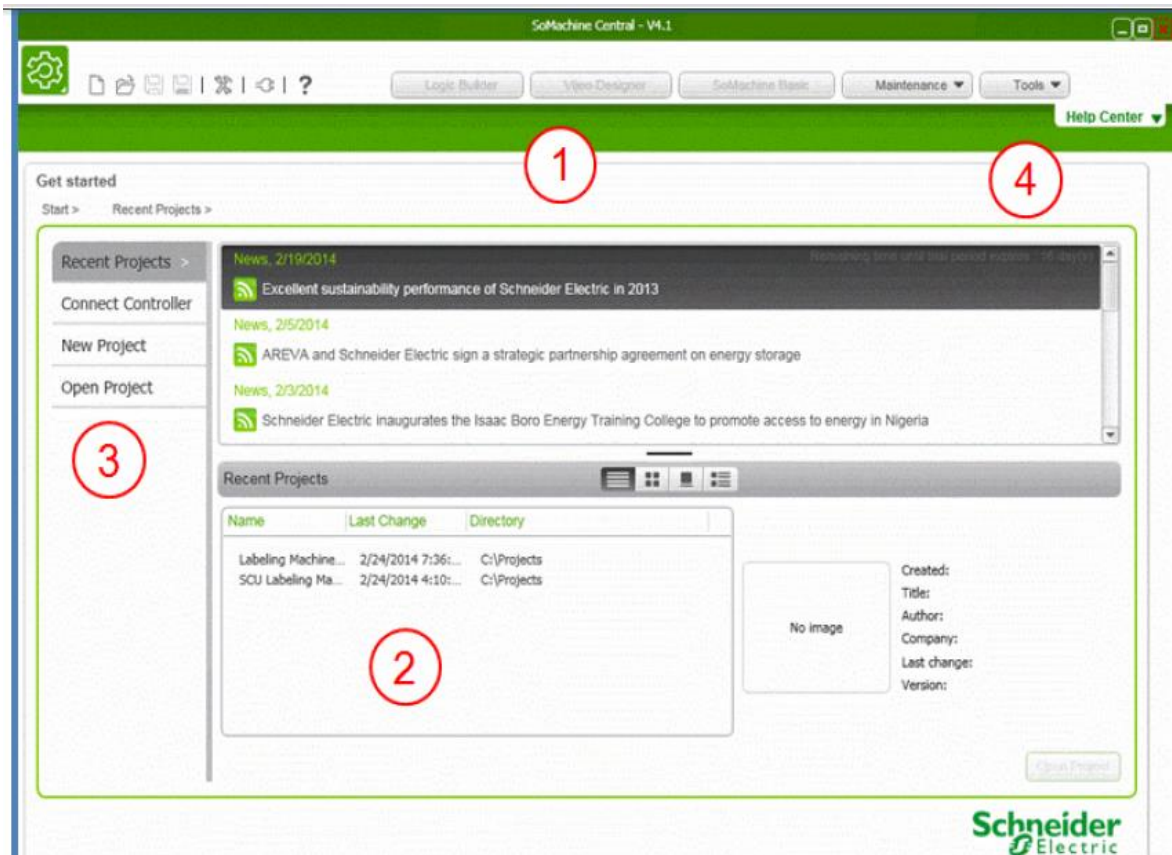


Slika 4.1. Ikona programskog okruženja *SoMachine*

Na slici 4.1. prikazan je izgled ikone programskog okruženja *SoMachine*. Programsko okruženje nudi razne primjere, video klipove, priručnik za početnike. Minimalna konfiguracija računala za rad ovog programskog okruženja je računalo s procesorom Pentium IV 1.8GHz ili Pentium M 1GHz, RAM memorija od 2 GB, i 5 GB slobodnog prostora na tvrdom disku. *SoMachine* programsko okruženje podržano je na sustavima *Microsoft Windows XP* i *Microsoft Windows 2007*.

4.2 Rad u programskom razvojnom okruženju SoMachine

Kada se programsko okruženje pokrene pojavljuje se početni zaslon prikazan na slici 4.2.

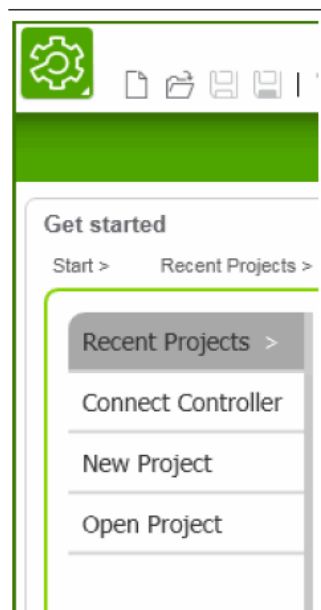


Slika 4.2. Početni zaslon u programskom okruženju *SoMachine* [23]

Na slici 4.2. brojevi prikazuju sljedeće:

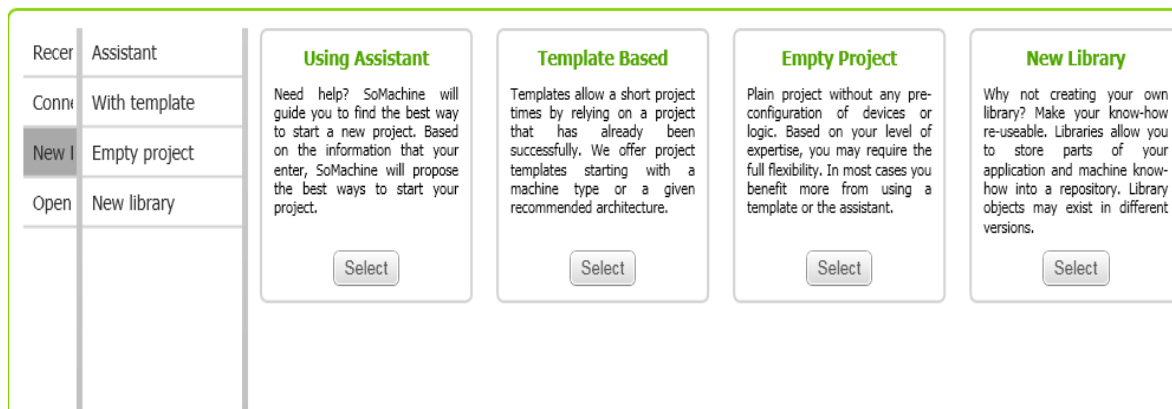
- 1 - početna stranica programskog okruženja *SoMachine*,
- 2 - popis prošlih projekata,
- 3 - dostupne operacije za rad u programskom okruženju *SoMachine*,
- 4 - pristup centru za pomoć.

Na slici 4.3. prikazan je odabir projekta. Moguće je odabrati nedavno korišten projekt (eng. *Recent Projects*), stvoriti novi projekt (eng. *New Project*), ili otvoriti postojeći projekt (eng. *Open Project*). Osim stvaranja projekta postoji mogućnost spajanja na PLC (eng. *Connect Controller*) i stvoriti projekt iz PLC-a. Na taj način programski alat *SoMachine* sam postavi hardversku konfiguraciju.



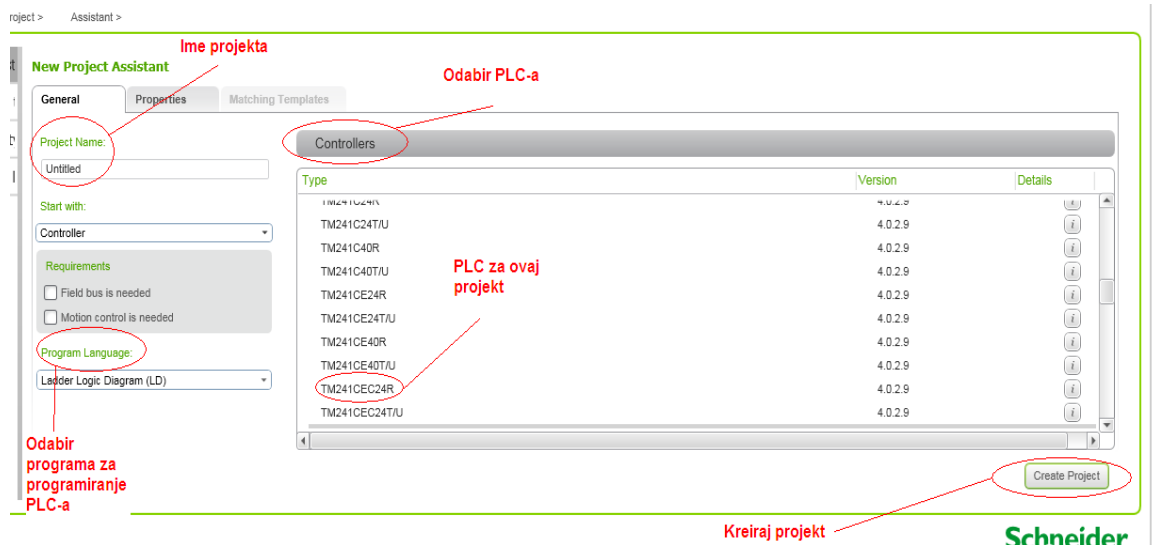
Slika 4.3. Odabir projekta ili spajanja na PLC [23]

U slučaju da se želi stvoriti novi projekt, *SoMachine* nudi 4 metode za stvaranja projekta prikazane na slici 4.4.



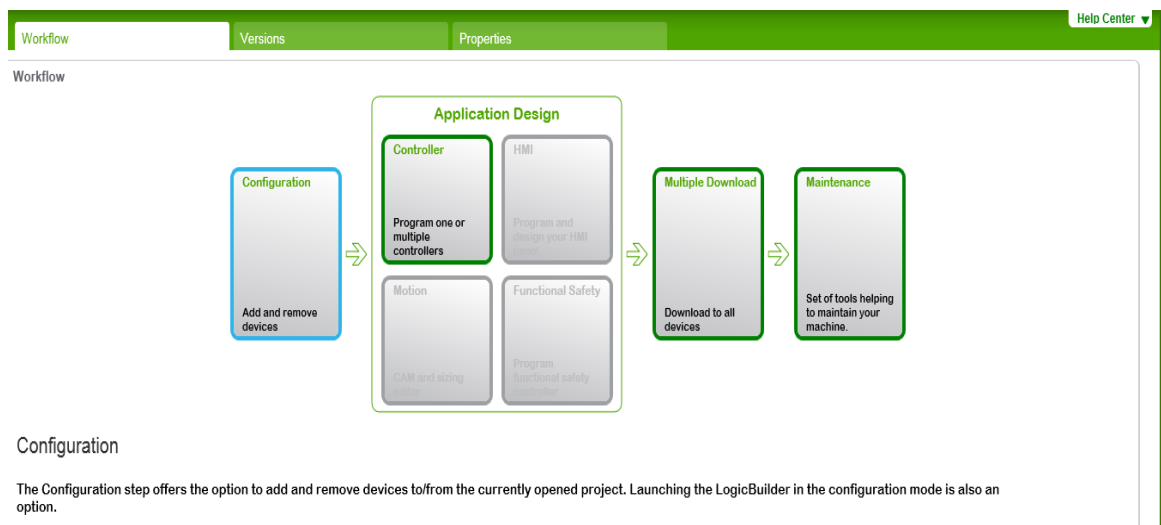
Slika 4.4. Odabir metode za novi projekt [23]

Metoda *Using Assistant* nudi čarobnjak za pomoć odabira hardvera, *Template Based* nudi odabir predloška, *Empty Project* nudi stvaranje običnog projekta od strane korisnika i *New Library* nudi mogućnost stvaranja vlastite biblioteke podataka.



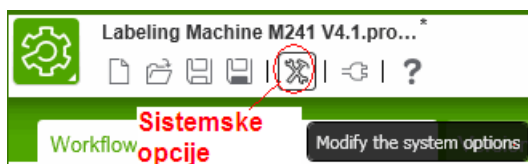
Slika 4.5. Prikaz stvaranja projekta, odabira PLC-a i programa za programiranje PLC-a

Slika 4.5. prikazuje stvaranje novog projekta. Kada je projekt stvoren otvara se zaslon prikazan na slici 4.6.

