

Slobodan Lubura Milomir Šoja Milica Ristović

# Programabilni logički kontroleri zbirka rješениh zadataka



# **Programabilni logički kontroleri zbirka riješениh zadataka**

*Prvo izdanje*

Doc dr Slobodan Lubura, Doc dr Milomir Šoja, Milica Ristović

**Programabilni logički kontroleri - zbirka rješениh zadatka**

*Izdavač:* Univerzitet u Istočnom Sarajevu  
Elektrotehnički fakultet  
Vuka Karadžića 30  
71123 Istočno Sarajevo

*Recezent:* prof. dr Goran S. Đorđević, Elektronski fakultet u Nišu  
dr Igor Krčmar, Elektrotehnički fakultet u Banjaluci

Summer School 2013

**Doc dr Slobodan Lubura**

**Doc dr Milomir Šoja**

**Milica Ristović**

# **Programabilni logički kontroleri zbirka riješениh zadataka**

*Prvo izdanje*

**Unverzitet u Istočnom Sarajevu**

**Elektrotehnički fakultet**

**juni 2013**

# SADRŽAJ

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PREDGOVOR</b>                                                                                   | <b>7</b>  |
| <b>1. ULAZNE DISKRETNE KOMPONENTE ZA POVEZIVANJE SA PLK (PROGRAMABILNIM LOGIČKIM KONTROLERIMA)</b> | <b>8</b>  |
| <b>1.1. Mehanički prekidači</b>                                                                    | <b>8</b>  |
| 1.1.1. Ručni prekidači i tasteri                                                                   | 8         |
| 1.1.2. Procesni prekidači                                                                          | 12        |
| <b>1.2. Elektronski procesni prekidači</b>                                                         | <b>16</b> |
| <b>2. ANALOGNI ULAZNI UREĐAJI ZA POVEZIVANJE SA PLK</b>                                            | <b>24</b> |
| 2.1. Temperaturni senzori                                                                          | 24        |
| 2.2. Senzori protoka                                                                               | 25        |
| 2.3. Senzori sile/težine                                                                           | 26        |
| 2.4. Senzori brzine i pozicije                                                                     | 26        |
| <b>3. IZLAZNE KOMPONENTE I IZVRŠNI ORGANI</b>                                                      | <b>28</b> |
| 3.1. Elektromehanički releji                                                                       | 29        |
| 3.2. Kontaktteri                                                                                   | 31        |
| 3.3. Pneumatski cilindri i razvodnici                                                              | 36        |
| <b>4. MEMORIJSKA POLJA I TIPOVI PODATAKA KOD PLC S7-200</b>                                        | <b>39</b> |
| 3.1. Pristup podacima u memorijskim poljima                                                        | 41        |
| <b>5. PROGRAMIRANJE TAJMERA I BROJAČA KOD PLC S7-200</b>                                           | <b>46</b> |
| <b>5.1. Programiranje tajmera kod PLC S7-200</b>                                                   | <b>46</b> |
| 5.1.1. Postavljanje rezolucije tajmera i uticaj izabrane rezolucije tajmera na njegov rad          | 46        |
| 5.1.2. TON ( <i>On-Delay Timer</i> - tajmer sa odloženim uključenjem),                             | 47        |
| 5.1.3. TOF ( <i>Off-Delay Timer</i> - tajmer sa odloženim isključenjem)                            | 48        |
| 5.1.4. TONR ( <i>Retentive On-Delay Timer</i> - Tajmer sa zadržavanjem stanja)                     | 49        |
| <b>5.2. Programiranje brojača kod PLC S7-200</b>                                                   | <b>50</b> |

|           |                                                                       |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.2.1.    | CTU ( <i>Count Up</i> – brojač na gore)                               | 51         |
| 5.2.2.    | CTD ( <i>Count Down</i> – brojač na dole)                             | 51         |
| 5.2.3.    | CTUD ( <i>Count Up/Down</i> – brojač na gore/dole)                    | 52         |
| <b>6.</b> | <b>STEP 7 – MICRO/WIN SOFTVERSKO OKRUŽENJE</b>                        | <b>54</b>  |
| 6.1.      | Podešavanje komunikacije i uspostavljanje veze sa S7-200              | 54         |
| 6.2.      | Kreiranje test programa                                               | 55         |
| 6.2.1.    | Otvaranje prozora za unos programa                                    | 56         |
| 6.2.2.    | Smještanje programa u memoriju PLK i promjena režima rada PLK         | 59         |
| <b>7.</b> | <b>ZADACI SA OSNOVNIM MODULOM PLK S7-200</b>                          | <b>60</b>  |
| <b>8.</b> | <b>ZADACI SA OSNOVNIM MODULOM PLK S7-200 I MODULIMA ZA PROŠIRENJE</b> | <b>137</b> |
|           | <b>LITERATURA</b>                                                     | <b>259</b> |

## PREDGOVOR

Zbirka zadataka Programabilni logički kontroleri prvenstveno je namenjena studentima elektrotehnike iz oblasti automatizacije industrijskih procesa, gdje programabilni logički kontroleri (PLK) zauzimaju dominantno mjesto. Pri izboru zadataka, vodilo se računa da oni budu prilagođeni nastavnom planu i programu predmeta “Procesni računari”, “Računarsko upravljanje procesima” na Elektrotehničkom fakultetu u Istočnom Sarajevu i “PLK i SCADA sistemi” na Elektrotehničkom fakultetu u Banjaluci.

U literaturi koja opisuje rad PLK obično se nalaze sadržaji kao što su: komponente PLK, lider programiranje, Bulova algebra, kao i ostali sadržaji potrebni da studenti u potpunosti razumiju i shvate rad PLK. Ovakav pristup je svakako neophodan i koristan za studente sa aspekta savladavanje tehnika programiranja i obično je vezan za familiju PLK nekog proizvođača. Međutim, pored poznavanja tehnika programiranja PLK, inženjeri koji se bave automatizacijom industrijskih procesa u praksi susreću se sa različitim modelima PLK, izvršnim organima, procesnim senzorima itd. Smatrali smo da je pored poznavanja čiste tehnike programiranja PLK veoma važno da studente ukratko upoznamo sa ulaznim i izlaznim uređajima koji se priključuju na PLK, pa je njima posvećen uvodni dio ove zbirke.

Iako je isticanje nekog proizvođača PLK nezahvalno, oprema koju posjedujemo u laboratorijama bazirana je na Simensovim S7-200 PLK, pa je to jedini razlog da su svi zadaci automatizacije industrijskih procesa u zbirci urađeni sa navedenim kontrolerom. Zato je uvodnom dijelu zbirke dat i kratak pregled memorijskih polja i tipovi podataka kod PLC S7-200, kao i najčešće korištene instrukcije za programiranje tajmera i brojača kod S7-200.

Za programiranje familije S7-200 Siemens nudi STEP 7 – Micro/WIN softver pa smo u uvodnom dijelu kroz jednostavan primjer prikazali i osnovne korake programiranja S7-200 PLK. Zadaci u zbirci razvrstani su tako da prate dinamiku izvođenja nastavnih jedinica na pomenutim predmetima. Pri rješavanju zadataka vodili smo računa o metodičnosti, tj. redoslijedu koraka u rješenju. Nakon opisa i ilustracije zadatka, prvo je data lista dodijele adresa senzorima i aktuatorima, zatim šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima i na kraju detaljan opis rješenja zadatka u STL instrukcionoj listi. Opredijelili smo se za rješenja u STL umjesto u ladder forme iz čisto praktičnih razloga, a to je broj stranica zbirke i njena preglednost. Na CD koji je sastavni dio zbirke data su sva rješenja u STEP 7 – Micro/WIN softveru zajedno sa simulatorom.

Neminovno je da pri pripremi ovako zahtjevnog materijala dođe i do grešaka, pa svjesni toga molimo sve čitaoce, prvenstveno studenta da na adrese [slubura@etf.unssa.rs.ba](mailto:slubura@etf.unssa.rs.ba), [milomir.soja@etf.unssa.rs.ba](mailto:milomir.soja@etf.unssa.rs.ba) i [milica.ristovic@etf.unssa.rs.ba](mailto:milica.ristovic@etf.unssa.rs.ba) dostavite sve primjedbe i sugestije.

## 1. ULAZNE DISKRETNE KOMPONENTE ZA POVEZIVANJE SA PLK (PROGRAMABILNIM LOGIČKIM KONTROLERIMA)

Komponente koji se priključuju na ulaze programabilnih logičkih kontrolera (PLK) prema tipu signala koji daju na svom izlazu mogu se podijeliti na diskretne (kontakti - ON/OFF) i analogne. Tipični primjeri diskretnih ulaznih komponenti su: mehanički i optoelektronski prekidači, presostati, temostati itd. Kao analogne ulazne uređaje pomenućemo: termoelemente, otporničke termometre, ultrazvučne senzore položaja, mjerače protoka i sl. Za prihvatanje diskretnih ulaznih komponenti koriste se diskretni, a za prihvatanje signala sa analognih senzora koriste se posebni analogni ulazni moduli PLK. U nastavku je dat kratki opis tipičnih ulaznih komponenti koji se koriste u automatizaciji industrijskih procesa sa PLK.

### 1.1. Mehanički prekidači

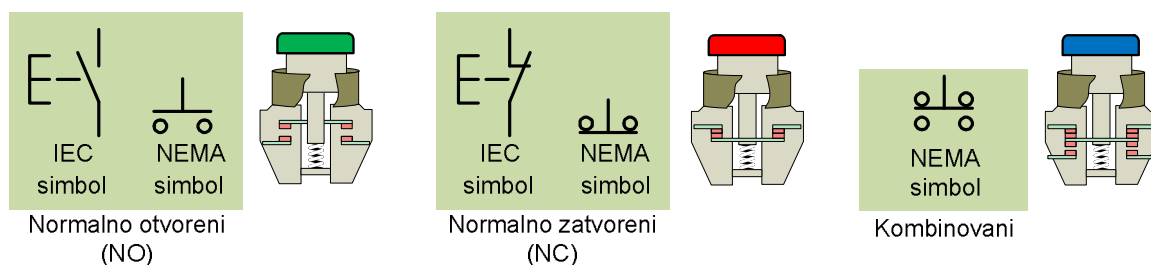
Mehanički prekidači su diskretne komponente koji zatvaraju/otvaraju svoje kontakte usljed akcije operatera (čovjeka) ili kada neka procesna veličina kao što je pritisak, nivo, temperatura i sl. dostigne određenu vrijednost.

#### 1.1.1. Ručni prekidači i tasteri

Pomoću ručnih prekidača i tastera operateri (manipulanti) iniciraju akcije u automatizovanom sistemu upravljanja. Drugim riječima, preko ovih komponenti ostvaruje se interakcija čovjek-mašina. Prekidači su po svojoj prirodi diskretni elementi i mogu biti u dva stanja: "otvoren" i "zatvoren". U ovu kategoriju ubrajamo: tastere, prekidače, preklopnike i izborne prekidače.

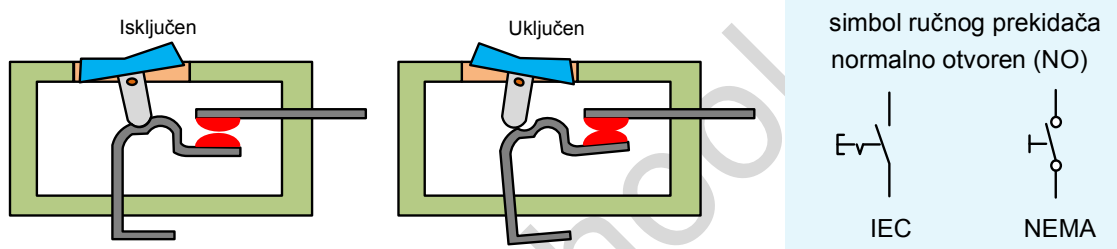
**Tasteri** su dvopoložajne komponente, koje pod dejstvom mehaničke sile (pritiskanje tastera) otvaraju ili zatvaraju svoje kontakte, a po prestanku djelovanja sile ugrađena opruga vraća kontakte u prvobitno stanje. Neki tipovi tastera mogu da "pamte" trenutno stanje kontakata (otvoreno/zatvoreno) i pri svakom narednom aktiviranju to stanje mijenjaju u suprotno. Na slici Slika 1.1 prikazane su tri vrste tastera čiji kontakti mogu biti:

- **Radni** – pritiskom na taster kontakti se uključuju/zatvaraju, a otpuštanjem tastera isključuju/otvaraju (normalno otvoreni kontakti),
- **Mirni** – pritiskom na taster kontakti se isključuju/otvaraju, a otpuštanjem tastera uključuju/zatvaraju (normalno zatvoreni kontakti),
- **Kombinovani** – gornja grupa predstavlja mirne, a donja grupa radne kontakte tastera. Pritiskom na taster prvo se otvaraju mirni kontakti, a zatim se zatvaraju radni kontakti, dok je pri otpuštanju tastera suprotno.



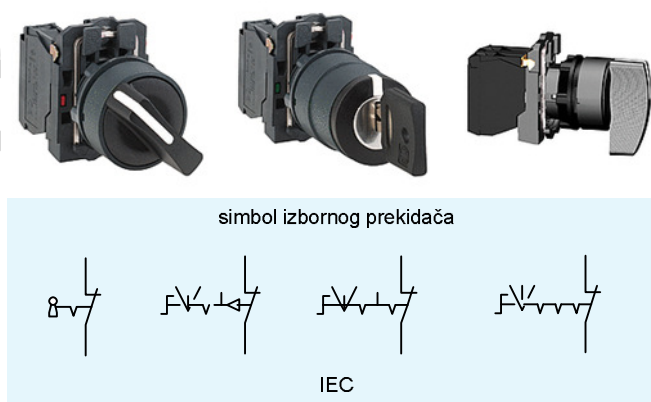
Slika 1.1 Uobičajene tipovi tastera sa radnim, mirnim i kombinovanim kontaktima

**Ručni prekidači** imaju dva fiksna položaja (uključen/isključen). Iz jednog u drugi položaj prelaze pomoću polužnog mehanizma, pod dejstvom mehaničke sile. Najjednostavniji primjer ove vrste prekidača je jednopolni prekidač sa dva položaja, prikazan na slici Slika 1.2.