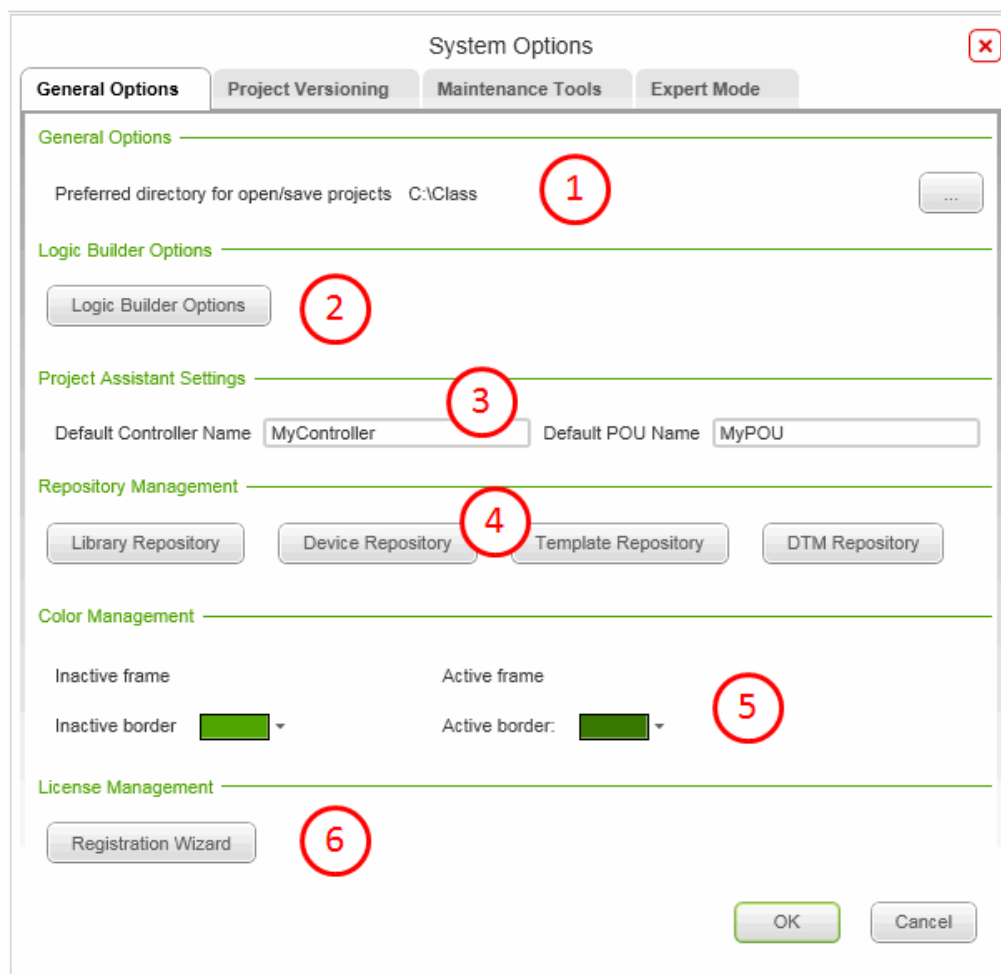


Slika 4.6. Zaslom nakon stvorenog projekta [23]

Nakon početne instalacije programskog okruženja *SoMachine* preporučeno je potvrditi ili izmijeniti sistemske opcije. Slika 4.7. prikazuje odabir sistemskih opcija.

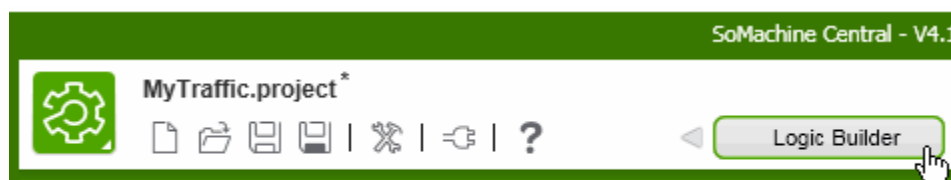


Slika 4.7. Odabir sistemskih opcija [23]



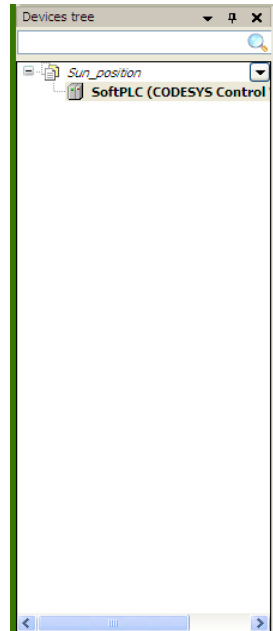
Slika 4.8. Zaslون nakon odabira sistemskih opcija [23]

Na slici 4.8. broj 1 prikazuje odabir lokacije za otvaranje ili spremanje projekta, 2 označuje izgled i rad sučelja za programiranje, 3 prikazuje ime uređaja i programskih organizacijskih jedinica, 4 služi za dodavanje novih biblioteka, uređaja i predložaka, 5 označuje odabir boje sučelja i 6 prikazuje registraciju softvera. Pritiskom na tipku *Logic Builder* otvara se sučelje za pisanje programskog koda kako je prikazano na slici 4.9.



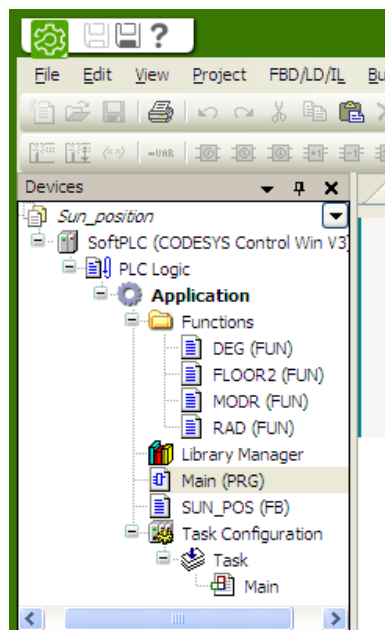
Slika 4.9. Odabir opcije *Logic Builder* za pisanje programskog koda [23]

Nakon pritiska tipke *Logic Builder* pojavljuje se prozor koji nudi dodavanje novih datoteka, međutim taj prozor se jednostavno ignorira i zatvori. Kada se otvori sučelje za programiranje, s lijeve strane se nalazi stablo uređaja (eng. *Device Tree*) kako je prikazano na slici 4.10.

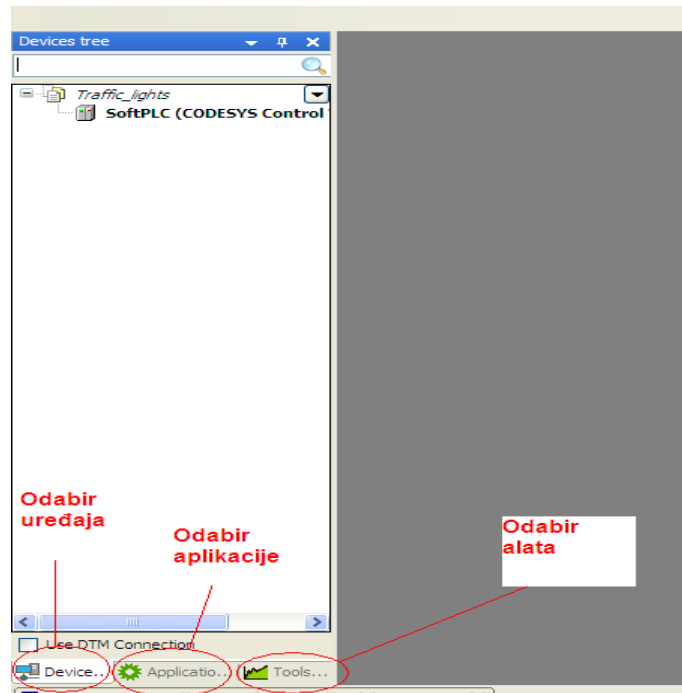


Slika 4.10. Stablo uređaja [23]

Ako se žele prikazati svi uređaji potrebno je stisnuti tipku *View*, zatim odabrati *Classic Navigators* i kliknuti na *Devices*. Stablo svih uređaja je prikazani i na slici 4.11.

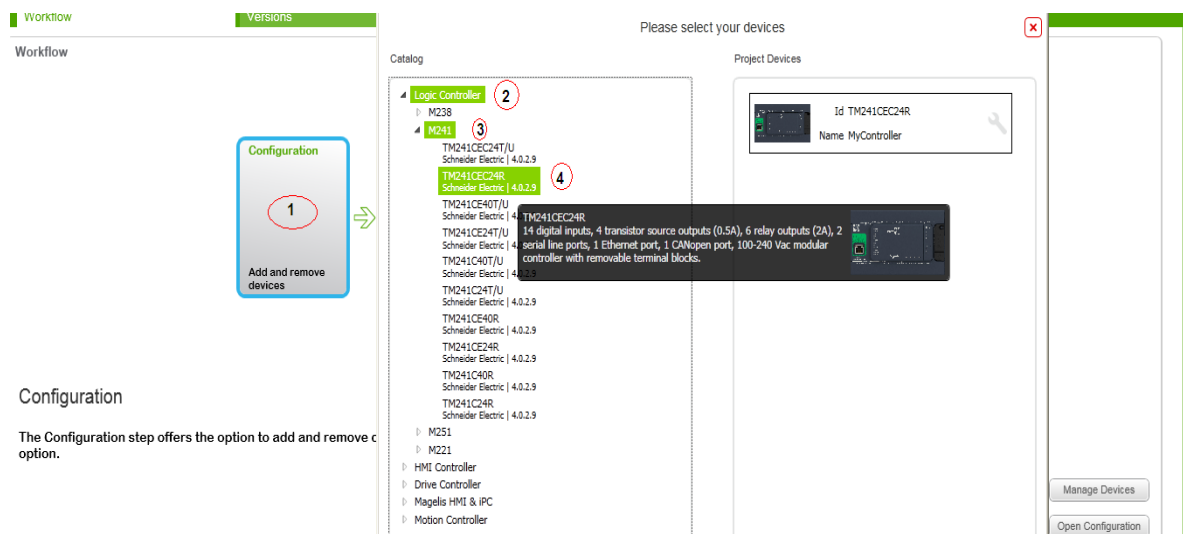


Slika 4.11. Stablo svih uređaja [23]



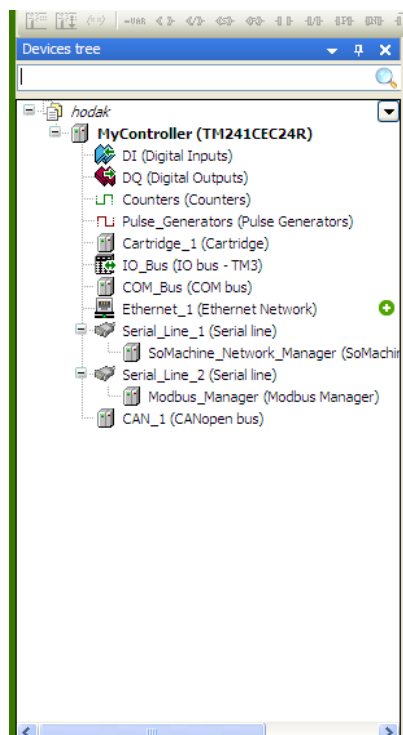
Slika 4.12. Odabir uređaja, aplikacije ili alata

Na slici 4.12. prikazan je mogući odabir uređaja, aplikacija ili alata.



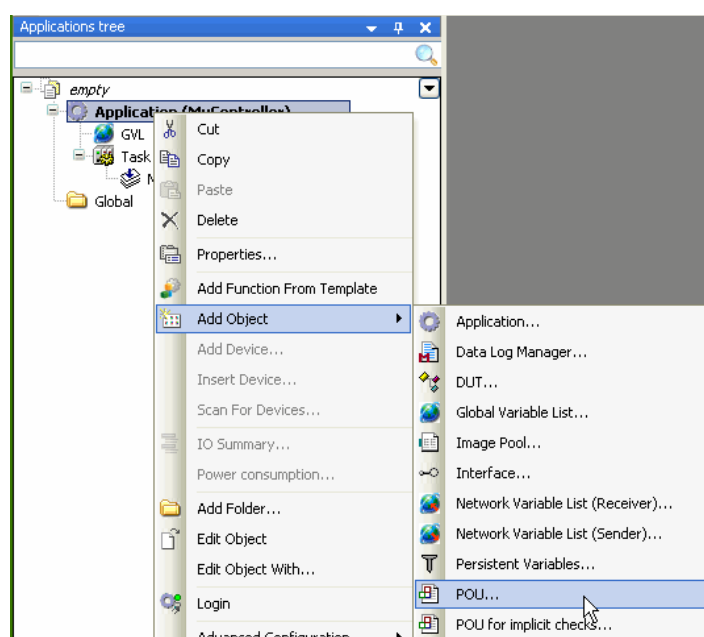
Slika 4.13. Odabir PLC uređaja

Na slici 4.13. prikazano je korak po korak kako odabrati željeni PLC. Prvo je potrebno duplim klikom stisnuti na *Configuration* (1), zatim se otvara prozor *Please select your devices* gdje je potrebno kliknuti na *Logic controller* (2). Nakon toga potrebno je odabrati model PLC-a (3) i na kraju se izabire PLC određenog katalogskog broja (4).



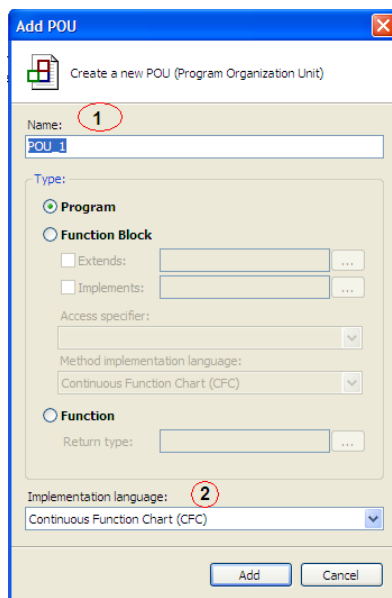
Slika 4.14. Prikaz odabranog PLC-a (TM241CEC24R)

Na slici 4.14. prikazan je odabir PLC-a koji se koristi u završnom radu. Kada se odabere željeni PLC programsko okruženje prepoznaje PLC, njegove ulaze i izlaze, module za proširenje, vrste komunikacije. Na slici 4.15. prikazano je kreiranje nove organizacijske jedinice. Potrebno je kliknuti desnom tipkom miša na *Application (MyController)*, zatim *Add Object* i na kraju se odabire *POU* (eng. *Program Organization Unit*).



Slika 4.15. Kreiranje POU-a [23]

U programskim organizacijskim jedinicama pišu se radni zadaci PLC-a. Svaka jedinica može upravljati zasebno određenim dijelom programa neovisno o drugim jedinicama. Nakon odabira programske organizacijske jedinice, otvara se prozor prikazan na slici 4.16. gdje je moguće promijeniti ime POU-a (1) i odabrati jezik u kojem se želi programirati PLC (2).

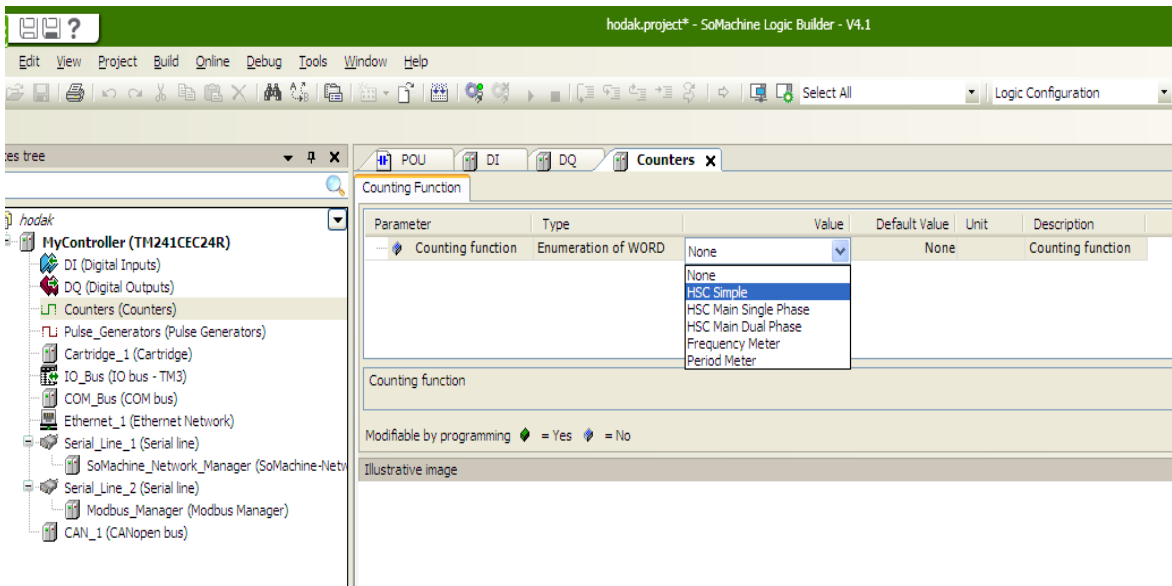


Slika 4.16. Dodavanje POU-a [23]

Ulazi i izlazi se ne koriste na klasičan način pisanjem adrese ulaza ili izlaza PLC-a. Potrebno je definirati ime ulaza ili izlaza u tablici gdje se nalazi popis ulaza i izlaza odabranog PLC-a. Definiranje ulaza prikazano je na slici 4.17, a izlazi se definiraju na identičan način.

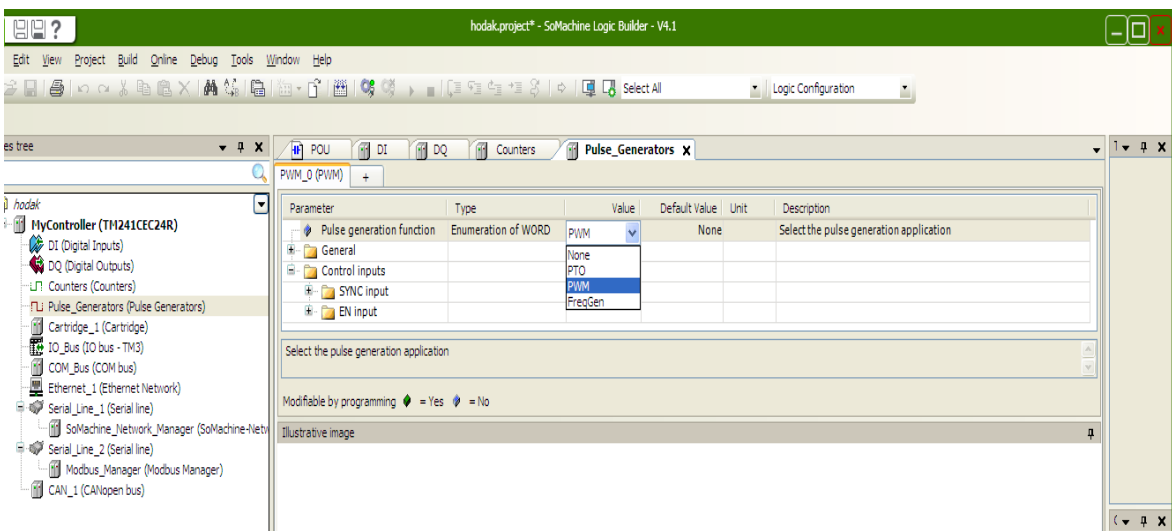
Variable	Mapping	Channel	Address	Type	Default Value	Unit	Description
iwDI_IW0		IW0	%IW0	WORD			
tipkalo		I0	%IX0.0	BOOL			Fast input, Si...
tipka2		I1	%IX0.1	BOOL			Fast input, Si...
		I2	%IX0.2	BOOL			Fast input, Si...
		I3	%IX0.3	BOOL			Fast input, Si...
		I4	%IX0.4	BOOL			Fast input, Si...
		I5	%IX0.5	BOOL			Fast input, Si...
		I6	%IX0.6	BOOL			Fast input, Si...
		I7	%IX0.7	BOOL			Fast input, Si...
		I8	%IX1.0	BOOL			Regular input...
		I9	%IX1.1	BOOL			Regular input...
		I10	%IX1.2	BOOL			Regular input...
		I11	%IX1.3	BOOL			Regular input...
		I12	%IX1.4	BOOL			Regular input...

Slika 4.17. Definiranje ulaza PLC-a



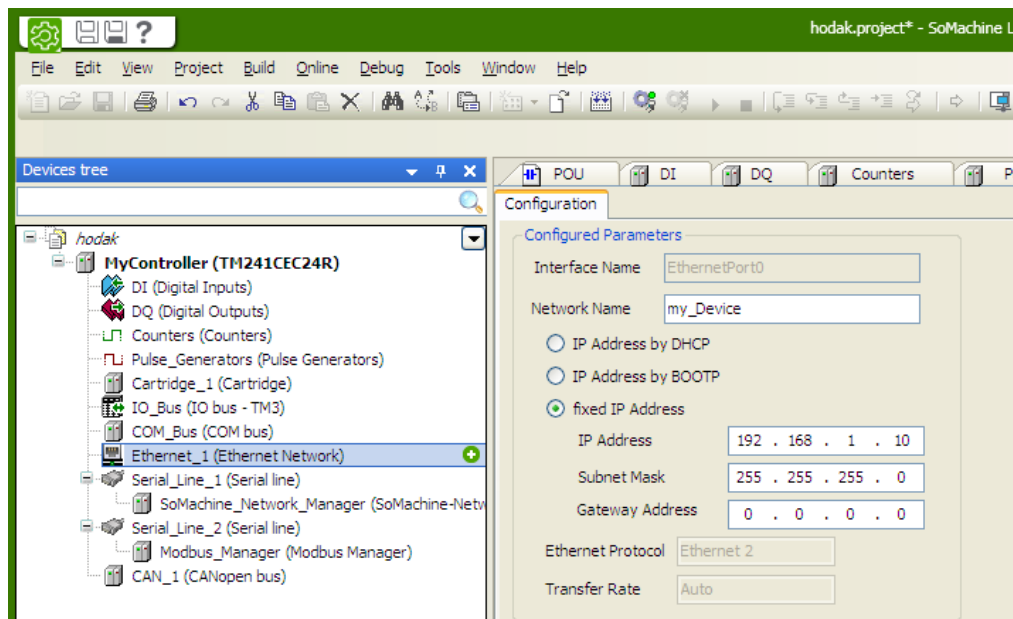
Slika 4.18. Konfiguracija brojača

Na slici 4.18. prikazano je konfiguriranje brojača PLC-a. Konfiguracija PWM signala (eng. *Pulse Width Modulation*) prikazana je na slici 4.19.



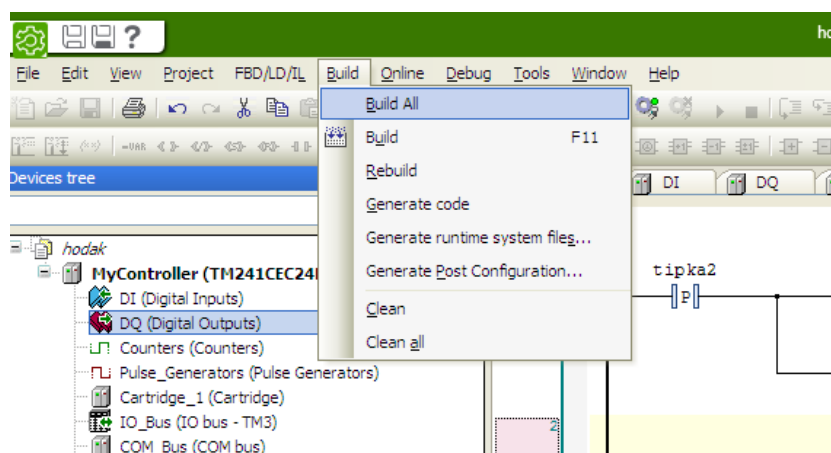
Slika 4.19. Konfiguracija PWM-a

PWM se u završnom radu koristi za regulaciju intenziteta svjetala. Na slici 4.20. prikazano je podešavanje komunikacije preko *Ethernet* protokola između računala i PLC-a.



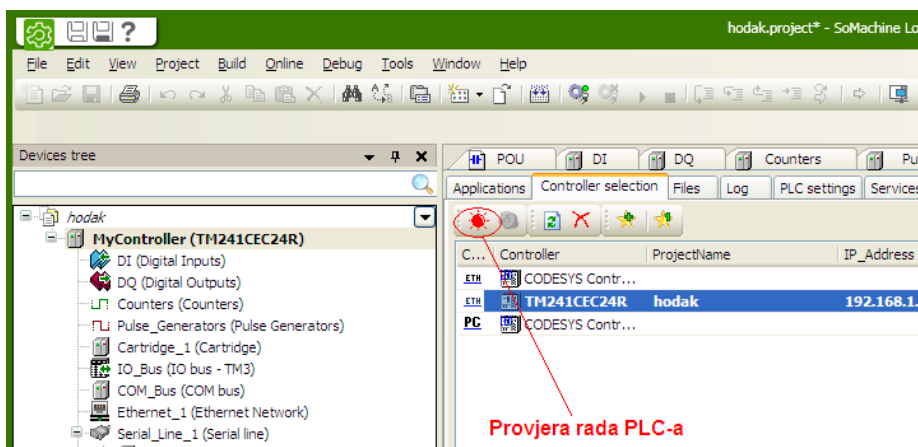
Slika 4.20. Podešavanje komunikacije

SoMachine ne dopušta izvođenje programa ako napisani programski kod nije ispravan. Za provjeru ispravnosti koda koristi se opcija *Build* ili *Build All* kako je prikazano na slici 4.21.