Slika 1.2 Princip djelovanja jednopolnog ručnog prekidača

**Izborni prekidači** su ručni prekidači koji preko obrtnog mehanizma postavljaju svoje kontakte u više pozicija. Najčešće imaju 2 (3) položaja, računajući neutralni. Na slici Slika 1.3 prikazan je izgled i simboli izbornih prekidača.



Slika 1.3 Izgled i simboli izbornih prekidača

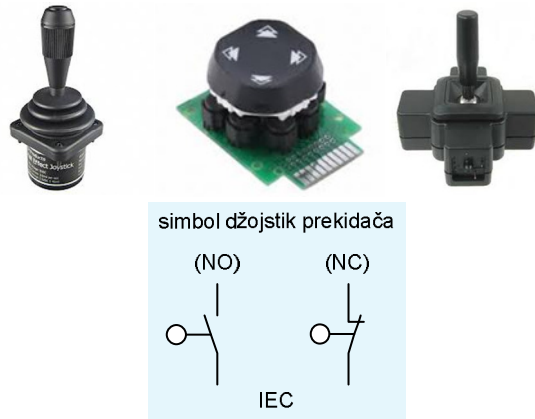
**Grebenaste preklopke** su tip ručnih izbornih prekidača koji se često koriste u automatizovanim sistemima upravljanja. Glavna razlika između grebenaste preklopke, tastera i izbornih prekidača je u radnom mehaničkom mehanizmu kojim se uspostavljaju ili raskidaju veze između kontakata kao i u prekidnoj moći kontakata, koja je kod grebenastih preklopki neuporedivo veća. Kod grebenaste preklopke otvaranje/zatvaranje kontakata se ostvaruje pokretanjem odgovarajućeg mehanizma zakretanjem ručice u željeni položaj. Imaju višestruku primjenu u glavnim i pomoćnim strujnim krugovima:

- kao motorne sklopke za uključenje/isključenje trofaznih i jednofaznih motora, za preklapanje spoja zvijezda–trougao kod pokretanja motora, za reverziranje smjera obrtanja motora, za izbor brzine obrtanja motora i sl.,
- u pomoćnim strujnim krugovima u (komandnim, mjernim i krugovima za signalizaciju),
- kao sklopke, preklopke i stepenaste sklopke za transformatore i aparate za zavarivanje,
- grupne preklopke za uključenje otpornika i grijača i sl.



**Slika 1.4** Izgled grebenastih preklopki

**Džojstik prekidači** su ručno kontrolisani prekidači koji zatvaraju svoj kontakte u zavisnosti od smjera pomjeranja ručice džojstika. Izgled džojstika prikazan je na slici Slika 1.5. Džojstik prekidači se koristi za upravljanje robotima, liftovima, kranovima, građevinskim mašinama itd.



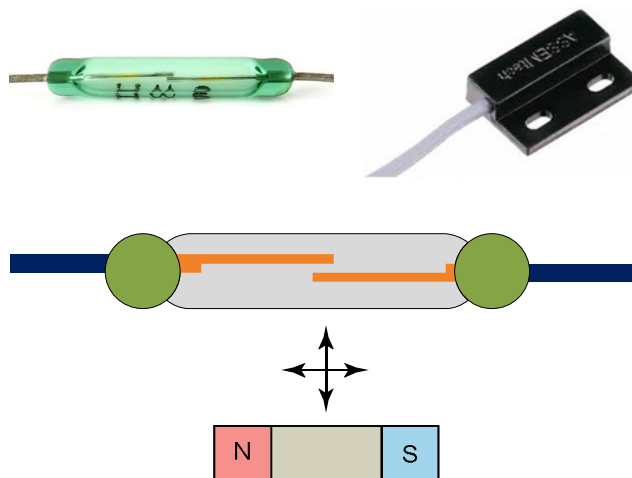
Slika 1.5 Izgled i simbol džojstik prekidača

**Granični prekidači** se mnogo koriste u industriji za detekciju krajnje pozicije kretanja mašine i sl. Postavljaju se u upravljačke krugova za pokretanje, zaustavljanje ili promjenu smjera kretanja ose mašina, kao kod kranova, dizalica i sl. (Slika 1.6). Pri dostizanju krajnje pozicije klip postavljen na mašini pomjera mehanički aktuator usljed čega dolazi do otvaranja/zatvaranja kontakata graničnog prekidača.



Slika 1.6 Izgled graničnog prekidača i simboli kontakata

**Magnetni rid prekidači** pripadaju grupi senzora za detekciju prisustva magnetnog polja u svojoj blizini. Rid prekidač se sastoji od dva kontakta u obliku fleksibilnih jezičaka izrađenih od magnetnog materijala. Ovi kontakti su hermetički zatvoreni u staklenu cjevčicu u koju je ubačen inertni gas, kao što je prikazano na slici Slika 1.7.



Slika 1.7 Izgled rid prekidača

Kontakti su u normalnom stanju otvoreni, a kada im se približi stalni magnet usljed djelovanja magnetnog polja se zatvaraju. Dobre osobine su im visoka pouzdanost od preko  $10^7$  prekidanja, tačnost i histerezis  $\pm 1 \mu\text{m}$ , neosetljivost na vlagu i mogućnost rada u eksplozivno opasnoj sredini. Loše osobine su preklon kontakata sa treperenjem i relativno veliko vrijeme promjene stanja kontakata. Koriste se za detekciju prisustva predmeta i kao i davači impulsa.

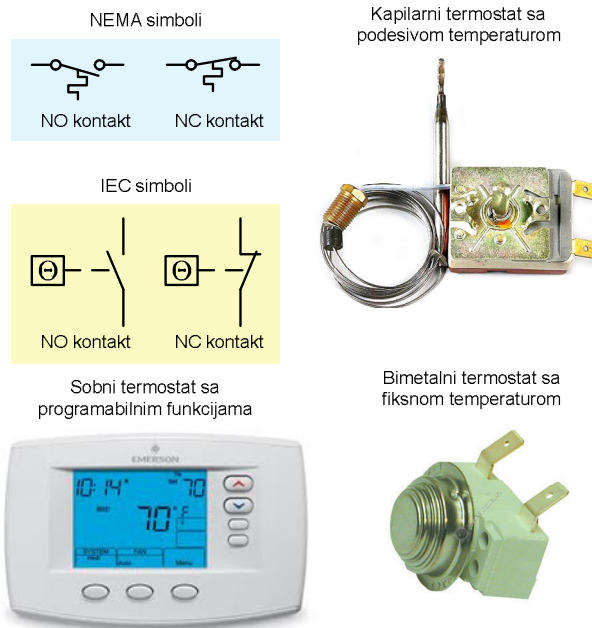
### 1.1.2. Procesni prekidači

Kod većine industrijskih procesa potrebno je na neki način nadzirati stanje procesnih veličina. Nadzor ovih veličina vrši se iz više razloga, a neki od njih su:

- preduzimanje upravljačkih akcija,
- vizuelna prezentacija stanja procesnih veličina,
- alarmiranje nedozvoljenih stanja,
- kreiranje histograma o ponašanju procesnih veličina.

Za nadzor procesnih veličina obično se koriste procesni prekidači, kao diskretni davači stanja procesne veličine. Za razliku od senzora, koji se koriste za kontinualno mjerenje procesnih veličina, procesni prekidači detektuju granične ili kritične vrijednosti pri kojima treba preduzeti određene akcije ili planski zaustaviti proces.

**Temperaturni prekidači ili termostati**, prikazani na slici Slika 1.8 koriste se za detekciju diskretnih vrijednosti temperature. Najjednostavniji su termostati sa bimetalnim kontaktom koji pri povećanju ili smanjenju temperature zatvaraju ili otvaraju svoje kontakte, pri čemu imaju samo jednu fiksnu temperaturu prorade. Pored bimetalnih koriste se kapilarni termostati sa podesivom temperaturom prorade (mašine za pranje rublja, električni štednjaci i sl.), a takođe danas su široko u upotrebi i sobni termostati sa programabilnim funkcijama podešenja temperature.

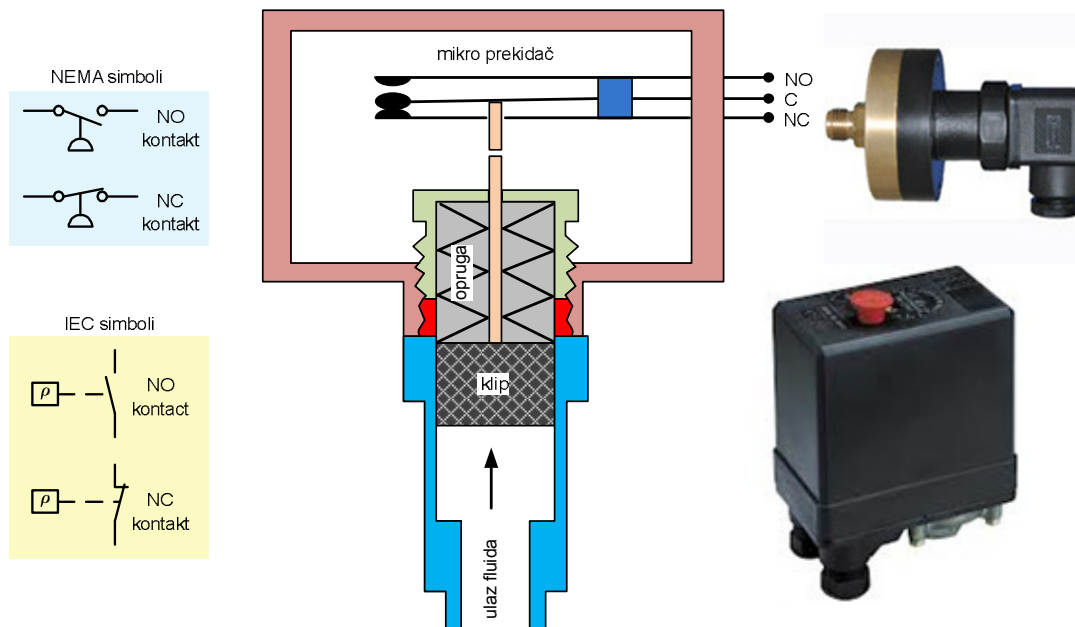


**Slika 1.8** Različite izvedbe temperaturnih prekidača (termostata)

**Presostati** su procesni prekidači, koji pri podešenom pritisku fluida (tečnosti, gasovi) u instalacijama promjene stanje svojih kontakata. Razlikujemo dvije kategorije primjene ovih prekidača:

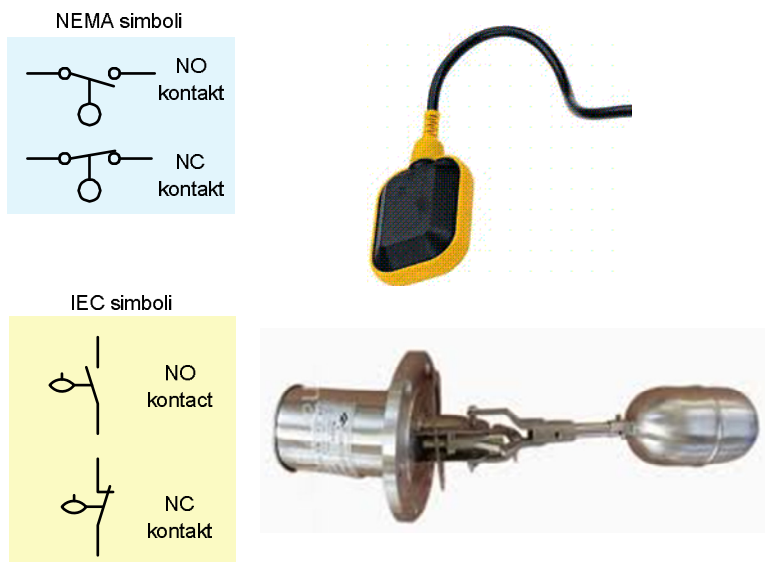
- održavanje vrijednosti pritiska gasova, tečnosti i praškastih materijala na nekoj zadanoj vrijednosti,
- ograničavanje, koje podrazumijeva uključivanje alarma ili isključenje sistema ukoliko pritisak pređe zadanu granicu ili izađe iz zadanog opsega.

Većina ovih prekidača koriste membranu/klip za detekciju pritiska. Usljed djelovanja pritiska dolazi do pomjeranja membrane/klipa koje preko osovine izaziva promjenu stanja kontakata mikroprekidača, kao što je prikazano na slici Slika 1.9.



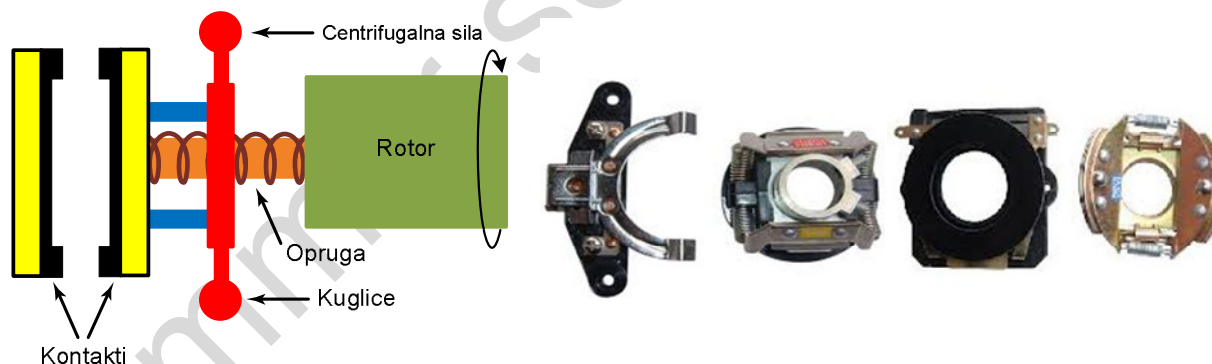
**Slika 1.9** Princip rada i izgled presostata

**Nivo prekidači** služe za detekciju nivoa tečnosti, granulastih i praškastih materijala u rezervoarima ili skladištima. Mjerenje nivoa može biti kontinualno ili u diskretnim vrijednostima. Kontinualni senzor nivoa mjeri nivo u određenom opsegu i daje tačanu vrijednost nivoa medijuma koji je prisutan u datom prostoru, dok diskretni nivo prekidači daju samo informaciju da je mjerni medijum iznad ili ispod unaprijed određene vrijednosti nivoa. Najčešći diskretni nivo prekidači su plutajući senzori, obično izrađeni kao plovne kruške loptastog oblika. Plovna kruška pluta na površini tečnosti čiji se nivo mjeri. Različit položaj plovka utiče na kretanje magnetne kuglice u plovku, čije granične položaje registruje mikroprekidač postavljen u kruški.