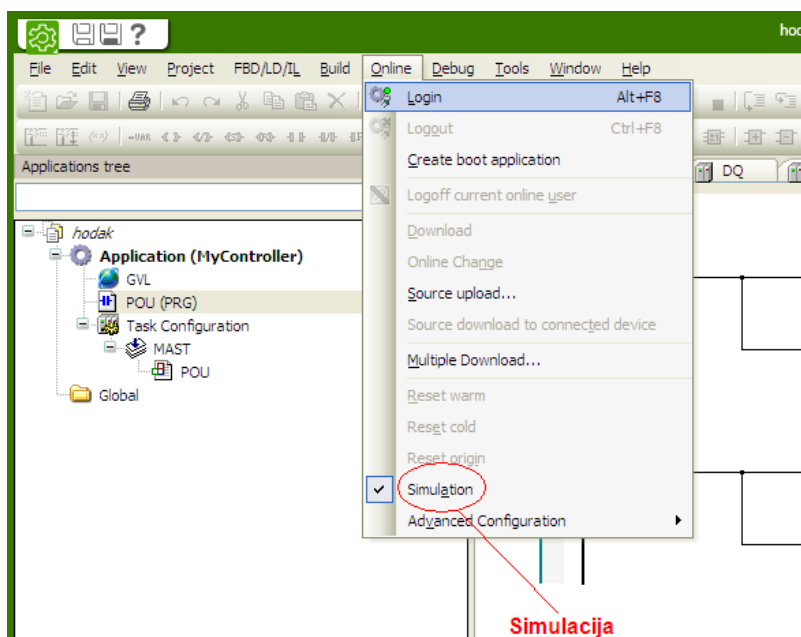
4.21. Provjera ispravnosti koda

Također postoji opcija za otklanjanje pogrešaka (eng. *Debug*). Za razliku od prijašnjih programskih okruženja, ovaj softver ima mogućnost prozivanja PLC uređaja. U slučaju da ima više PLC-a u pogonu, opcija prikazana na slici 4.22. olakšava pronalazak PLC-a kojeg je potrebno programirati. Kada se pritisne žaruljica u programskom alatu *SoMachine*, LED diode na PLC-u počnu blincati.

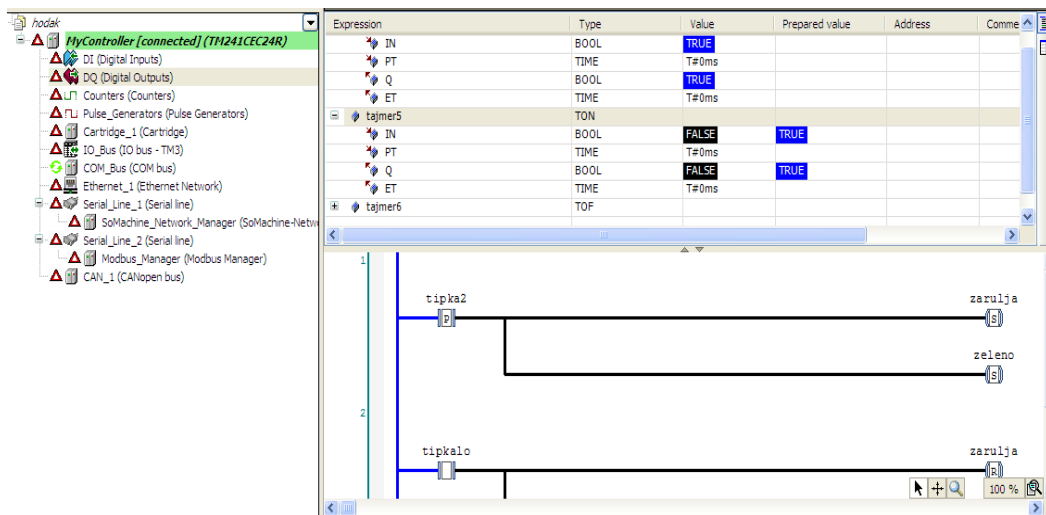


Slika 4.22. Provjera rada PLC-a

Prebacivanje programa s računala na PLC prikazano je na slici 4.23. Potrebno je pritisnuti na *Online* i zatim na *Login*. Osim toga, u istom izborniku moguće je pokrenuti simulaciju pritiskom na *Simulation*. Kada se označi simulacija potrebno je odabrati *Login*, a zatim pritisnuti tipku start ili pritisnuti F5. Crveni trokuti označuju da je simulacija pokrenuta (slika 4.24.).

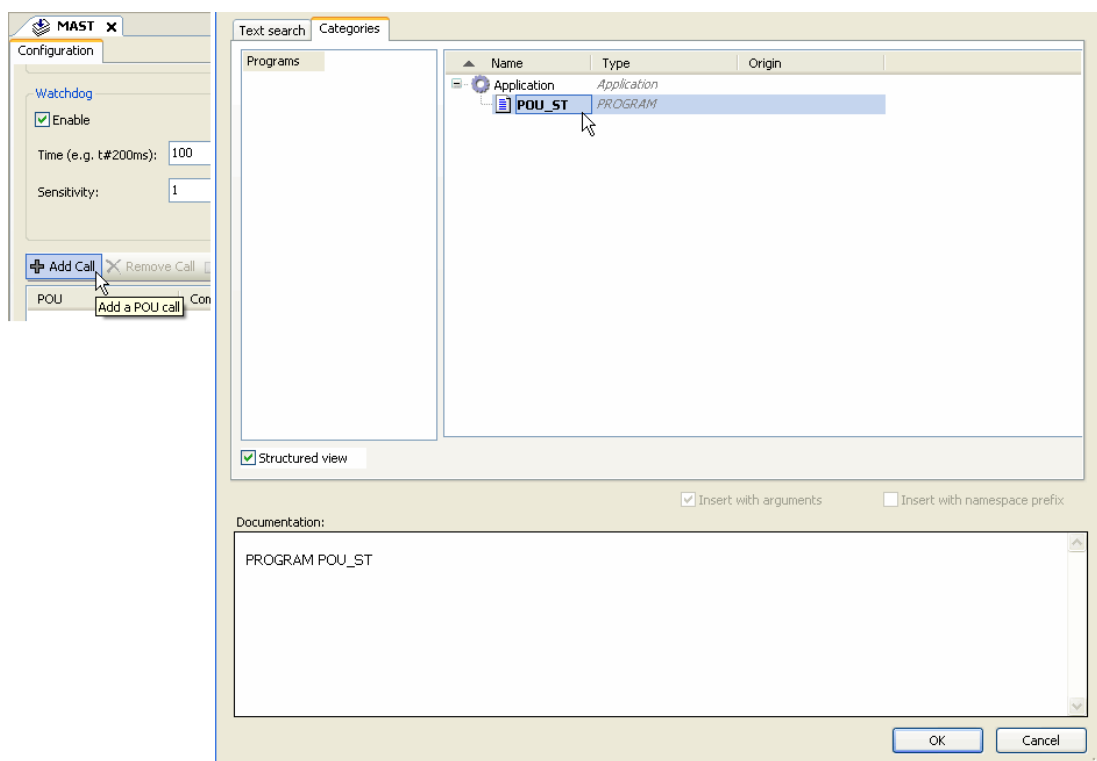


Slika 4.23. Povezivanje računala s PLC-om i simulacija



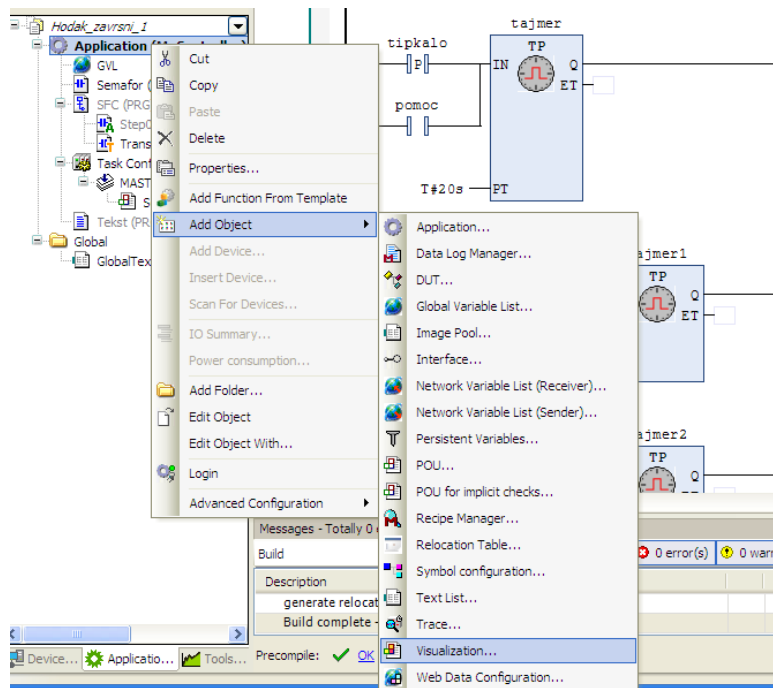
Slika 4.24. Prikaz simulacije

Da bi se program izvršavao, potrebno je POU dodati u MAST (slika 4.25.). Potrebno je duplim klikom otvoriti MAST, zatim kliknuti na *Add Call* i dodati željeni POU.

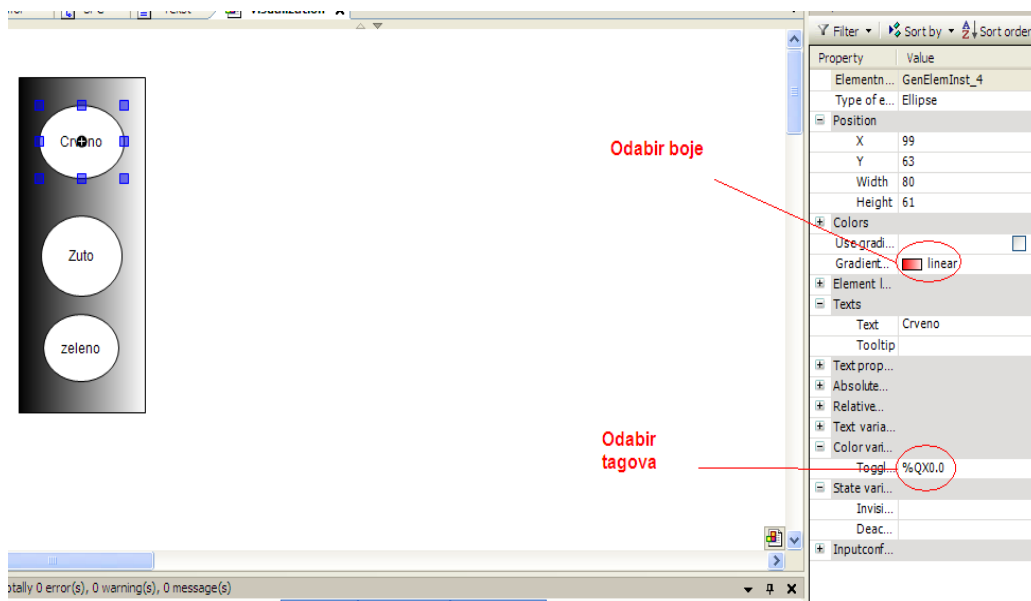


Slika 4.25. Dodavanje POU-a u MAST

SoMachine nudi mogućnost vizualizacije unutar programskog okruženja. Za dodavanje vizualizacije potrebno je pritisnuti desni klik na *Application (MyController)*, zatim kliknuti na *AddObject* i na kraju odabrati *Visualization* (slika 4.26.).

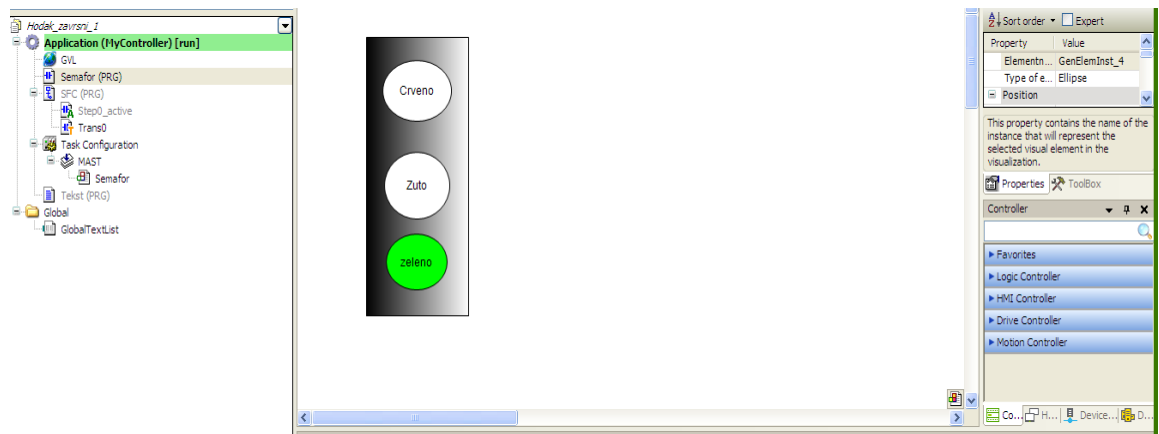


Slika 4.26. Kreiranje vizualizacije



Slika 4.27. Kreiranje tagova za vizualizaciju

Na slici 4.27. prikazano je konfiguriranje tagova.



Slika 4.28. Pokrenuta vizualizacija

Na slici 4.28. prikazana je vizualizacija nakon pokretanja programa.

5. Izrada didaktičkog učila

Završni rad se odnosi na automatizaciju i upravljanje didaktičkim učilom (semafor s tipkalima, sklopkama i potenciometrima). Didaktičko učilo povezano je s PLC-om *Modicon M241*.

5.1 PLC Modicon M241 TM241CEC24R

Korišteni PLC je izrađen od strane proizvođača *Schneider Electric* kataloškog broja TM241CEC24R. PLC M241 je detaljno opisan u poglavlju 3.

5.2 LED žarulje

Za signalizaciju crvenog, žutog i zelenog svijetla semafora koriste se LED žarulje spojene na izlaze PLC-a. Proizvedene su od strane tvrtke *Schneider Electric*. Zelena žarulja ima oznaku ZBV-B3, crvena ima oznaku ZBV-B4, a žuta ima oznaku ZBV-B5. Sve ove žarulje mogu raditi na naponu 24 VDC ili 24 VAC frekvencije 50 ili 60 Hz. Dopusćeni naponi idu u granicama od 21.6 do 26.4 VAC i od 19.2 do 30 VDC. Iznos struje koju troše ove žarulje je 18 mA. Radni vijek žarulje je 100 000 sati na nazivnom naponu i temperaturi od 25°C. Dozvoljena temperatura za skladištenje kreće se od -40 do +70°C. Radna temperatura se kreće u granicama od -25 do +70°C. Stupanj zaštite žarulja IP20. Zeleno LED svijetlo prikazano je na slici 5.1 [9], [10], [11].



Slika 5.1. Zeleno LED svijetlo [15]

5.3 Sklopke i tipkala

Sklopke i tipkala su spojeni na ulaze PLC-a, a njima je omogućeno upravljanje izlazima ovisno o programu koji se nalazi unutar PLC-a. Razlika između sklopke i tipkala je u tome što tipkalo zadržava određeno stanje samo dok je pritisnuto, a sklopka zadržava stanje čim se prebaci iz jednog položaja u drugi. U završnom radu tipkala i sklopke uključuju pojedine izlaze preko 24 VDC. Koriste se normalno otvoreni kontakti (eng. *Normally Open-NO*) i normalno zatvoreni kontakti (eng. *Normally Closed-NC*). Kod normalno otvorenog kontakta dolazi do vođenja tek onda kada se tipkalo pritisne ili kad se sklopka prebaci iz jednog položaja u drugi. Normalno zatvoreni kontakt vodi kada tipkalo nije pritisnuto. Sklopke i tipkala su izrađeni od strane tvrtke *Schneider Electric*. Oznake korištenih tipkala i sklopki su ZBE-101. Mehanička izdržljivost iznosi 5 000 000 ciklusa. Temperature za skladištenje kreću se u rasponu od -40 do +70°C, a radne temperature se kreću od -25 do +70°C. Stupanj zaštite iznosi IP20. Tipkalo je prikazano slikom 5.2. a sklopka slikom 5.3 [12].



Slika 5.2. Tipkalo [17]



Slika 5.3. Sklopka [16]

5.4 Potenciometar

Potenciometar je promjenjivi otpornik koji djeluje kao djeliteľ napona. Sadrži klizač čijom se promjenom pozicije mijenja i njegov otpor. U završnom radu koristi se potenciometar nazivne vrijednosti 10 k Ω . Pomoću potenciometra mijenja se širina impulsa PWM signala u PLC-u. Potenciometar je prikazan na slici 5.4.



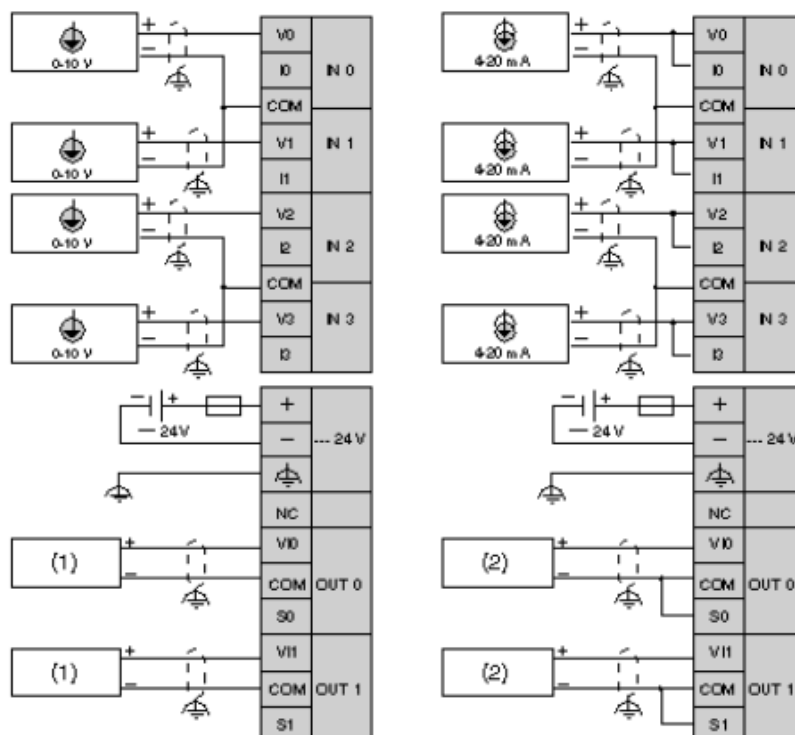
Slika 5.4. Potenciometar [13]

5.5 Modul za proširenje TM2AMM6HT

TM2AMM6HT je modul za proširenje analognih ulaza i izlaza PLC-a proizvođača *Schneider Electric*. Ovaj modul ima 4 analoga ulaza i 2 analoga izlaza. Ulazi i izlazi mogu biti naponski i strujni (naponski od 0 do 10 V, strujni od 4 do 20 mA). Rezolucija ulaza i izlaza je 12 bitna. Napajanje modula za proširenje iznosi 24 VDC, a granice napajanja mogu se kretati od 19.2 VDC do 30 VDC. Masa modula iznosi 0.085 kg. Dimenzije modula su 23.5x70x90 mm, a montira se na DIN šinu. Modul TM2AMM6HT prikazan je na slici 5.5 [18].



Slika 5.5. TM2AMM6HT modul za proširenje [18]

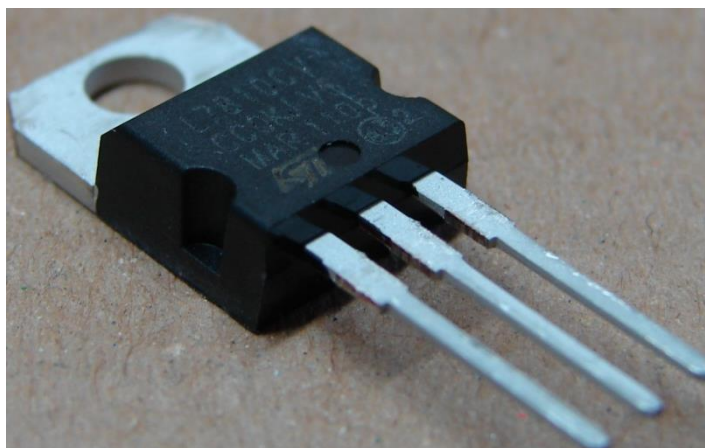


Slika 5.6. Ožičenje modula TM2AMM6HT [18]

Ožičenje naponskih i strujnih ulaza i izlaza modula TM2AMM6HT prikazano je na slici 5.6.

5.6 Stabilizator napona L7810CV

Stabilizator napona je element koji služi za dobivanje stabilnog napona određene vrijednosti na njegovom izlazu. L7810CV je stabilizator napona koji na izlazu daje stabilan napon iznosa 10 V. Stabilizator napona ima 3 pina (eng. *Input*, *GND*, *Output*). Na ulazni pin stabilizatora dovodi se napon iznosa 24 V pri čemu se na izlaznom pinu dobije stabilan napon iznosa 10 V. Maksimalni dopušteni ulazni napon iznosi 35 volta. Radne temperature kreću se u granicama od 0 do 125°C. Stabilizator 7810 koristi se za rad potencijometara jer su oni spojeni na modul za proširenje analognih ulaza i izlaza PLC-a. Analogni ulazi su definirani u granicama od 0 do 10 volta. Stabilizator napona prikazan je na slici 5.7 [19].



Slika 5.7. Stabilizator napona L7810CV [20]

5.7 Napajanje ABL8REM24030

Napajanje ABL8REM24030 koristi se za pretvaranje napona 230 VAC u napon iznosa 24 VDC. Ulazni napon može se kretati u granicama između 100 i 250 V. Nazivna izlazna struja napajanja iznosi 3 A. Maksimalna izlazna snaga napajanja iznosi 72 W. Napajanje je zaštićeno od preopterećenja i kratkog spoja. Masa napajanja iznosi 0.52 kg. Napajanje ima statusne LED diode za ulazni i izlazni napon. Napajanje je prikazani slikom 5.8 [21].



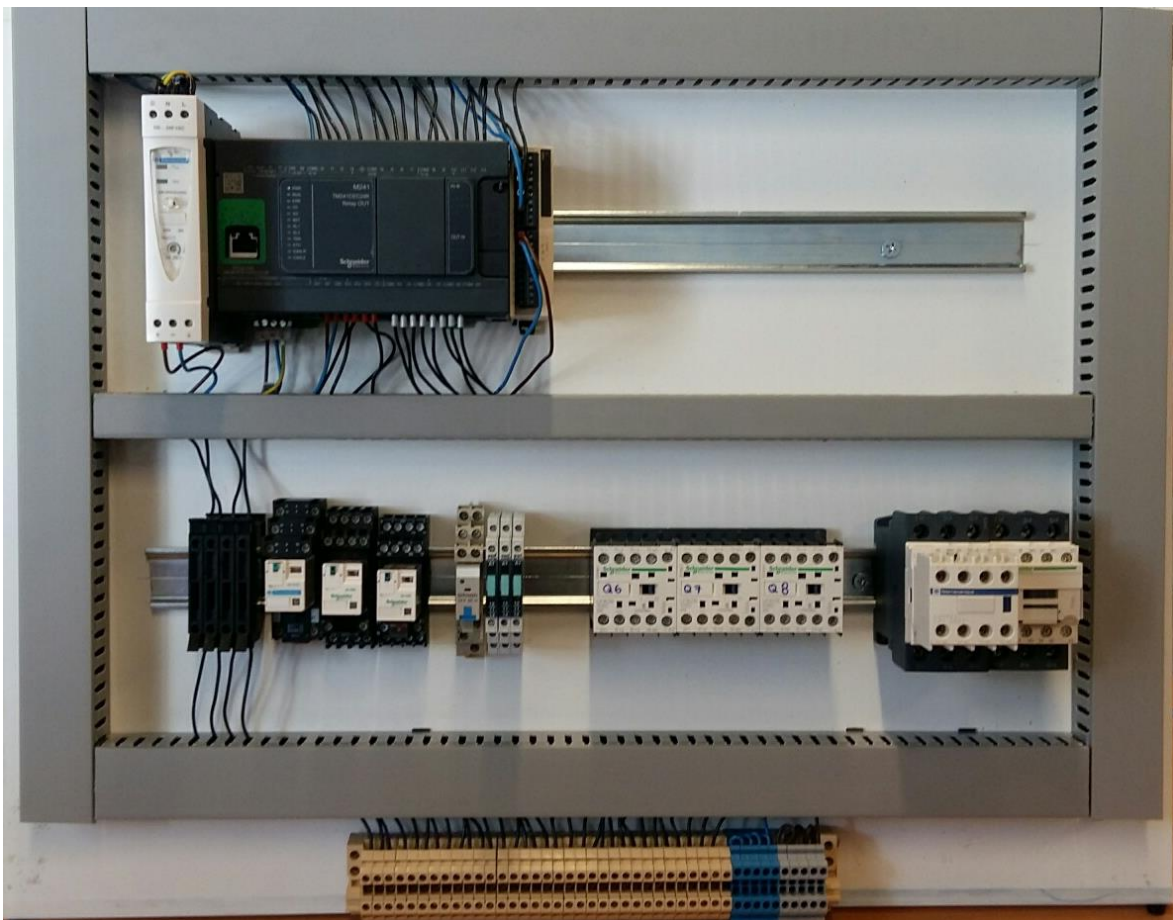
Slika 5.8. Napajanje ABL8REM24030 [22]