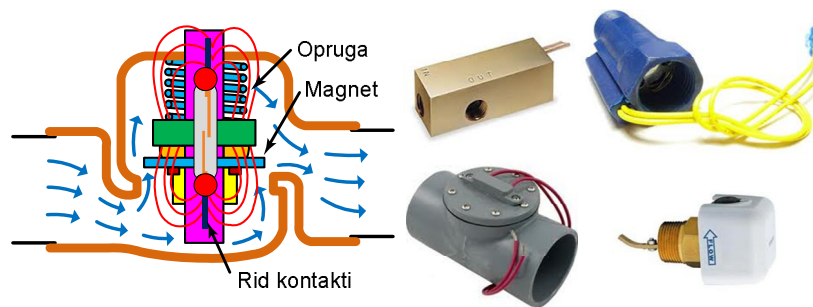
**Slika 1.10** Izgled plutajućih senzora nivoa i njihovi simboli

**Centrifugalni prekidači** zbog pojave centrifugalne sile usljed rotacije osovine pri odgovarajućoj brzini otvaraju ili zatvaraju svoje kontakte. Preko mehaničkog sklopa, kao osnovnog dijela ovog prekidača, brzina obrtanja osovine konvertuje se u centrifugalnu silu koja mijenja položaj kontakata prekidača. Sem mehaničkog sklopa za detekciju brzine koriste se bezkontaktni optički ili magnetni davači. Princip rada i izgled centrifugalnih prekidača prikazan je na slici Slika 1.11.



**Slika 1.11** Princip rada i izgled centrifugalnih prekidača

**Procesni prekidači protoka** postavljaju se u cjevovode u kojima je potrebno detektovati određeni protok tečnosti ili gasa. Na slici Slika 1.12 prikazan je procesni prekidač protoka. Usljed protoka fluida opruga se membranom se isteže i pomjera magnet naniže. Promjena položaja magneta izaziva promjenu stanja rida kontakata. Neki procesni prekidači protoka imaju lopaticu (veslo) koja usljed djelovanja sile uzrokovane protokom fluida mijenja svoj položaj, a time i položaj kontakata. Ovi prekidači koriste se za zaštitu pumpi, zaštitu izmjenjivača toplote, u sistemima za mjerenje kvalitete ulja itd.

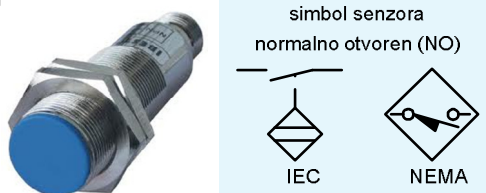


Slika 1.12 Princip rada procesnog prekidača protoka i njihov izgled

## 1.2. Elektronski procesni prekidači

Senzori prisustva predmeta (*proximity*) su procesni prekidači koji služe za detekciju predmeta u svojoj blizini. Često se nazivaju i relejnim senzorima prisustva, a u zavisnosti od fizičkog principa na kome rade postoje: induktivni, kapacitivni, optoelektronski i sl. Ugrađuju se u kućišta od nerđajućeg čelika ili od polimera koja ih štite od vibracija, tečnosti, hemikalija i korozivnih materija koje se mogu sresti u industriji. Tipičan izgled ovih senzora prikazan je na slici Slika 1.13. Na kućištu ili konektoru su obično ugrađene LED diode za vizuelnu indikaciju stanja uključenosti senzora i ispravnosti napajanja. Koriste se kada je potrebno:

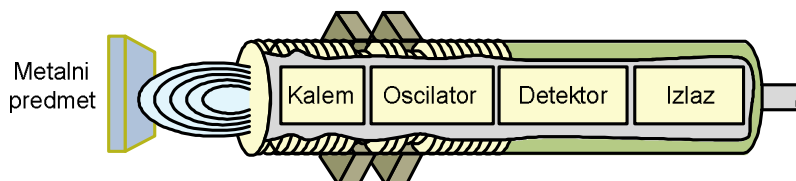
- detektovati predmet malih dimenzija, lagan ili mekan da bi aktivirao mehanički prekidač,
- imati brz odziv i visoku učestanost detekcije objekata, kao na primjer detekcija predmeta na pokretnoj traci,
- detektovati prisustvo predmeta kroz nemetalne zaklone kao što su staklo, plastika ili karton,
- detektovati predmete u okruženju sa opasnim materijam i sl.



Slika 1.13 Izgled i simbol senzora prisustva predmeta

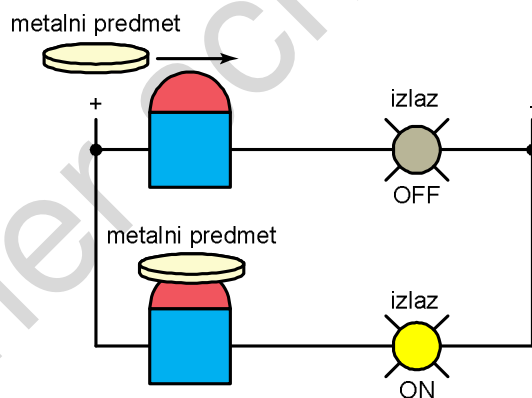
U zavisnosti od vrste predmeta koji treba detektovati izrađuju se senzori prisustva koji rade na različitim principima. Za beskontaktno detektovanje metalnih predmeta koriste **se induktivni senzori prisustva**. Ovi senzori koriste se za detekciju predmeta izrađenih od feritnih (željezo, čelik) i neferitnih materijala (bakar, aluminijum i mesing). Princip rada zasniva se na promjeni induktivnosti kalema usljed

promjene magnetske otpornosti u njegovoj okolini. Sa približavanjem metalnog predmeta senzoru slabi magnetska otpornost kalema i raste induktivnost. Kada se predmet udaljava, dešava se suprotno. Parametri elektromagnetskog kola i karakteristike objekta određuju zonu detekcije predmeta. Na slici Slika 1.14 prikazana je blok šema induktivnog senzora prisustva predmeta.



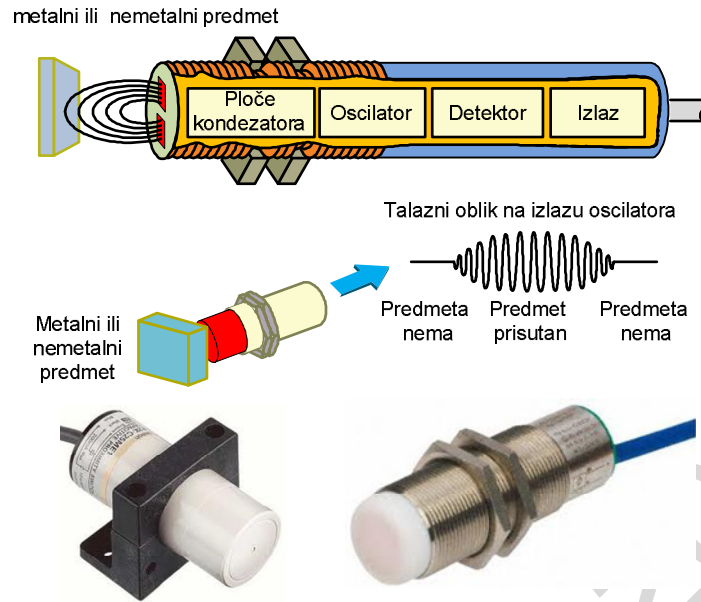
**Slika 1.14** Blok šema induktivnog senzora prisustva predmeta

Po uključenju napajanja senzora njegov oscilator proradi na visokoj frekvenciji. Zbog ovih oscilacija, u kalemu, koji je postavljen u osu senzora, javlja se elektromagnetsko polje. Kada metalni predmet uđe u polje, na njegovoj površini indukuju se vrtložne struje koje smanjuju energiju elektromagnetskog polja. Veličina gubitaka elektromagnetskog polja zavise od parametara polja, geometrije i fizičkih osobina materijala od kojeg je napravljen predmet koji se detektuje. Sa približavanjem predmeta amplituda oscilacija koje generiše oscilator se smanjuju i, na kraju, strujno kolo sasvim se prekida. Ugrađeni detektor prati promjene amplitude oscilacija i pri određenom nivou generiše izlazni signal, odnosno kontakti senzora (NO) se zatvaraju. Čim metalni predmet napusti polje kalema, amplitude oscilacija vraćaju se u normalno stanje. Princip rada ilustrovan je na slici Slika 1.15.



**Slika 1.15** Princip rada induktivnog senzora prisustva predmeta

**Kapacitivni senzori prisustva** sastoje se od kondenzatora, oscilatora, detektora i izlaznog sklopa, kao kao što je prikazano na slici Slika 1.16. Kondenzator je primarni mjerni element koji se priključuje na oscilator. Kada se metalni ili nematalni predmet približi vrhu senzora mijenja se kapacitivnost kondenzatora (kapacitivnost se povećava) iz dva razloga: promjeni se dielektrična konstante između elektroda kondenzatora ili se promjeni rastojanje između elektroda od kojih je jedna na aktivnoj površini senzora, a druga na objektu.

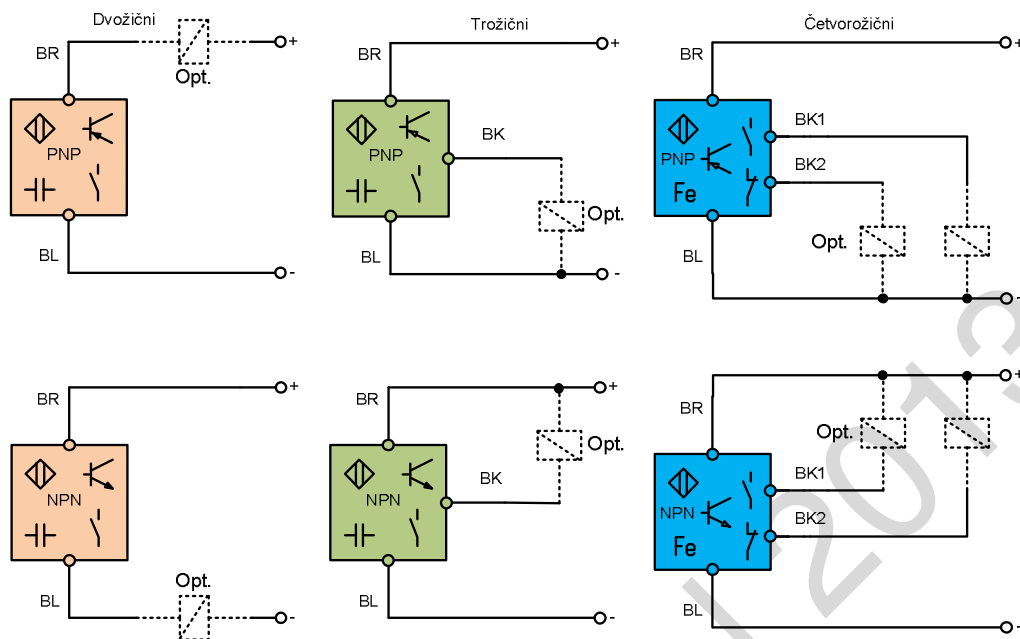


**Slika 1.16** Blok šema i izgled kapacitivnih senzora prisustva predmeta

Promjena kapacitivnosti mijenja amplitudu oscilacija, kao što je prikazano na slici Slika 1.16. Detektor prati promjene amplitude oscilatora i pri određenom nivou generiše izlazni signal, odnosno kontakti senzora (NO) se zatvaraju. Čim metalni ili nemetalni predmet napusti elektrostatičko polje kondenzatora, amplituda oscilatora vraća se u normalno stanje.

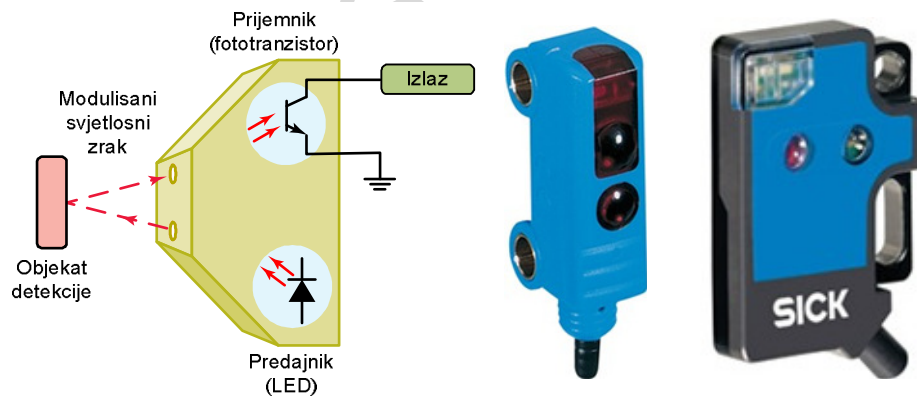
Kapacitivni senzori obično imaju kratak opseg djelovanja od 2-3 cm, bez obzira na vrstu materijala koji detektuju. Što je veća dielektrična konstanta predmeta koji se detektuje to je detekcija lakša, što omogućava detektovanje materijala unutar nemetalnih kutija i kontejnera.

Standardni senzori blizine imaju dvožični izlaz kontakata, koji u pasivnom stanju mogu biti normalno otvoreni (NO) ili normalno zatvoreni (NC). Izlazi mogu biti i u vidu složenijih električnih kola koja omogućavaju da se, u zavisnosti od uslova primjene, izaberu bilo NO ili NC kontakti senzora. U tom slučaju na izlazu senzora su tri priključka. Senzori sa četiri izlazna priključka omogućavaju istovremeno korišćenje NO i NC kontakata, kao što je prikazano na slici Slika 1.17.



**Slika 1.17** Različite konfiguracije senzorâ u zavisnosti od broja izlaznih priključaka

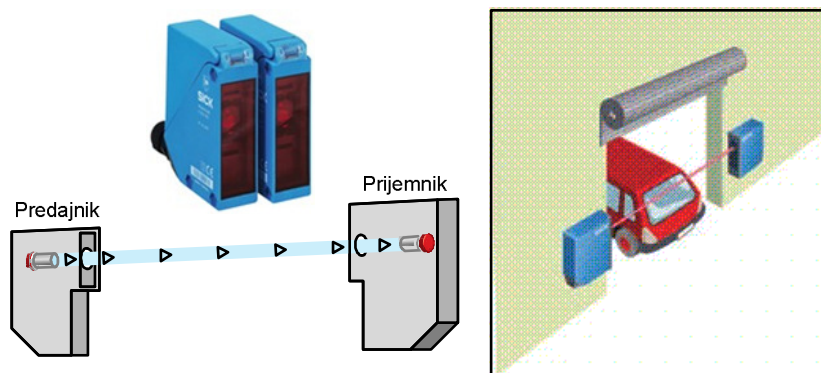
**Optoelektronski senzori prisustva** predmeta sastoje se od optičkog para – predajnika i prijemnika. Kao predajnici koriste se LED ili laserske diode, a kao prijemnici fototranzistori, fotodiode i fotoopornici. U praksi je najrasprostranjenija kombinacija LED dioda i fototranzistora.



**Slika 1.18** Princip rada i izgled difuznog (foto-reflektivnog) senzora

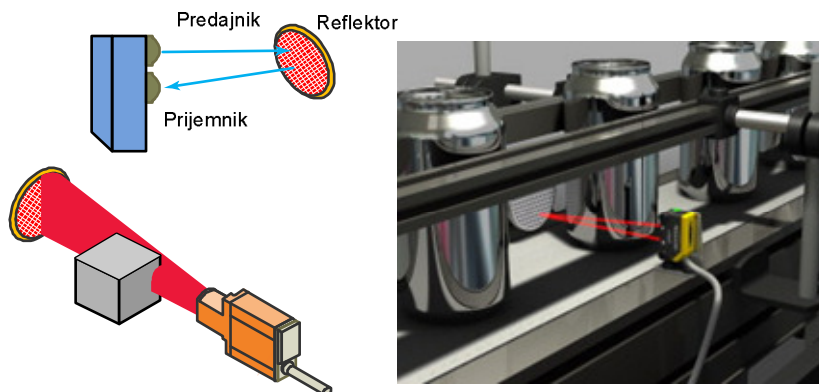
**Optoelektronski senzori sa refleksijom na objektu**, prepoznaju prisustvo objekta na tačno određenoj udaljenosti koja zavisi od intenziteta emitovane svetlosti, koeficijenta refleksije materijala od kojeg je objekat napravljen i od orijentacije objekta u odnosu na predajnik i prijemnik (slika Slika 1.18). Reflektovana svetlost ima difuzni karakter, pa se zato senzori sa ovakvim načinom rada nazivaju difuzni senzori.

**Optoelektronski senzori sa optičkim zrakom** za detekciju predmeta, takođe se sastoje od optičkog para – predajnika i prijemnika, koji su postavljeni jedan naspram drugog kao što je prikazano na slici Slika 1.19. Prepoznavanje prisustva predmeta ostvaruje se na osnovu prekida optičkog zrake, bez obzira na njegovu poziciju predmeta između predajnika i prijemnika, tj. na mjesto gdje je zraka prekinuta. Osnovna prednost ovih senzora je mogućnost detektovanja predmeta na većim rastojanjima (do 60 m), za razliku od difuznih senzora koji se koriste na kraćim rastojanjima (do 200 mm). Senzori sa optičkim zrakom su idealni za primjenu u industrijskim uslovima rada.



Slika 1.19 Primjer detekcije objekata optičkim zrakom

Kod **retro-reflektivnih optoelektronskih senzora** prijemnik i predajnik su smješteni u isto kućište (slika Slika 1.20), međutim, za njihov rad potreban je i reflektor za odbijanje optičkog signala.

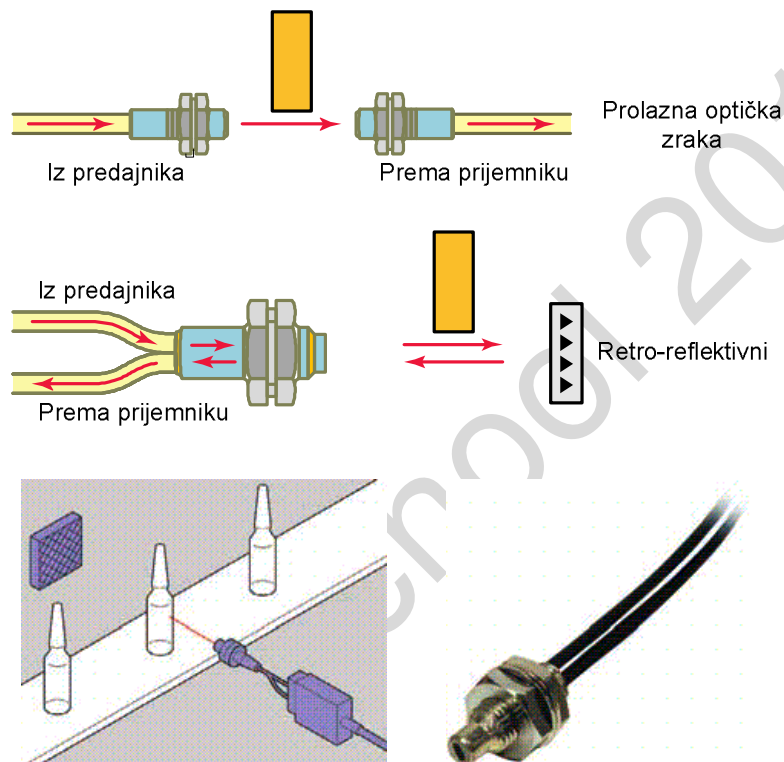


Slika 1.20 Princip rada i primjena retro-reflektivnih optoelektronskih senzora

I kod ovih senzora objekti se detektuju na osnovu prekidanja optičke zrake, s tim da se u ovom slučaju zahtijeva da se predmet nalazi na sredini između prijemnika i predajnika. Opseg detektovanja predmeta je nešto manji nego što je to slučaj kod optoelektronskih senzora sa optičkim zrakom.

**Senzori sa optičkim vlaknima** sadrže mikro optička vlakna kojim se kanališe svjetlost od predajnika do prijemnika. Izrađuju se u dvije varijante (slika Slika 1.21):

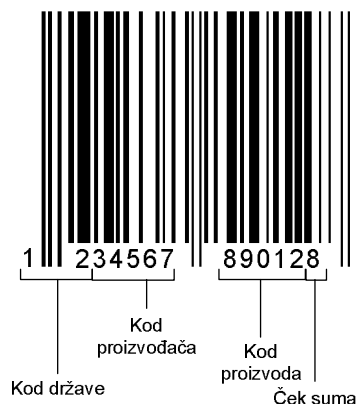
- kao senzori sa optičkim zrakom kod kojih i prijemnik i predajnik ima zasebano optičko vlakno,
  - kao retro-reflektivnih optoelektronski senzori kod kojih se svjetlost kanališe kroz različita optička vlakna unutar istog optičkog kablja.
- Ovi senzori su potpuno imuni na sve vrste vrste elektromagnetnih smetnji.



**Slika 1.21** Princip rada i izgled senzora sa optičkim vlaknima

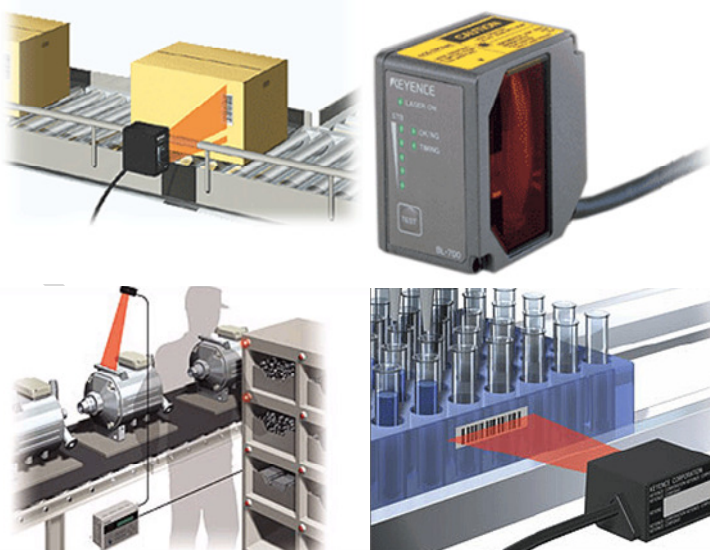
Pošto kod svih pomenutih optoelektronskih senzora nema pokretnih dijelova koji bi mogli izazvati iskrenje kontakata oni se mogu bezbjedno koristiti u okruženjima gdje postoji opasnost od izbijanja požara ili eksplozije, kao što su rafinerije, silosi za zrnasti materijal, rudnici, farmaceutska i hemijska industrija itd.

Bar kod je grafički zapis podataka o nekom proizvodu ili objektu koja je lako čitljiv za optoelektronske senzore koji su zovu **bar kod skeneri ili olovke**. U početku razvoja bar kod tehnologije grafički zapisi su bili u obliku jednodimenzionalnog polja sastavljenog od linija različite širine i razmaka između njih kao što je prikazano na slici Slika 1.22.



**Slika 1.22** Izgled 1D bar koda i optoelektronskih čitača

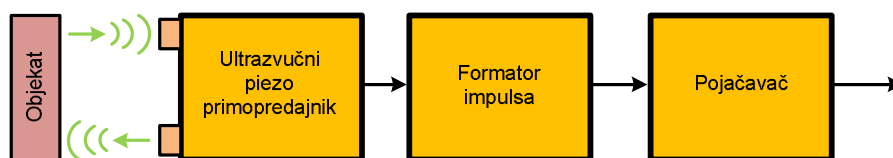
U skeneru bar koda nalazi se optički par – predajnik i prijemnik. Predajnik je obično laserskog tipa i generiše uski snop svjetlosti. Kada se objekt sa bar kodom prinese skeneru ovaj uski snop svjetlosti presjeca vertikalne linije bar koda i na mjestima gdje postoje crne (tamne) linije dolazi do “upijanja” svjetlosnog snopa, dok se od bijelih (svijetlih) površina svjetlosni snop reflektuje, što se detektuje foto osjetljivim detektorima u primjeniku skenera bar koda. Na ovaj način se grafički zapis bar koda pretvara u binarni zapis i dalje obrađuje na nekom računarskom sistemu. Svi bar kodovi imaju ugrađen sistem za detekciju greške prilikom čitanja, kao što je ček suma i sl. Na slici Slika **1.23** prikazana su primjene bar kod tehnologije u industriji: označavanje kutija na pokretnoj traci, praćenje dijelova na liniji za montažu, kutija sa epruvetama u hemijskoj industriji i sl.



**Slika 1.23** Primjena bar kod tehnologije u industriji

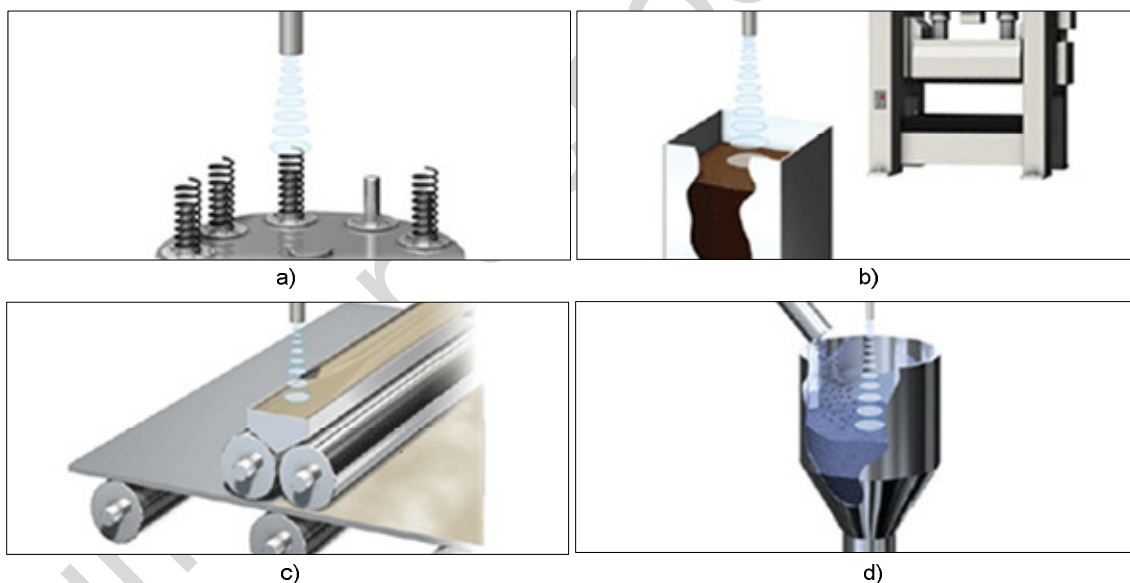
**Ultrazvučni senzori** prisustva predmeta sastoje se od ultrazvučnog piezo primopredajnika, uređaja za formiranje izlaznog signala i pojačavača (slika Slika **1.24**). Piezo predajnik periodično emituje

ultrazvučne talase opsega frekvencija 10–400 kHz, a zatim piezo prijemnik prima talas (eho) reflektovan od predmeta koji se detektuje.



**Slika 1.24** Blok šema ultrazvučnog senzora prisustva

Osim detekcije prisustva, ultrazvučni senzori mogu biti iskorišćeni i za određivanje udaljenosti predmeta od senzora. To se postiže tako što se u odgovarajućem sklopu određuje vrijeme između emitovanja i prijema signala, a onda se udaljenost predmeta izračunava na osnovu tog vremena i poznate brzine prostiranja ultrazvučnog talasa kroz mjerni medijum (obično je to vazduh). Ultrazvučni senzori prisustva obično su opremljeni temperaturnim sensorima za kompenzaciju odstupanja izmjerenog rastojanje usljed promjene temperature. Mogu raditi u režimu rada sa prolaznim talasom, u difuznom i retro-reflektujućem režimu. Neke od primjena ultrazvučni senzora prisustva u industriji su prikazane na slici Slika 1.25.