5.8 Didaktičko učilo



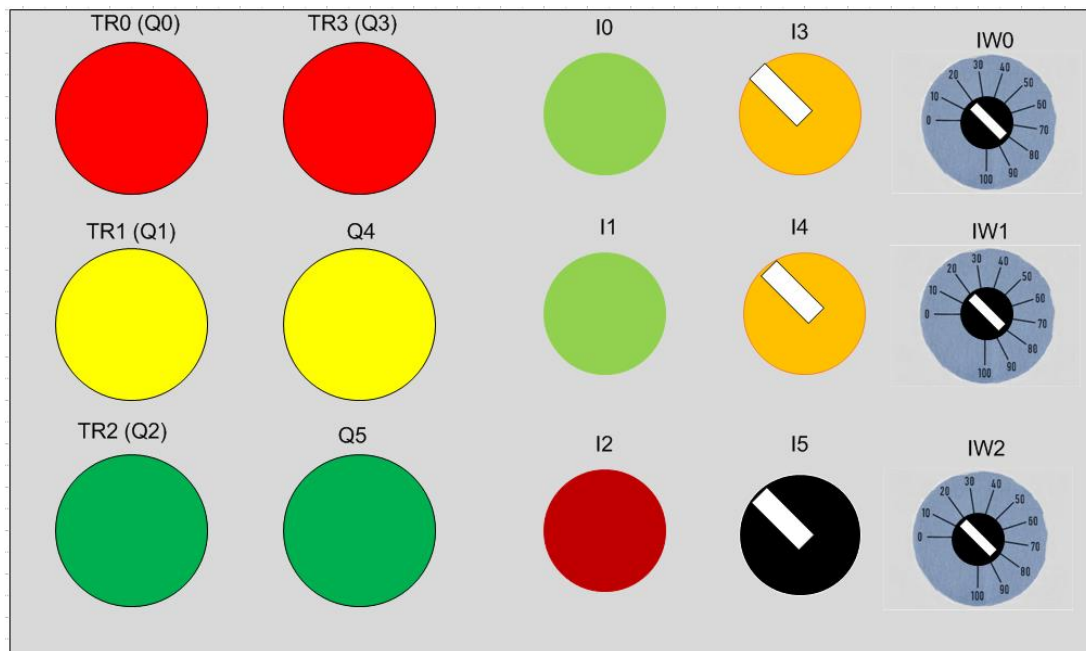
Slika 5.9. Maketa didaktičkog učila

Na slici 5.9. nalazi se maketa didaktičkog učila sa svim elementima. Na maketi se nalaze 2 crvene LED žarulje, 2 žute LED žarulje, 2 zelene LED žarulje, 3 tipkala, 3 sklopke te 3 potencijometra.



Slika 5.10. Maketa s PLC-om, relejima i sklopticima

Na slici 5.10. prikazana je maketa na kojoj se nalazi PLC TM241CEC24R, napajanje ABL8REM24030, modul za proširenje analognih ulaza i izlaza TM2AMM6HT, osigurači, releji i sklopnici.



Slika 5.11. Maketa didaktičkog učila s naznačenim adresama ulaza i izlaza PLC-a.

Na slici 5.11. prikazana je maketa didaktičkog učila s naznačenim adresama ulaza i izlaza PLC-a.

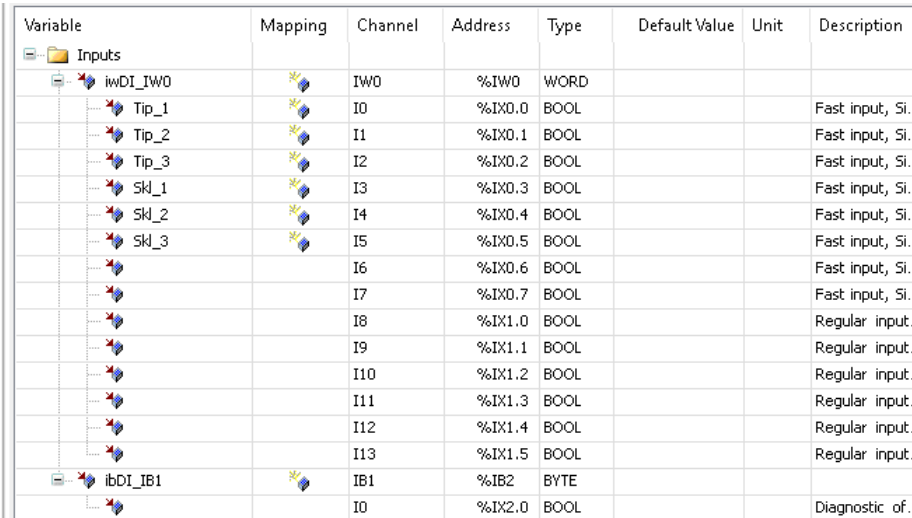
6. Program za upravljanje didaktičkim učilom

6.1 Općenito o programu za upravljanje didaktičkim učilom

Pomoću programa provjerava se rad LED žarulja, tipkala, sklopki i potencimetara. Program je napisan tako da pojedina tipkala i sklopke uključuju određene LED žarulje (crvene, žute i zelene). Zadaća potencimetara je provjera PWM-a. PWM se koristi za regulaciju intenziteta svijetlosti LED žarulja od 0 do 100%. NA PLC-u je moguće konfigurirati najviše 2 PWM izlaza. PWM izlazi nalaze se na tranzistorskim izlazima PLC-a (izlazi Q0 i Q2). Na izlaz Q0 spojena je crvena LED žarulja, a na izlaz Q2 zelena LED žarulja te je pomoću PWM-a moguće regulirati intenzitet svijetlosti samo te dvije žarulje. U programu se koriste normalno otvoreni i normalno zatvoreni kontakti. Ovi kontakti nalaze se s lijeve strane programskog koda, a svitci (eng. *Coil*) nalaze se s desne strane programskog koda i njima se upravlja. Kontakte predstavljaju tipkala i sklopke, a svitke predstavljaju LED žarulje. Programski kod pisan je u svim programskim jezicima koje omogućuje *SoMachine*. Također, izrađen je program za upravljanje semaforom. Program koji predstavlja rad semafora napisan je pomoću vremenskog brojača (eng. *Timer*) i usporednih blokova. Osim programa napravljena je i vizualizacija didaktičkog učila u razvojnom okruženju *SoMachine*.

6.2 Korišteni ulazi i izlazi PLC-a

Ulazi i izlazi PLC-a definiraju se u razvojnom okruženju *SoMachine*. Radi lakšeg snalaženja prilikom pisanja programa, ulazima i izlazima pridružena su imena. Slika 6.1. prikazuje konfigurirane digitalne ulaze, a slika 6.2. prikazuje konfigurirane digitalne izlaze.



Variable	Mapping	Channel	Address	Type	Default Value	Unit	Description
Inputs							
iwDI_IW0		IW0	%IW0	WORD			
Tip_1		I0	%IX0.0	BOOL			Fast input, Si...
Tip_2		I1	%IX0.1	BOOL			Fast input, Si...
Tip_3		I2	%IX0.2	BOOL			Fast input, Si...
Skl_1		I3	%IX0.3	BOOL			Fast input, Si...
Skl_2		I4	%IX0.4	BOOL			Fast input, Si...
Skl_3		I5	%IX0.5	BOOL			Fast input, Si...
		I6	%IX0.6	BOOL			Fast input, Si...
		I7	%IX0.7	BOOL			Fast input, Si...
		I8	%IX1.0	BOOL			Regular input...
		I9	%IX1.1	BOOL			Regular input...
		I10	%IX1.2	BOOL			Regular input...
		I11	%IX1.3	BOOL			Regular input...
		I12	%IX1.4	BOOL			Regular input...
		I13	%IX1.5	BOOL			Regular input...
ibDI_IB1		IB1	%IB2	BYTE			
		I0	%IX2.0	BOOL			Diagnostic of...

Slika 6.1. Konfigurirani digitalni ulazi

Variable	Mapping	Channel	Address	Type	Default Value	Unit	Description
Outputs		QW0	%QW0	WORD			
Crv_1		Q0	%QX0.0	BOOL			Fast output,...
Zuto_1		Q1	%QX0.1	BOOL			Fast output,...
Zel_1		Q2	%QX0.2	BOOL			Fast output,...
Crv_2		Q3	%QX0.3	BOOL			Fast output,...
Zuto_2		Q4	%QX0.4	BOOL			Relay output
Zel_2		Q5	%QX0.5	BOOL			Relay output
		Q6	%QX0.6	BOOL			Relay output
		Q7	%QX0.7	BOOL			Relay output
		Q8	%QX1.0	BOOL			Relay output
		Q9	%QX1.1	BOOL			Relay output
qbDQ_QB1		QB1	%QB2	BYTE			
		Q0	%QX2.0	BOOL			Rearmqing Co...

Slika 6.2. Konfigurirani digitalni izlazi

Kod izrade didaktičkog učila korišteni su kabeli označeni brojevima od 1 do 15 koji su spojeni na pojedine ulaze i izlaze PLC-a kako je prikazano u tablici 6.1. Na slici 6.3. prikazani su konfigurirani analogni ulazi.

Tablica 6.1. Korišteni ulazi i izlazi PLC-a

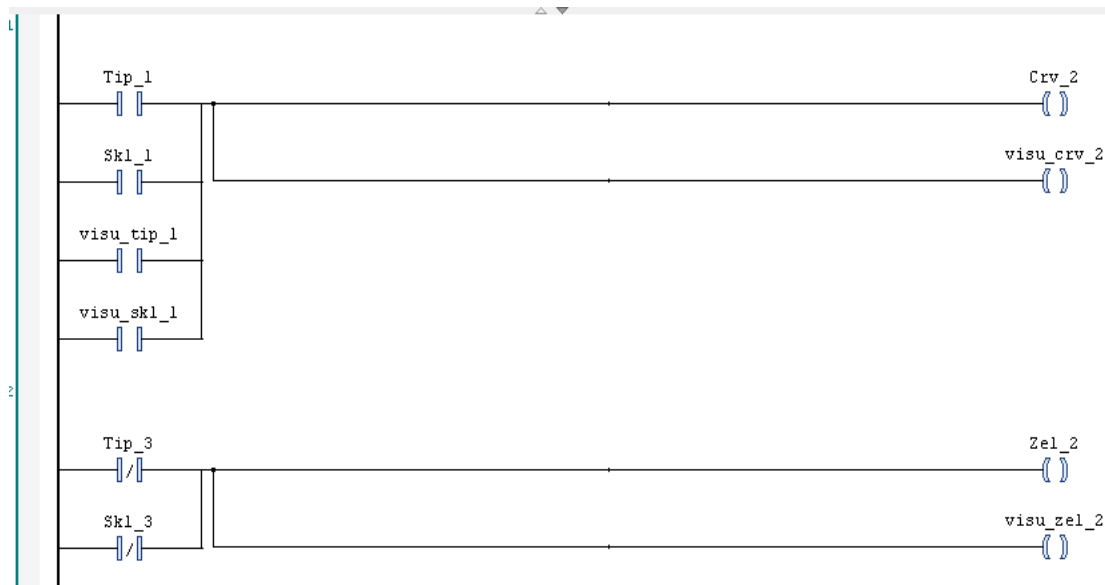
Broj kabela	Digitalni izlaz	Digitalni ulaz	Analogni ulaz
1	Q0(TR0)	-	-
2	Q1(TR1)	-	-
3	Q2(TR2)	-	-
4	Q3(TR3)	-	-
5	Q4	-	-
6	Q5	-	-
7	-	I0	-
8	-	I1	-
9	-	I2	-
10	-	I3	-
11	-	I4	-
12	-	I5	-
13	-	-	IW0(V0)
14	-	-	IW1(V1)
15	-	-	IW2(V2)
Crveni kabel (+24VDC)			
Plavi kabel (0V)			

Variable	Mapping	Channel	Address	Type
Inputs				
Pot_1		IW0	%IW2	INT
Pot_2		IW1	%IW3	INT
Pot_3		IW2	%IW4	INT
iiModule_1_IW3		IW3	%IW5	INT
Outputs				
qiModule_1_QW0		QW0	%QW2	INT
qiModule_1_QW1		QW1	%QW3	INT

Slika 6.3. Konfigurirani analogni ulazi

6.3 Programi za upravljanje didaktičkim učilom

Na slici 6.4. nalazi se dio programa za upravljanje didaktičkim učilom. S lijeve strane programa nalaze se normalno otvoreni kontakti (Tip_1, Skl_1, visu_tip_1 i visu_skl_1) i normalno zatvoreni kontakti (Tip_3 i Skl_3). Kada su kontakti aktivni, signal s lijeve strane prelazi na desnu i aktivira pojedine izlaze PLC-a (Crv_2 i Zel_2). Izlazi visu_crv_2 i visu_zel_2 su varijable koje su povezane s vizualizacijom i one uključuju svijetla u vizualizaciji didaktičkog učila. Varijable visu_tip_1 i visu_skl_1 također su povezane s vizualizacijom učila te kada su tipkalo ili sklopka aktivni u vizualizaciji uključuju se izlazi PLC-a.