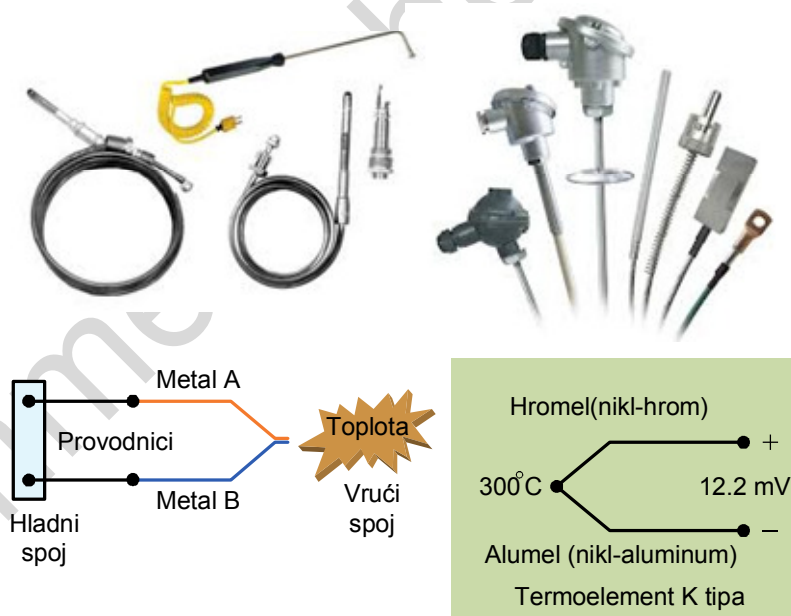
**Slika 1.25** a) Detekcija opruga na liniji za montažu, b) Detekcija nivoa ulja kod hidraulične prese, c) Detekcija nivoa ljepila na valjcima za lijepljenje, d) Detekcija peleta u košu

## 2. ANALOGNI ULAZNI UREĐAJI ZA POVEZIVANJE SA PLK

Za razliku od diskretnih, analogni ulazni uređaji na svom izlazu daju kontinualnu informaciju o stanju procesne veličine. U ovu grupu ubrajamo: termoelemente, otporničke termometre, ultrazvučne senzori rastojanja, mjerače protoka, senzore sile/težine i sl. Za prihvatanje informacije sa ovih ulaznih uređaja koriste se posebni analogni ulazni moduli PLK, koji ulaznu informaciju konvertuju u digitalnu formu za dalju obradu u PLK. U nastavku je dat kratki opis tipičnih ulaznih analognih uređaja (senzora) koji se koriste u automatizaciji industrijskih procesa sa PLK.

### 2.1. Temperaturni senzori

**Termoelementi** su najčešće korišteni senzori za mjerenje temperature u industriji. Predstavljaju spoj dva različita metala ili legure. Zagrijavanjem spojenog mjesta nastaje temperaturna razlika u odnosu na slobodne krajeve. Kao posledica toga, između slobodnih krajeva javlja se napon čija amplituda zavisi od vrste upotrijebljenog materijala i razlike temperature između vrućeg i hladnog spoja, kako je prikazano na slici Slika 2.1. Generisani napon je direktno proporcionalan (linearna karakteristika) razlici temperatura. Zbog robusnosti i širokog temperaturnog opsega termoelementi se koriste u industriji za mjerenje i upravljanje temperaturom u raznim vrstama peći.



Slika 2.1 Princip rada i izgled termoelemenata

**Otpornički temperaturni senzori** (*Resistance Temperature Detectors-RTD*) su temperaturni senzori kod kojih se sa promjenom temperature mijenja njihova otpornost. Porastom temperature električna otpornost materijala raste, a smanjenjem temperature otpornost opada u slučaju materija sa pozitivnim temperaturnim koeficijentom. Kod materija sa negativnim temperaturnim koeficijentom je

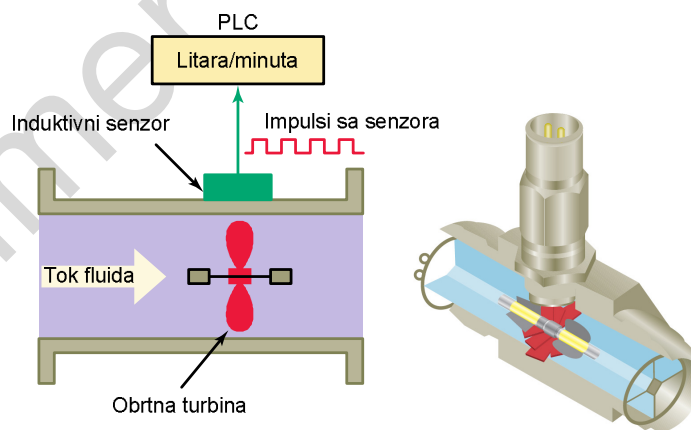
obrnuto. Otpornički temperaturni senzori prave se od platine, bakra i nikla. Platina je najbolji materijal za izradu metalnih termootpornika jer se može dobiti sa veliko čistoćom, hemijski je neutralna, ima linearni temperaturni koeficijent otpora. Platinski termootpornik upotrebljava se za mjerenje temperature u opsegu od  $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Karakteriše ih tačnost, ponovljivost i stabilnost u radu. Našli su primjenu u sistemima automatizacije u prehrambenoj, tekstilnoj, petrohemijskoj industriji, zatim u sistemima grijanja, klimatizacije i sl. Izgled RTD senzora prikazan je na slici Slika 2.2.



Slika 2.2 Izgled otporničkih temperaturnih senzora

## 2.2. Senzori protoka

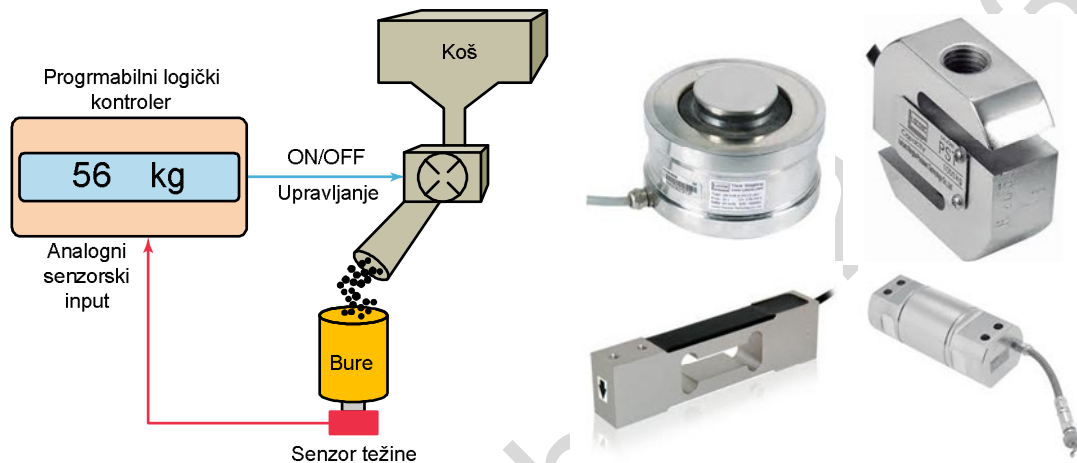
Kod mnogih industrijskih procesa potrebno je poznavati protok nekog fluida. Postoji više metoda za mjerenje protoka, a uobičajeno je da se kinetička energija kretanja fluida pretvara u neki drugi, mjerljivi oblik. U praksi se često koriste **turbinski mjerači protoka**, kod kojih je poprečno na struju protoka fluida postavljena turbina čija je brzina obrtanja proporcionalna protoku fluida (slikaSlika 2.3). Turbinski mjerači protoka se koristi u raznim industrijskim postrojenjima, prije svega hemijskim i naftnim.



Slika 2.3 Princip rada turbinskog mjerača protoka

### 2.3. Senzori sile/težine

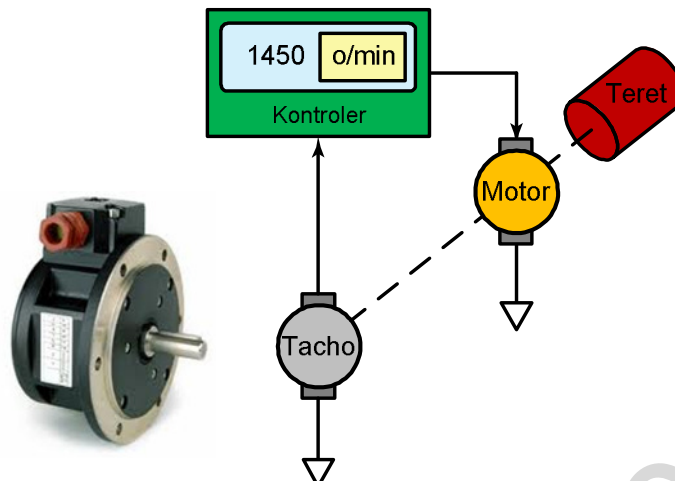
U praksi se danas najviše sreću elastični senzori sile, čiji se rad zasniva na deformaciji eleastičnog elementa koji je u njih ugrađen. Elastična deformacija elementa, tj. promjena njegove dužine, proporcionalna je sili koja djeluje na element. Postoje različiti senzori sile, prema načinu mjerenja deformacije: elektromagnetni, kapacitivni, otpornički, poluprovodnički itd. Kao elastični elementi najčešće se koriste otporničke mjerne trake. Ovi senzori u praksi su poznati i kao težinske opteretne ćelije. Na slici Slika 2.4. prikazan je primjer primjene senzora sile u procesnoj industriji za odvagu materijala.



Slika 2.4 Primjena senzora sile i izgled težinskih opteretnih ćelija

### 2.4. Senzori brzine i pozicije

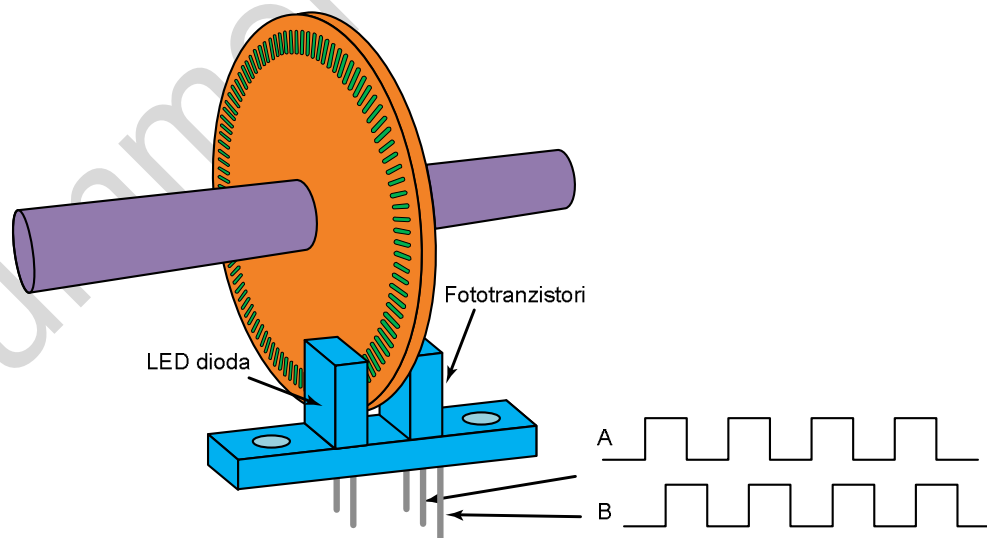
Kao senzori brzine u industriji često se koriste **tahogeneratori**, a to su elektromehanički uređaji koji ugaonu brzinu obrotanja osovine na svom izlazu pretvaraju u napon. Drugim riječima, indukovani napon na izlazu tahogeneratorskog uređaja direktno je proporcionalan ugaonoj brzini obrotanja osovine. Postoje dvije izvedbe tahogeneratorskog uređaja: jednosmjerni i naizmjenični. Jednosmjerni tahogenerator je, u stvari, mali jednosmjerni motor sa permanentnim magnetima koji radi u generatorskom režimu. Tahogenerator se povezuje preko spojnice na osovinu motora čiju brzinu mjeri. Principijelna šema povezivanja prikazana je na slici Slika 2.5 Način povezivanja i izgled jednosmjernog tahogeneratorskog uređaja.



**Slika 2.5** Način povezivanja i izgled jednosmjernog tahogeneratora

Naizmenični tahogeneratori prave se kao sinhroni ili asinhroni. U prvom slučaju to je jednofazni sinhroni motor sa rotorom od stalnog magneta. Promjena ugaone brzine rotora izaziva promjenu amplitude i frekvencije izlaznog napona. Mana sinhronog tahogeneratora je nelinearna statička karakteristika. Mnogo češći su naizmenični tahogeneratori koji se prave od dvofaznih asinhronih motora.

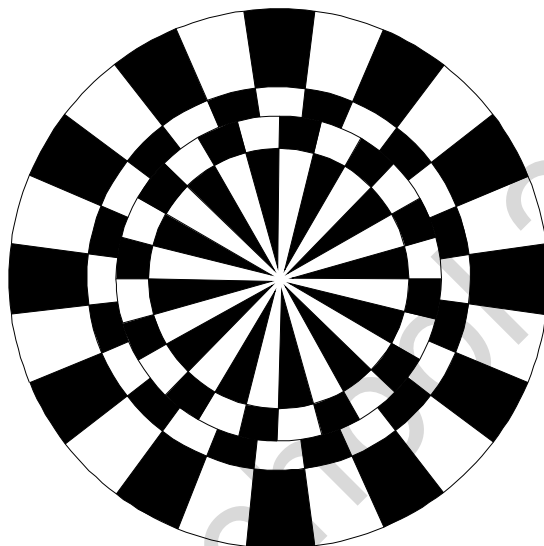
**Enkoderi** su mjerni pretvarači koji ugaoni ili linearni pomjeraj pretvaraju u povorku impulsa. Postoje dvije izvedbe enkodera, inkrementalni i apsolutni. Inkrementalni enkoderi na svom izlazu generišu impulse čiji broj zavisi o veličini pomjeraja. Mjerenje pozicije pomoću inkrementalnih enkodera se izvodi brojanjem impulsa koje generiše enkoder. Osnovu ovih enkodera čini stakleni disk na kome se nalazi maska sa prorezima koja propušta svjetlosne impulse. Impulsi nastaju usljed rotacije diska, jer je sa jedne strane diska postavljen izvor svjetlosti, obično LED dioda, a sa druge fototranzistori, kao što je prikazana na slici Slika 2.6 Princip rada inkrementalnog enkodera.



**Slika 2.6** Princip rada inkrementalnog enkodera

Prorezi na masci propuštaju svjetlost koja se detektuje fototranzistorima u vidu povorke simetričnih kvadratnih impulsa fazno pomjerenih za  $90^\circ$ . Zato se ovi enkoder nazivaju i kvadrturni enkoderi.

Za razliku od inkrementalnih, apsolutni enkoderi na izlazu daju binarni kod trenutne pozicije. Zbog eliminacije greške obično se koristi Grejov kod. Apsolutni enkoderi mogu imati i do dvanaest pista sa markerima pri čemu se sa piste najbliža centru diska dobija jedan impuls po obrtaju, a sa piste na obodu diska dobija se  $2^n$  impulsa po obrtaju. Izgled diska sa maskama apsolutnog enkodera prikazan je na slici Slika 2.7.



**Slika 2.7** Izgled diska apsolutnog enkodera

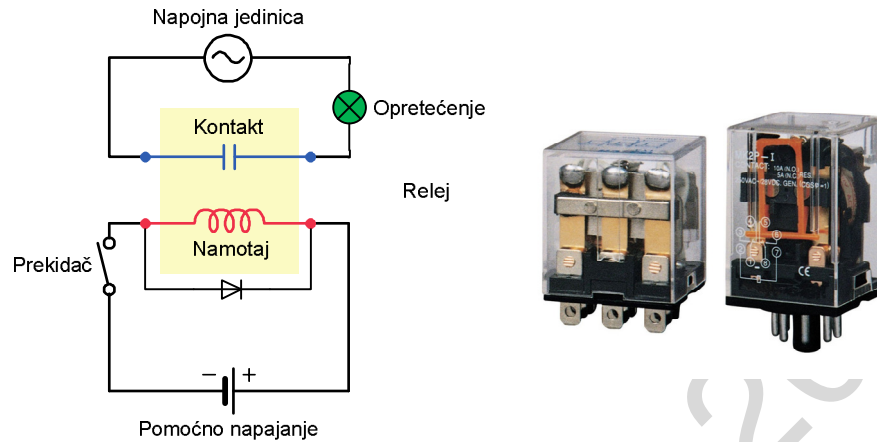
Ukoliko se spoje preko navojnog vretena ovakvi enkoderi mogu mjeriti i linearne pozicije, odnosno pomjeraje. Inače za mjerenje linearnih pomaka se koristi posebna vrsta enkodera – mjerne letve. Inkrementalni enkoderi proizvode se sa rezolucijom od 500 do 5000 impulsa po obrtaju. Izlazni signali enkodera su standardizovani: TTL signal +5 V, HTL signala +24 V ili sinusni signal amplitude 1 V.

### **3. IZLAZNE KOMPONENTE I IZVRŠNI ORGANI**

Izlazne komponente/izvršni organi preko koji PLK upravlja nekim tehnološkim procesom ili procesnim veličinama mogu biti: releji, kontakti, elektromagnetni ventili, elektromotori, step motori, pneumatski cilindri itd. I izlazne komponente se, slično ulaznim, mogu podijeliti na diskretne i analogne, pri čemu se izlazi PLK moraju prilagoditi potrebnim naponskim i strujnim nivoima izlaznih komponenti. U nastavku će biti opisani izlazne komponente/izvršni organi koje se priključuju na diskretne izlazne module PLK, koji mogu biti realizovani sa tranzistorima, trijacima i relejima.

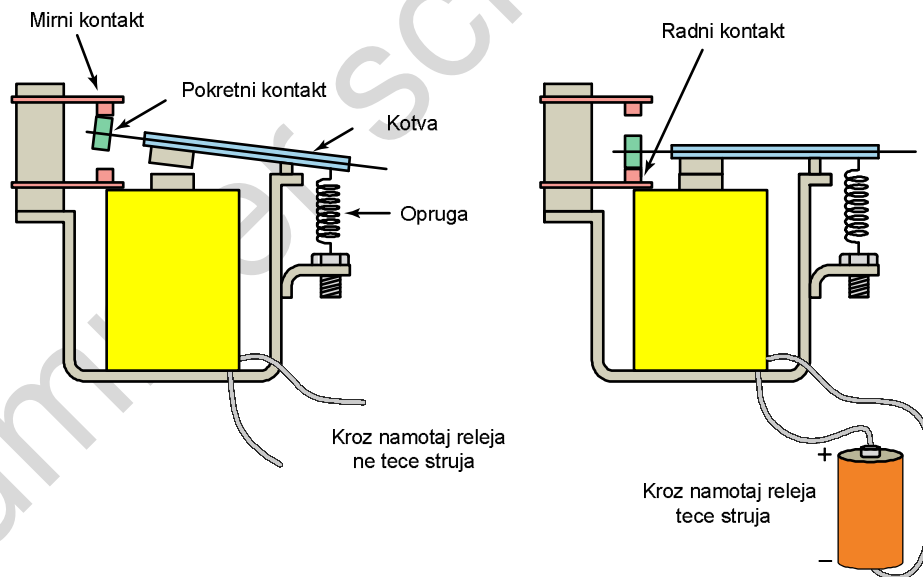
### 3.1. Elektromehanički releji

Premda su PLC zamijenili relejne upravljačke strukture, elektromehanički releji su se još uvijek zadržali u upotrebi. Danas se mogu naći kao pomoćne komponente za upravljanje različitim izlaznim izvršnim organima (sijalice, kontakti i sl.). Izgled i šema spajanja releja prikazana je na slici Slika 3.1.



**Slika 3.1** Šema spajanja i izgled elektromehaničkog releja

Kod elektromehaničkih releja otvaranje i zatvaranje kontakata dešava se pod dejstvom magnetnog polja koje stvara namotaj (špula) releja. Releji obično imaju samo jedan namotaj i više pari kontakata. Glavni dijelovi releja su namotaj, kotva i kontakti, kao što je prikazano na Slika 3.2.



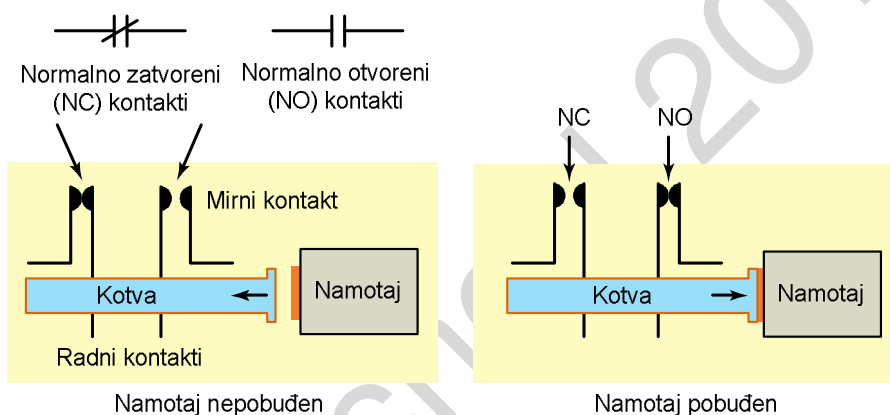
**Slika 3.2** Elementi elektromehaničkog releja

Pod dejstvom elektromagnetskog polja, koje stvara struja proticanjem kroz namotaj releja, metalna kotva sa kontaktima se namagnetiše i postane elektromagnet. Usljed djelovanja magnetskog polja između pokretne kotve i jarma namotaja javlja se elektromagnetska sila privlačenja koja izaziva

pomjeranje kotve, odnosno zatvaranje/otvaranja kontakata releja. Prestankom proticanja struje kroz namotaj, magnetsko polje više ne postoji i kotva se vraća u mirni položaj uz pomoć opruge (slika Slika 3.2).

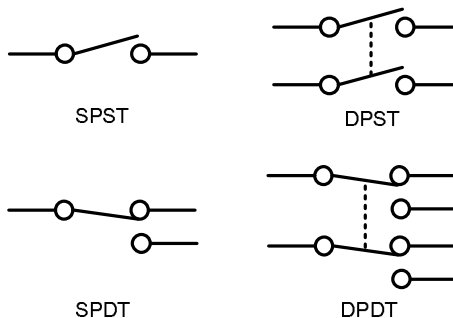
Prilikom izbora releja, potrebno je obratiti pažnju na njihove sljedeće karakteristike:

- Releji mogu imati normalno otvorene - NO ili normalno zatvorene – NC kontakte. Za kontakte releja kažemo da su normalno otvoreni ako su u otvorenom/isključenom stanju kada kroz namotaj releja ne teče pobudna struja. Analogno, kontakti releja su normalno zatvoreni ako su u zatvorenom/uključenom stanju kada kroz namotaj releja ne teče pobudna struja. Kada kroz namotaj releja proteče pobudna struja normalno otvoreni kontakti prelaze u zatvoreno, a normalno zatvoreni kontakti u otvoreno stanje. Prikazano stanje kontakata releja na šemama odnosi se na stanje kada kroz njegov namotaj ne teče pobudna struja, to jest u pasivnom stanju, kao na slici Slika 3.3.



Slika 3.3 Radni i mirni kontakti releja

- Releji mogu imati više tipova kontakata. Razlikujemo jednopolne (SP – *single pole*), dvopolne (DP – *double pole*), i višepolne releje koji mogu imati samo radne (ST – *single throw*) ili pored radnog i mirne kontakte (DT – *double throw*). Šeme kontakata ovih releja prikazane su na slici 3.4.



Slika 3.4 Uobičajeni tipovi kontakata releja

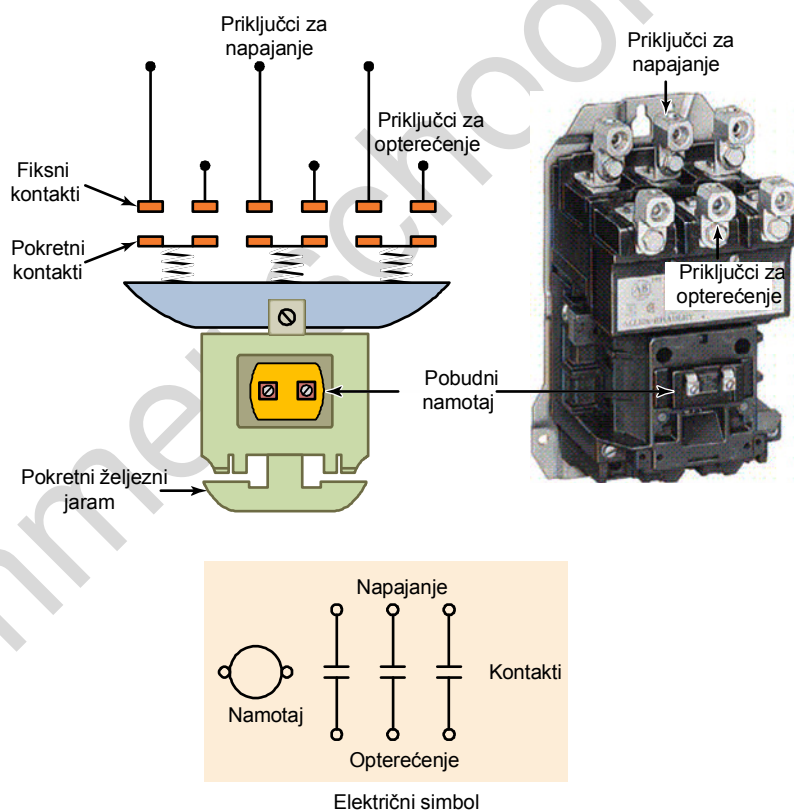
- Napon napajanja i pobudna struja namotaja spadaju u najbitnije karakteristike pri izboru releja. Na tržištu se nalazi veliki broj releja koji se odlikuju različitim naponima napajanjima, kao i pobudnim strujama koje protiču kroz namotaj kada je relej aktivan. Napon napajanja se uglavnom kreće

u opsegu od 5 V do 220 V jednosmjerno ili naizmjenično, dok se struja pobude u opsegu od nekoliko mA do reda 100 mA.

- Maksimalni napon i struja kontakata releja, određuju najveći radni napon energetskog kruga u koji je relej povezan, a struja kontakata određuje najveće opterećenje (potrošač) koje se može povezati u energetski krug. Pored toga, veoma je važno da li su kontakti namijenjeni za prekidanje DC ili AC struja, jer su, pri istom nivou napona, mogućnosti prekidanja DC struja drastično manje.

### 3.2. Kontaktteri

Kontaktteri su posebna vrsta releja namijenjena za upravljanje snažnim potrošačima, raspona snaga od par kilovata do nekoliko stotina kilovata. Uobičajeno se koriste u upravljanju električnim motorima snaga od 2 kW do 300 kW. Nazivni upravljački naponi namotaja kontakttera su standardni od 12 V do 220 V (AC ili DC). Najčešće se izrađuju kao trolpolni, sa tri glavna kontakta (Slika Slika 3.5), a u praksi se ponekad koristi i četveropolna izvedba. Paleta dodatnog pribora za kontakttere je široka: pomoćni kontakti, mehaničke blokade, RC članovi za ograničavanje prenapona, bimetalni releji za prekostrujnu zaštitu i sl.