Slika 6.4. Dio programa u ljestvičastom dijagramu

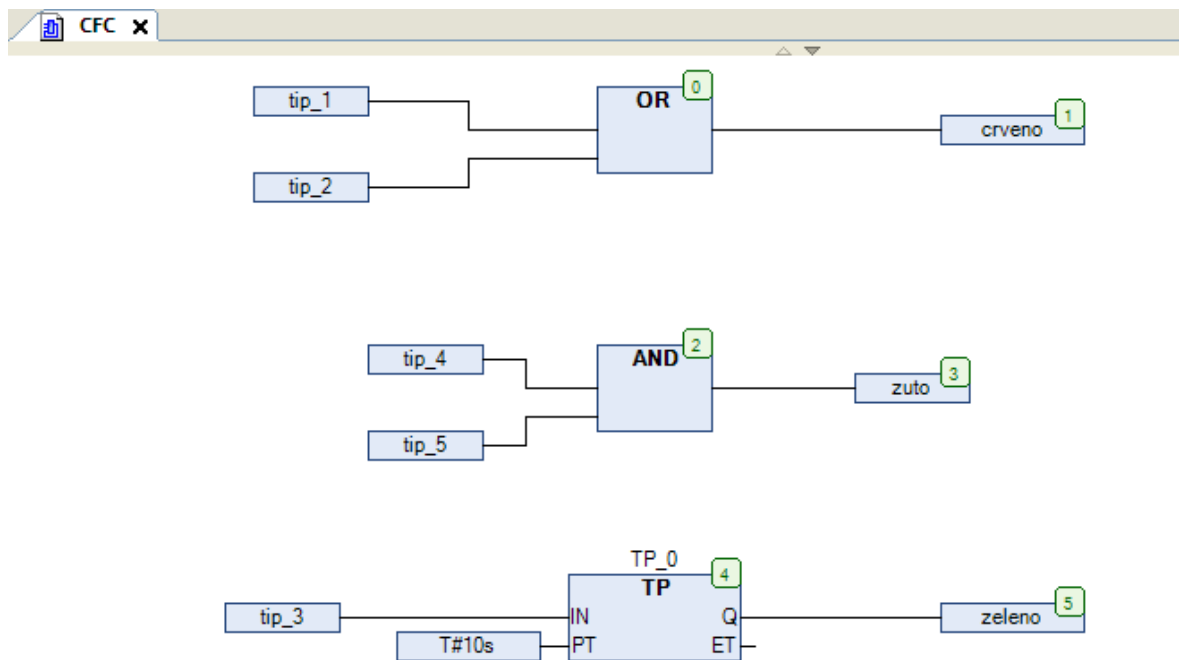

```

1  PROGRAM Obrana_LD
2  VAR
3      visu_tip_1: BOOL;
4      visu_skl_1: BOOL;
5      visu_crv_2: BOOL;
6      visu_zel_2: BOOL;
7  END_VAR

```

Slika 6.5. Definicija varijabli programa sa slike 6.4.

Na slici 6.5. prikazane su varijable korištene u programu sa slike 6.4. Na slici 6.6. nalazi se dio programa napisan u programskom jeziku *Continuous Function Chart* (CFC). Prioriteti izvođenja blokova određeni su brojevima 0,1,2,3,4 i 5.



Slika 6.6. Dio programa u programskom jeziku CFC

Slika 6.7. prikazuje dio programa napisan u programskom jeziku *Structured Text* (ST). Kada je aktivirano tipkalo (Tip_2) ili tipkalo u vizualizaciji (visu_tip_2), uključuje se žuto svijetlo (Zuto_1) i svijetlo u vizualizaciji (visu_zuto_1).

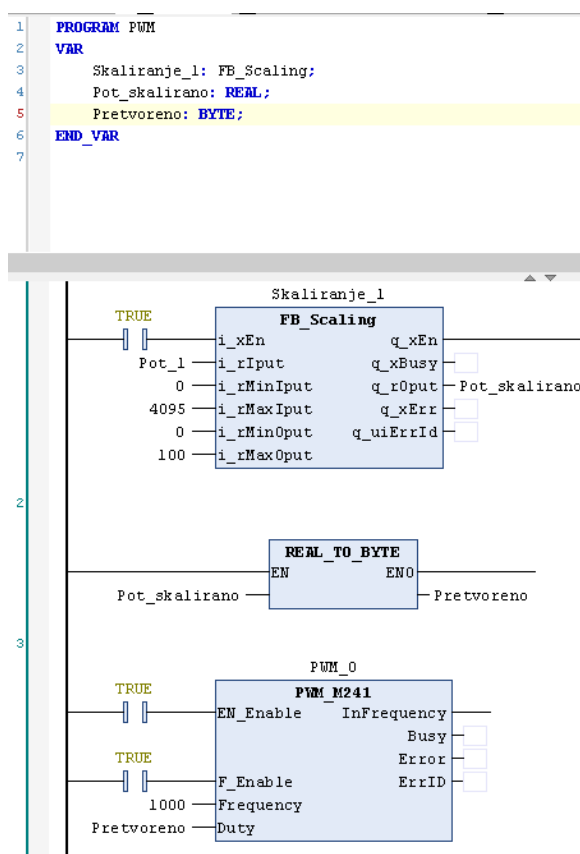
```

Obrana_ST x
1  Zuto_1:=Tip_2 OR visu_tip_2;
2  visu_zuto_1:=Tip_2 OR visu_tip_2;
3

```

Slika 6.7. Dio programa u programskom jeziku ST

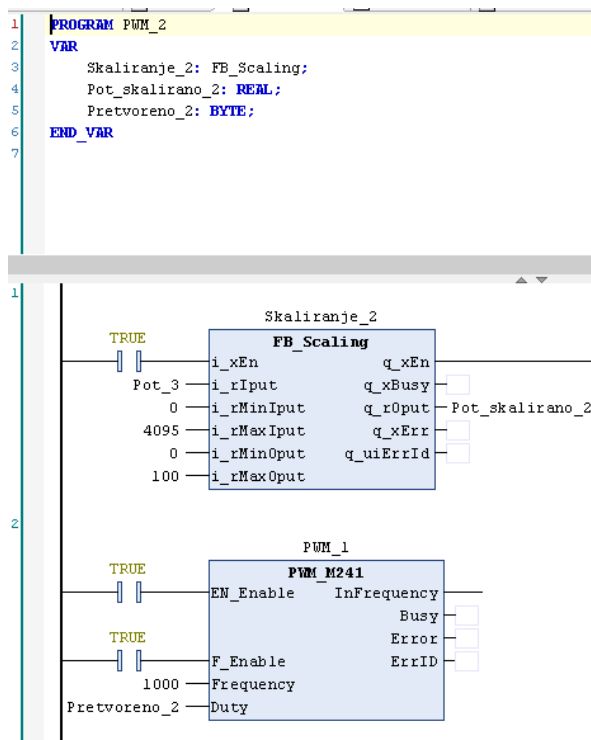
Na slici 6.8. prikazano je korištenje PWM-a. U prvom redu programa nalazi se blok za skaliranje analognih ulaza (*FB_Scaling*) na koji je spojen potenciometar. Analogni ulazi mogu poprimiti vrijednosti od 0 do 4095, a skaliraju se u granicama od 0 do 100%. Takvo skaliranje omogućuje lakše upravljanje PWM-om jer se zna točan intenzitet svjetlosti u granicama od 0 do 100%. Kod ovog dijela programa za upravljanje se koristi potenciometar spojen na analogni ulaz V0 (Pot_1). Skalirana vrijednost zapisuje se u varijablu Pot_skalirano. Glavnu zadaću kod upravljanja PWM-om ima *Duty Cycle* koji daje informaciju o postotku signala u visokoj razini (logička „1“) te se pomoću ove veličine regulira intenzitet svjetlosti LED žarulje. Kod PWM bloka varijabla Duty je tipa bajt te se zbog toga mora napraviti pretvorba blokom *real_to_byte*. Konfiguracijom ovog PWM-a upravlja se izlazom Q0 na koji je spojena crvena LED žarulja.



Slika 6.8. Program za upravljanje PWM-om pomoću potenciometra

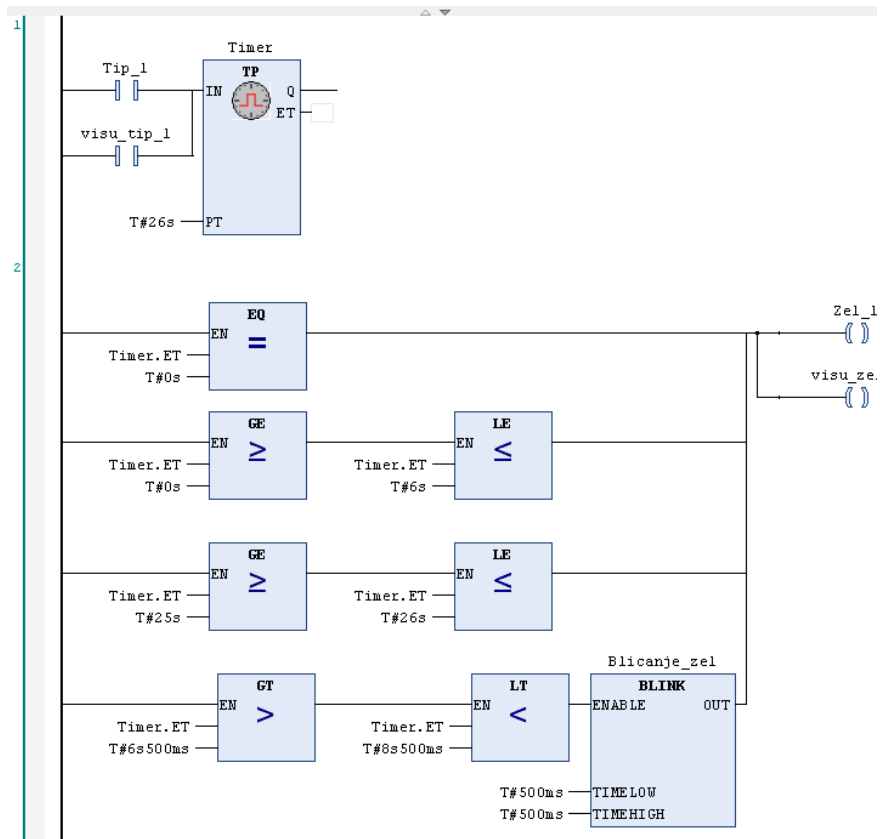
Slika 6.9. prikazuje drugi program za upravljanje PWM-om. U ovom programu nema pretvorbe blokom *real_to_byte* jer se ovaj program koristi za regulaciju intenziteta svjetla

preko potenciometra u vizualizaciji. Ovim programom upravlja se izlazom Q2 na koji je spojena zelena LED žarulja.

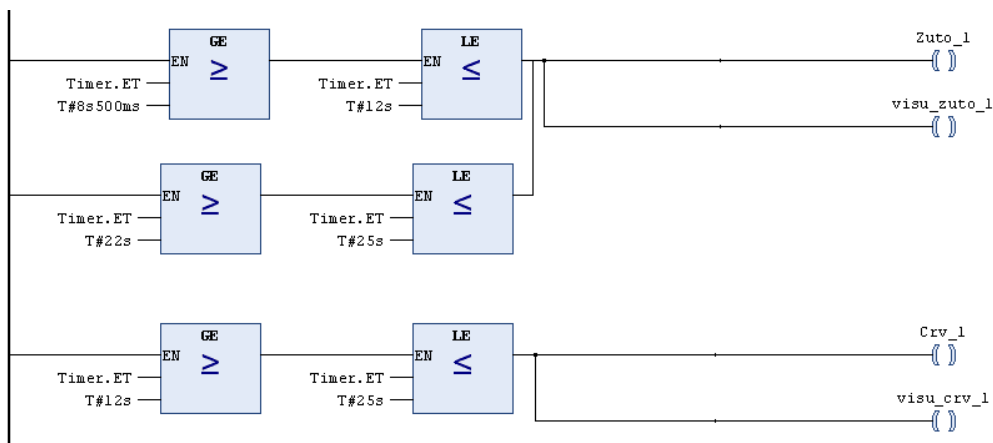


Slika 6.9. Program za upravljanje PWM-om pomoću vizualizacije

Slike 6.10. i 6.11. prikazuju program koji upravlja semaforom. Koristi se vremenski brojač koji je podešen na 26 s. Vremenski brojač aktivira se pomoću tipkala na didaktičkom učilu (Tip_1) ili tipkala u vizualizaciji (visu_tip_1). Tip vremenskog brojača je TP. Za upravljanje se koriste usporedni blokovi koji uspoređuju vremena vremenskog brojača te uključuju izlaze PLC-a. Korištenjem usporednih blokova izlazi PLC-a uključeni su u različitim vremenskim razmacima. Za blicanje zelenog svijetla koristi se blok *Blink* gdje je potrebno podesiti vrijeme u niskom i visokom stanju. U programu su podešena oba vremena na 0.5 sekundi, što znači da je zeleno svijetlo pola sekunde aktivno a pola nije. Varijable visu_zel_1, visu_zuto_1 i visu_crv_1 uključuju svijetla u vizualizaciji.



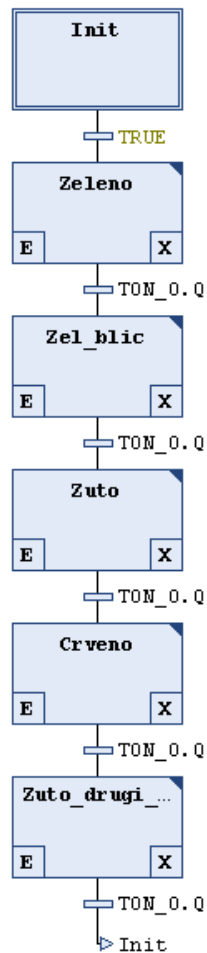
Slika 6.10. Upravljanje zelenim svjetlom



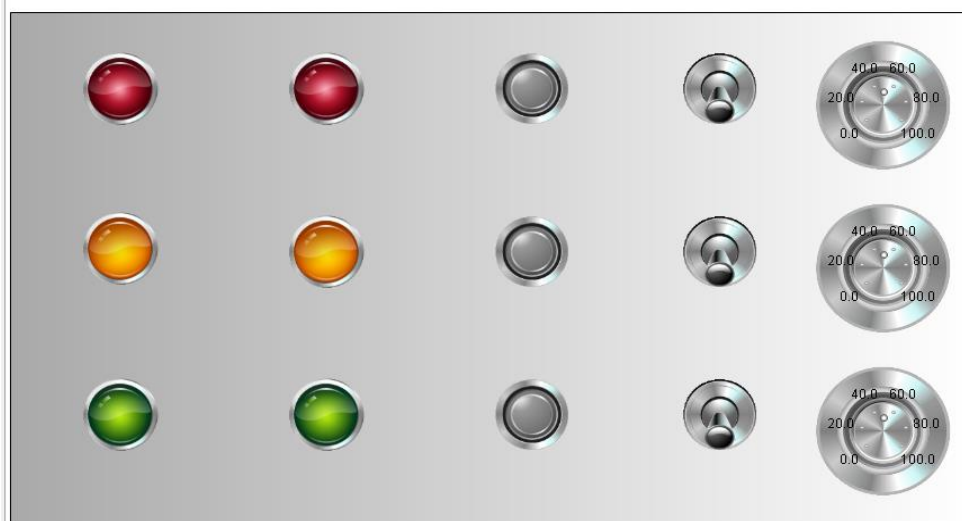
Slika 6.11. Upravljanje žutim i crvenim svjetlom

Na slici 6.12. prikazan je program za upravljanje semaforom napisan u programskom jeziku SFC. Kod ovog jezika za upravljanje se koriste koraci i tranzicije. Kod pojedinog koraka aktivni su pojedini izlazi PLC-a. Korišteni koraci nazivaju se *Zelena*, *Zel_blic*, *Zuto*, *Crveno* i *Zuto_drugi_put*. Tranzicije predstavljaju prijelaze signala s jednog koraka na drugi. Kao primjer tranzicije može se navesti tipkalo. Kada je tipkalo pritisnuto dolazi

do prijelaza signala s jednog koraka na drugi. U ovom slučaju kao tranzicija koristi se izlaz vremenskog brojača. Program se izvodi odozgo prema dolje.



Slika 6.12. Upravljanje semaforom u programskom jeziku SFC



Slika 6.13. Vizualizacija didaktičkog učila

Slika 6.13. prikazuje vizualizaciju didaktičkog učila gdje se koriste svjetla, tipkala, sklopke i potenciometri.

7. Zaključak

U završnom radu opisana je *Codesys* platforma koja se koristi za programiranje PLC uređaja u industriji i na kojoj je bazirano programsko okruženje *SoMachine* koje je također opisano u radu. Osim toga u radu je opisan PLC Modicon M241 te PLC M241 kataložnog broja TM241CEC24R koji je korišten prilikom izrade rada. U radu je opisana i korištena oprema te program korišten za upravljanje didaktičkim učilom. Kada je program u programskom okruženju *SoMachine* napisan potrebno ga je testirati na PLC-u. PLC M241 je napredniji PLC od *TWIDO* PLC-a. Programsko okruženje *SoMachine* nudi mogućnost programiranja u 6 različitih programskih jezika te korisnik koji programira PLC odabire programski jezik koji bolje poznaje. Cilj rada je izrada makete na kojoj se nalazi PLC, releji i sklopnici te izrada didaktičkog učila (semafora) kako bi se studentima približila slika stvarnog industrijskog pogona. U programskom okruženju *SoMachine* napravljena je i vizualizacija didaktičkog učila koja izgleda kao i stvarna maketa didaktičkog učila te se preko nje također može upravljati didaktičkim učilom.

8. Literatura

- [1] Vrhovski, Zoran: Predavanja i vježbe iz predmeta Računalno vođenje i upravljanje procesima, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, 2016, <http://vtsbj.hr/racunalno-vodenje-upravljanje-procesima-program/kolegij/> (dostupno 4. lipnja 2016.)
- [2] Glatki, Tihomir: Završni rad – Automatizacija bazena za kupanje, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, 2016, http://vtsbj.hr/images/uploads/Tihomir_Glatki_zavr%C5%A1ni_rad.pdf (dostupno 4. lipnja 2016.)
- [3] http://www.beck-ipc.com/files/manual/Startup_SDK_CodesysatCHIP_V214.pdf (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [4] <http://www.controleng.com/search/search-single-display/iec-61131-3-Codesys-standardize-control-logic-programming/781f05f4f0.html> (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [5] <https://www.Codesys.com/products/Codesys-engineering.html> (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [6] http://www.wago.com/wagoweb/documentation/759/eng_manu/333/m07590333_0000000_0_1en.pdf (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [7] http://www.eschneider.pl/download/04%20Automatyka%20przemyslowa/PLC%20sterowniki/M241_PLC_Modicon-Hardware_Guide_2014ENG.pdf (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [8] <http://uk.rs-online.com/web/p/plc-cpus/8066752/> (dostupno 19. Svibnja 2016.)
- [9] <http://datasheet.octopart.com/ZBVB3-Schneider-Electric-datasheet-10678083.pdf> (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [10] <http://www.farnell.com/datasheets/1508959.pdf> (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [11] <http://datasheet.octopart.com/ZBVB5-Schneider-Electric-datasheet-10916459.pdf> (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [12] http://www2.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/232000/FA232581/en_US/ZBE101.pdf (dostupno 19. svibnja 2016.)
- [13] https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwim0oq_xM3NAhWEtRQKHVMwA40QjRwIBw&url=https%3A%2F%2Fferadionica.com%2Fhr%2Fpotenciometar-10k-

tht.html&psig=AFQjCNE1anaUfCaeuWuUY8fvnFQ6-vnTeg&ust=1467299906526970

(dostupno 29. lipnja 2016.)

[14]

<https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjHvOevl-bMAhXBPBQKHUtACEMQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.schneider-electric.com%2Fen%2Fproduct-range%2F62131-modicon-tm3%2F&psig=AFQjCNHRYdNiBBevfQeVV9r4M24StLDxuw&ust=1463748799786496>

(dostupno 19. svibnja 2016.)

[15]

https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjMnPDOmubMAhUSahoKHZpXAkEQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.ebay.com%2Fitm%2FUsed-Schneider-Electric-ZBV-B3-Green-Push-Button-%2F261944531919&psig=AFQjCNEpap4PknBf4ujG_9kwv-d00rgqxw&ust=1463749675948927 (dostupno 19. svibnja 2016.)

[16]

<https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj-yIOMnObMAhXLUBoKHeppBUUsQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.ebay.com%2Fitm%2FSchneider-Electric-Contact-Block-ZBE-101-102-Screw-Clamp-With-Rotary-Switch-%2F151154428916&bvm=bv.122448493,d.d2s&psig=AFQjCNEnG5nDvnsA6vN3dqnBR6xIDX7Ufw&ust=1463750058984113> (dostupno 19. svibnja 2016.)

[17]

<https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiIqIjinubMAhUKChoKHRaBCYkQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Felectronicsun.com.ua%2Fnevystupayushchaya-knopka-v-sbore-s-samovozvratom-zelenaya-1-no-ip66-seriya-harmony-xb5-schneider&bvm=bv.122448493,d.d2s&psig=AFQjCNEFpvarLRIZQNLuggNTTFcOZx7yog&ust=1463750344859895> (dostupno 19. svibnja 2016.)

[18] <http://www.999hmis.com/media/downloadable/pdf/TM2AMM6HT%20datasheet.pdf> (dostupno 23. svibnja 2016.)

[19] <http://uk.rs-online.com/web/p/linear-voltage-regulators/7140669/> (dostupno 24. lipnja 2016.)

- [20] <http://arwill.hu/forras/kep/felvezetok/ic-k/stabilizatorok/17810cv-stabilizator-779574-3378.jpg> (dostupno 24. lipnja 2016.)
- [21] <http://datasheet.octopart.com/ABL8REM24030-Schneider-Electric-datasheet-10673615.pdf> (dostupno 24. lipnja 2016.)
- [22] <http://uk.farnell.com/schneider-electric/abl8rem24030/psu-24v-3a/dp/2070137> (dostupno 24. lipnja 2016.)
- [23] SchneiderElectric: SoMachine Training Manual (dostupno 1. srpnja 2016.)

Sažetak

Naslov: Programiranje PLC-a Modicon M241 pomoću *CODESYS* platforme

U ovom radu opisano je korištenje *CODESYS* platforme, PLC-a M241, programskog okruženja *SoMachine* te didaktičkog učila (semafor). Opisano je upravljanje rasvjetom preko tipkala, sklopki i potencijometara. Opisan je korišteni PLC TM241CEC24R i njegove karakteristike, a korišteni PLC je programiran u programskom okruženju *SoMachine*. Također je izrađena i vizualizacija didaktičkog učila. Programsko okruženje *SoMachine* nudi mogućnost programiranja u 6 programskih jezika te korisnik koji programira PLC odabire programski jezik koji bolje poznaje.

Ključne riječi: *CODESYS*, PLC M241, TM241CEC24R, *SoMachine*, didaktičko učilo, vizualizacija

Abstract

Title: Modicon M241 PLC Programming using *CODESYS* platform

This thesis describes usage of *CODESYS* platform, PLC M241, *SoMachine* programming software and didactic model of traffic light. Push buttons, switches and potentiometers are used to control LED lights. PLC TM241CEC24R and its technical specifications are described. *SoMachine* programming software is used for purpose of PLC M241 programming. Visualization of didactic model of traffic light is also made in *SoMachine* programming software. *SoMachine* offers 6 different programming languages but user selects one that he knows best.

Keywords: *CODESYS*, PLC M241, TM241CEC24R, *SoMachine*, didactic model of traffic light, visualization

Završni rad izrađen je u (Bjelovar), 6.7.2016.

ROBERT HODAK

(Potpis studenta)

Prema Odluci Visoke tehničke škole u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Visoke tehničke škole u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

Robert Hodak

(Ime i prezime)

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 6.7.2016.

ROBERT HODAK

(potpis studenta/ice)

Privitak

U privitku se nalaze sheme PLC-a Modicon M241 i didaktičkog učila (semafor, tipkala, sklopke i potencijometri).