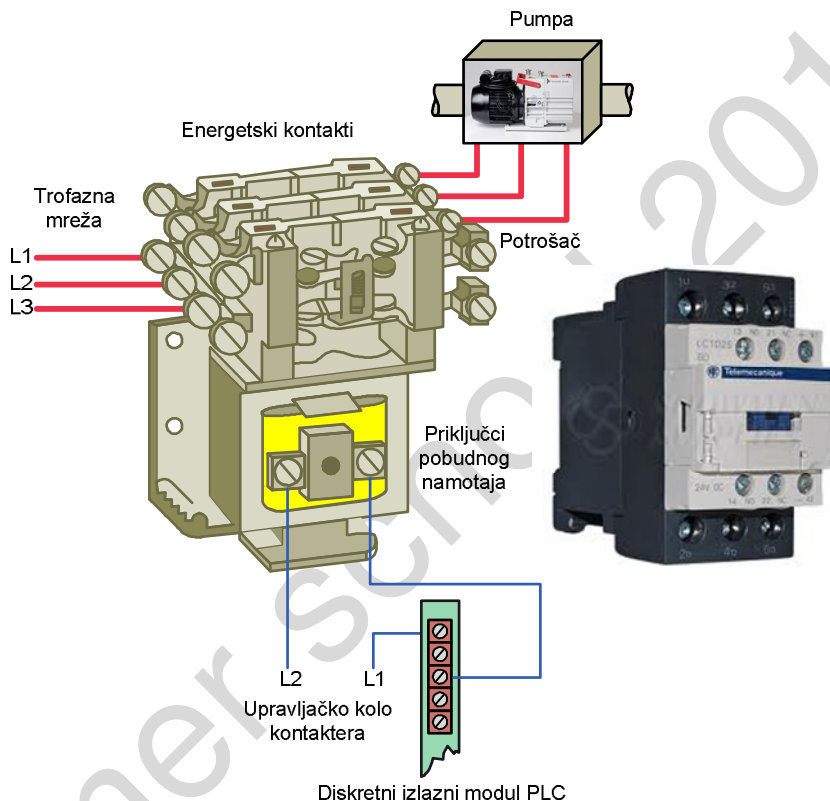


Slika 3.5 Izgled trolpolnog kontakttera i njegov električni simbol

**Instalacioni kontaktteri** koji se koriste u različitim sistemima automatizacije u stambenim zgradama, kancelarijama, trgovinama i bolnicama. Posebno su pogodni za kontrolu rasvjete, toplotnih

pumpi, uređaja za klimatizaciju i električnog grijanja. Pomoću njih se takođe može upravljati jednofaznim i trofaznim motorima. Osnovna prednost instalacionih kontaktera je njihov tihi rad. Posebna klasa čine **kontakteri za uključenje/isključenje kondenzatora za kompenzaciju reaktivne energije**, kod kojih se prekidna moć izražava prema snazi kondenzatora (na pr. 60 kVAr).

Izlazni diskretni moduli PLC po svojim karakteristikama (48-125 V/1.5 A DC ili 120/230 V/1 A AC) mogu direktno da napajaju namotaj kontaktera, bez dodatnih komponenti. Na slici Slika 3.6 prikazana je veza između diskretnog izlaznog modula PLC, kontaktera i motora pumpe kao opterećenja. Izlazni diskretni modul PLC se veže u seriju sa pobudnim namotajem kontaktera i taj krug se naziva upravljački, dok se napajanje potrošača ostvaruje preko snažnih energetske kontakata kontaktera.



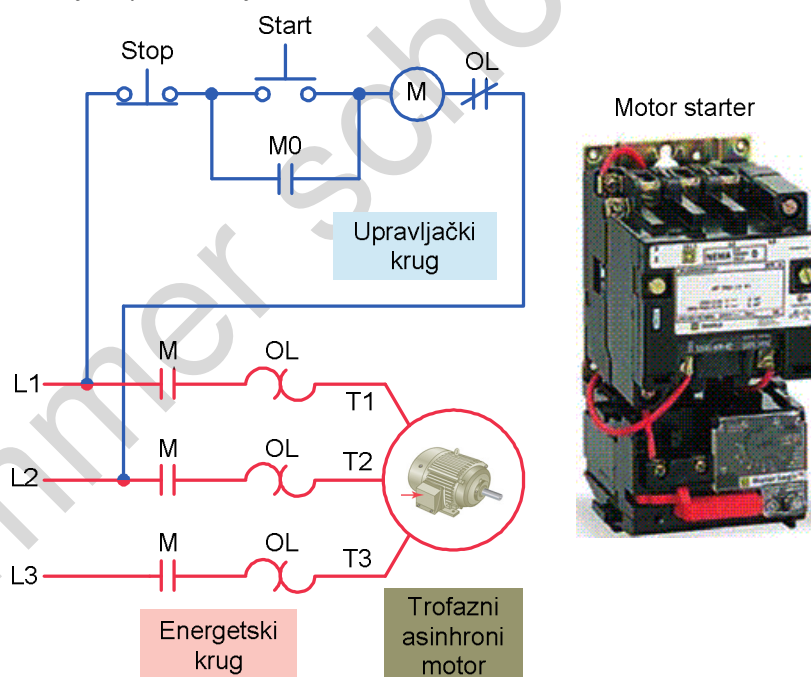
**Slika 3.6** Veza između kontaktera, diskretnog izlaznog modula PLC i potrošača

**Kontakteri za motore (Motor starteri)** su standardni kontakteri sa dodatim relejom za prekostrujnu zaštitu (slika Slika 3.7). Releji za prekostrujnu zaštitu motora obično se grade kao termički i u sebi sadrže tri bimetalne trake (jedna po polu). Svaka od bimetalnih traka je obavijena provodnikom kroz koji protiče struja motora i usljed proticanja struje traka se zagrijava i uvija. U slučaju preopterećenja motora (podešena prekostruja motora) traka se toliko savije da raskne kontakt u krugu namotaja kontaktera, kontakt otvara svoje energetske kontakte i propterećeni motor ostaje bez napajanja. Ova greška preopterećenje se pamti mehaničkim leč kolom i time sprječava ponovno uključenje motora. Da bi ponovno omogućili uključenje motora relej za prekostrujnu zaštitu se mora ručno ili daljinski resetovati, zavisno od izvedbe.



**Slika 3.7** Kontaktter za motor sa relejom za prekostrujnu zaštitu

Releji za prekostrujnu zaštitu na sebi imaju mogućnost podešavanja vrijednosti struje prorade (struja pri kojoj relej reaguje i isključuje motor) postavljanjem selektora u odgovarajući položaj koji odgovara struji u A. Prema domaćim i međunarodnim standardima ova struja je jednaka nazivnoj struji motora (relej ne isključuje pri  $1.05 \times I_{nom}$ , isključuje pri  $1.2 \times I_{nom}$ ). Na slici Slika 3.8 prikazana je šema spoja kontaktera sa relejom prekostrujne zaštite sa trofaznim asinhronim motorom.

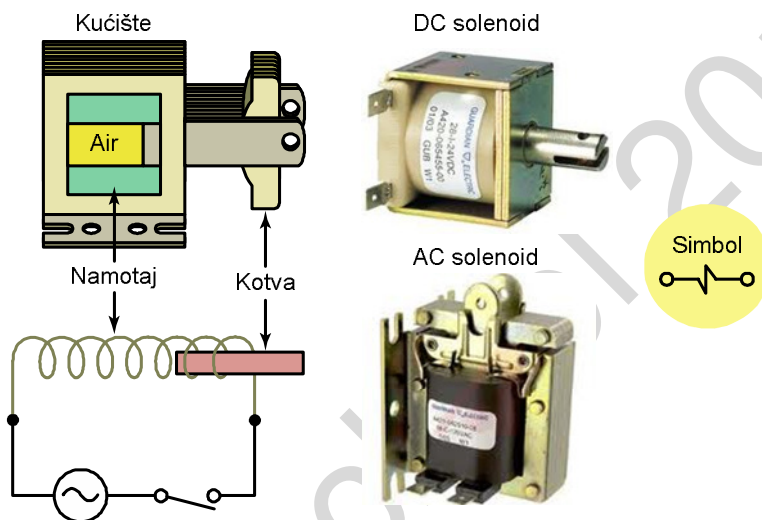


**Slika 3.8** Šema spoja kontaktera sa prekostrujnom zaštitom sa trofaznim asinhronim motorom

Pritiskom na taster Start namotaj kontaktera dobija pobudni napon, kontaktter zatvara svoje energetske kontakte i motor je pušten u rad. Istovremeno preko pomoćnog kontakta M0 ostvareno je

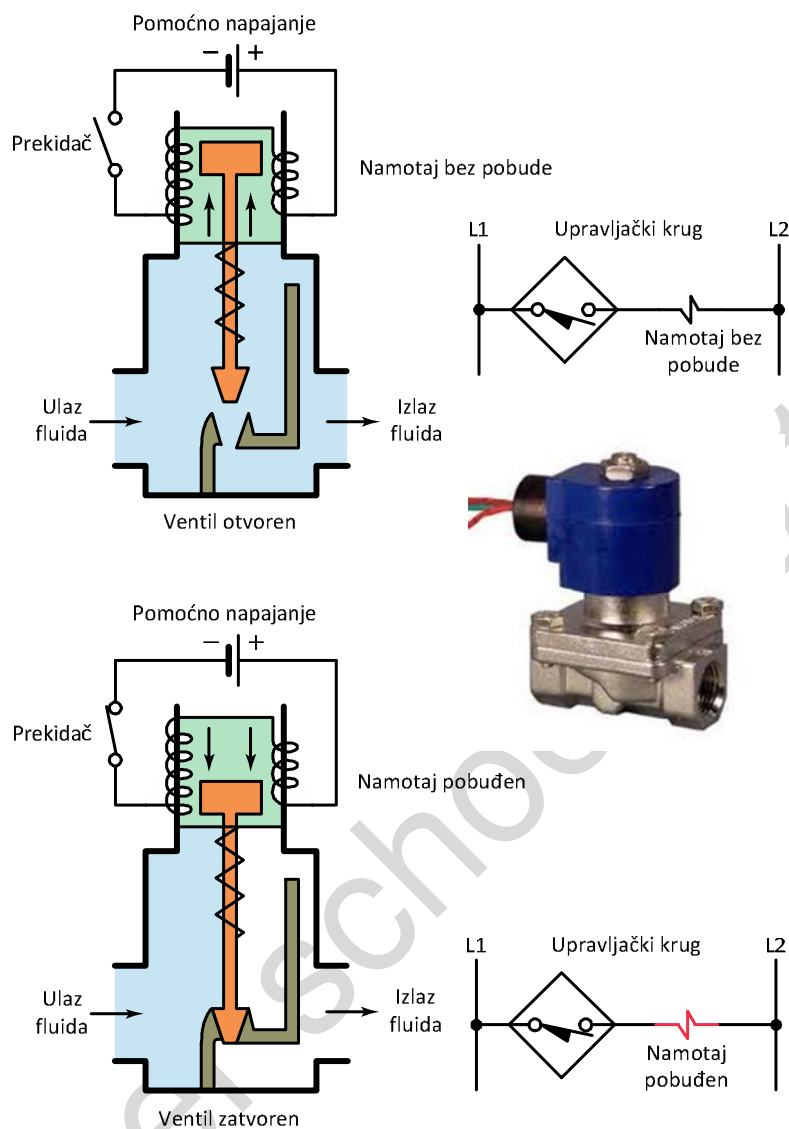
kolo samoodržanja, tj. namotaj kontaktera ostaje pod naponom i nakon otpuštanja tastera Start. Kontakti releja propterećenja OL (*overload*) u upravljačkom krugu spojeni su u seriju sa namotajem kontaktera. Kao što je već napomenuto, pojavom prekostruje ovi kontakti se otvaraju, raskidaju strujno kolo u krugu namotaja kontaktera, što izaziva otvaranje energetske kontakta kontaktera i isključuju motor sa napajanja. U normalnom radnom režimu motor se isključuje pritiskom na taster Stop. Veličina kontaktera za motore na tržištu je standardizovana prema IEC (*International Electrotechnical Commission*) ili NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*) standardima.

**Aktuator** je svaki uređaj koji pretvara električnu energiju u mehanički rad. **Solenoidi** su elektromehanički aktuatori, koji uz pomoć elektromagnetske sile proizvedene u pobudnom namotaju proizvode linearno kretanje kotve, kao što je prikazano na slici Slika 3.9.



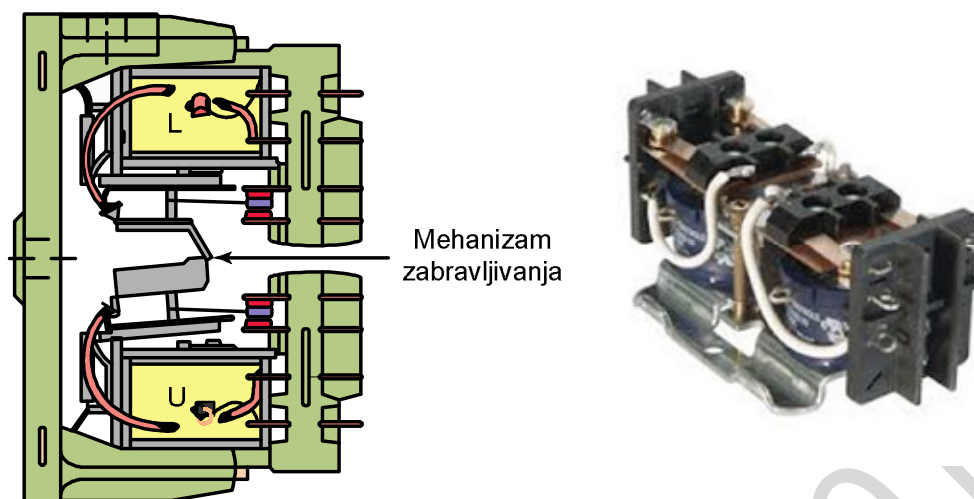
Slika 3.9 Princip rada i izgled solenoida

**Elektromagnetni ventili** su posebna vrsta solenoida koji kontrolišu protok fluida u cilindrima (slika Slika 3.10). Proticanjem pobudne struje kroz namotaj ventila pokretna kotva mijenja položaj, dozvoljava ili sprječava protok fluida, zavisno od izvedbe ventila. Sastavni dio ventila je i mehanički element, najčešće opruga koja drži kotvu ventila u mirnom (pasivnom) stanju.



**Slika 3.10** Princip rada i izgled elektromagnetnog ventila

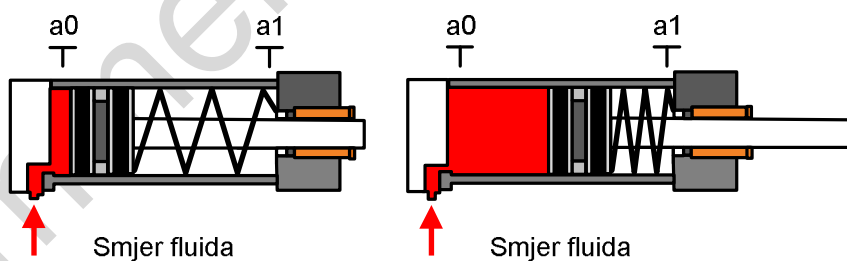
**Elektromagnetski bistabilni releji** izrađeni su tako da energetske kontakte releja ostanu zatvoreni/otvoreni i nakon isključenja napajanja pobudnog namotaja. Na slici Slika 3.11 prikazan je bistabilni relej sa dva namotaja. Napajanje pobudnih namotaja releja je impulsno i traje samo onoliko koliko je potrebno da energetske kontakte releja promjene stanje, ako su bili zatvoreni da se otvore i suprotno.



Slika 3.11 Bistabilni relej sa dva namotaja i mehaničkim zabravljivanjem

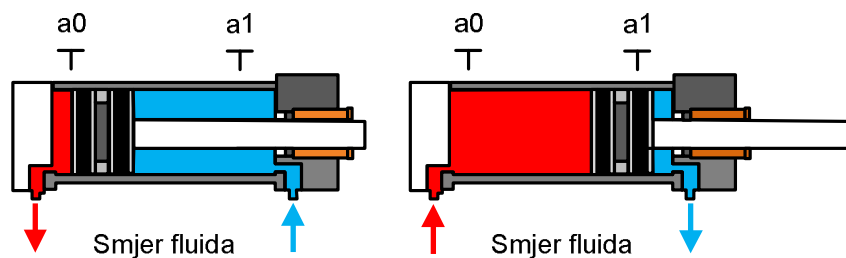
### 3.3. Pneumatski cilindri i razvodnici

U pneumatskim sistemima cilindri su najčešće korišćeni izvršni organi. U najvećem broju slučajeva kretanje klipa cilindra je translatorno. Cilindri prema svom dejstvu mogu biti jednosmjerni i dvosmjerni. Jednosmjerni cilindri vrše koristan rad samo u jednom smjeru. Priključak zraka nalazi se samo na prednjoj strani, a povratno kretanje najčešće se ostvaruje oprugom ili samom težinom tereta. Princip djelovanja jednosmjernog cilindra prikazan je na slici Slika 3.12. Koriste se za pritezanje i izbacivanje radnih komada, dodavanje i pomjeranje predmeta, itd., kad nije važna brzina povratnog kretanja klipa.



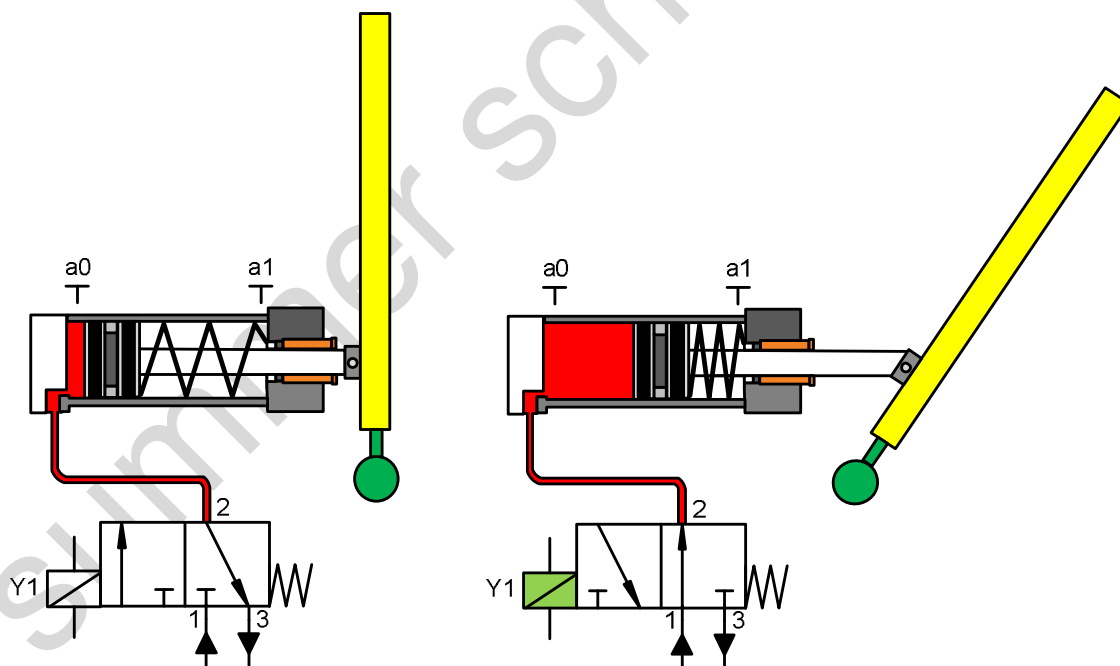
Slika 3.12 Princip djelovanja jednosmjernog cilindra

Dvosmjerni cilindri vrše koristan rad u oba smjera (guraju i vuku), a priključci za zrak nalaze se s obje strane klipa. Za pokretanje klipa sabijeni zrak dovodi se u komoru s jedne strane klipa, a istovremeno se komora na suprotnoj strani mora rasteretiti odnosno spojiti sa atmosferom. Princip djelovanja dvosmjernog cilindra prikazan je na slici Slika 3.13.



**Slika 3.13** Princip djelovanja dvosmjernog cilindra

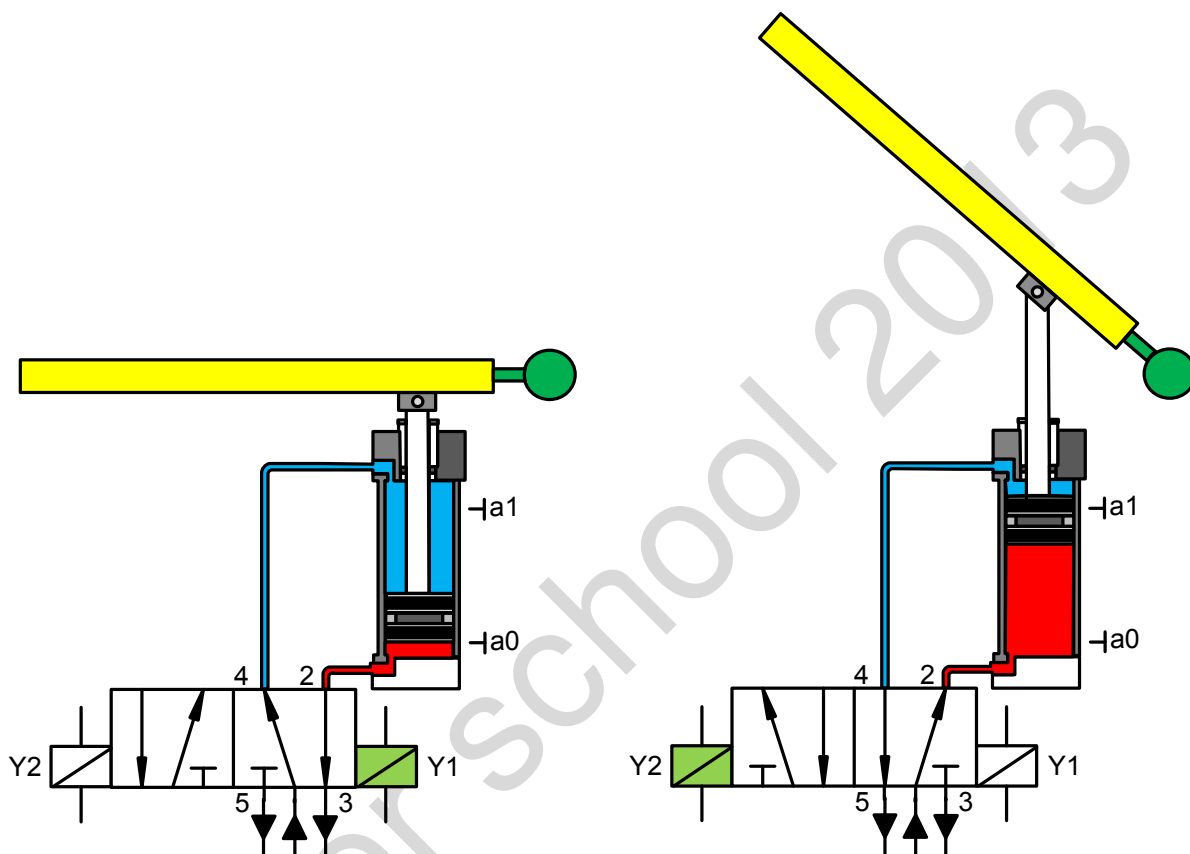
Razvodnici su pneumatske komponente za upravljanje izvršnim organima (cilindrima). Preko razvodnika se vazduh pod pritiskom usmjerava prema cilindru ili se cilindar povezuje sa atmosferom. Razvodnik može biti aktiviran ručno, mehanički, pneumatski, elektromagnetom. Razvodnici se mogu podijeliti na monostabilne i bistabilne. Elektromagnetni monostabilni razvodnici imaju samo jedan upravljački namotaj Y1. Na slici Slika 3.14 prikazan je primjer upravljanja jednosmjernog cilindra sa monostabilnim razvodnikom tipa 3/2. U pasivnom stanju upravljački namotaj Y1 nije aktivan, pa je izlazni priključak razvodnika (2) spojen je sa atmosferom (3) i klip jednosmjernog cilindra se nalazi u krajnjem položaju. Dovođenjem napona na upravljački namotaj Y1 razvodnik promjeni položaj i propušta vazduh pod pritiskom sa ulaza (1) prema izlaznom priključku (2). Po prestanku pobude na namotaju Y1 razvodnik se sam vraća u početni položaj, kao i cilindar.



**Slika 3.14** Primjer upravljanja jednosmjernim cilindrom sa monostabilnim razvodnikom tipa 3/2

Elektromagnetski bistabilni razvodnici imaju dva upravljačka namotaja Y1 i Y2, kao što je prikazano na slici Slika 3.15. Dovođenjem napona na namotaj Y1 razvodnik mijenja svoj položaj i

zadržava ga i po prestanku pobude. Dakle, razvodnik u ovom položaju ostaje sve dok se ne pobudi namotaj Y2, koji sada razvodnik vraća u početni položaj i koji se dalje zadržava u početnom položaju. Zbog ovog „pamćenja“ položaja u kome se trenutno nalazi, ovi razvodnici su i nazvani bistabilni razvodnici.



**Slika 3.15** Pincip upravljanja dvosmjernim cilindrom sa bistabilnim razvodnikom tipa 5/2

Ukoliko je aktiviran upravljački namotaj Y1 vazduh pod pritiskom od napojnog priključka ide ka priključku (4), dok je priključak (2) povezan sa atmosferom preko priključka (3). Klip dvosmjernog cilindra je uvučen. Dovođenjem napona na namotaj Y2 razvodnik mijenja svoj položaj, tj. vazduh pod pritiskom teče od napojnog priključka ka priključku (2), a priključak (4) je povezan sa atmosferom preko priključka (5) i sada dolazi do izvlačenja klipa dvosmjernog cilindra.

#### 4. MEMORIJSKA POLJA I TIPOVI PODATAKA KOD PLC S7-200

PLC S7-200 za smještanje korisničkih i sistemskih podataka koristi različita memorijska polja sa jedinstvenim adresama. Kod PLC S7-200 postoje sljedeća memorijska polja:

1. *Process-Image Input Registers: I* – Registri ulaznih modula, "Slika ulaza"
2. *Process-Image Output Registers: Q* – Registri izlaznih modula, „Slika izlaza“
3. *Variable Memory Area: V* – memorija za promjenljive tipa bajt, riječ i dvostruka riječ (B,W,D)
4. *Bit Memory Area: M* – memorija za čuvanje statusa bit logičkih operacija
5. *Timer Memory Area: T* – memorija za rad sa tajmerima
6. *Counter Memory Area: C* – memorija za rad sa brojačima
7. *High-Speed Counters: HC* - memorija za rad sa brzim brojačima
8. *Special Memory: SM* – registri namijenjeni za obavljanje posebnih funkcija S7-200
9. *Local Memory Area: L* – lokalna memorija za prenos parametara kod poziva procedura
10. *Analog Inputs: AI* – memorija za rad sa analognim ulaznim modulima
11. *Analog Outputs: AQ* - memorija za rada sa analognim izlaznim modulima
12. *Sequence Control Relay (SCR) Memory Area: S* – memorija namijenjena za realizaciju sekvencera

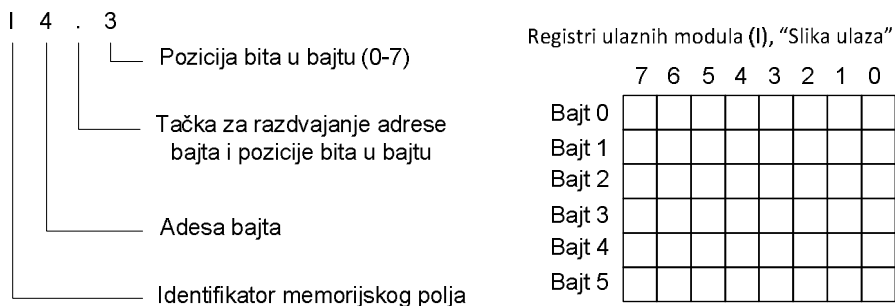
Pristup podacima navedenim memorijskim poljima je direktan, navođenjem oznake memorijskog polja iza koje slijedi adresa. U tabeli 4.1 prikazan je opseg brojeva koji odgovaraju tipu podataka, B-bajt, W-riječ, D-dvostruka riječ koji se mogu smjestiti u memoriju.

**Tabela 4.1** Opseg vrijednosti brojeva za različite tipove podataka

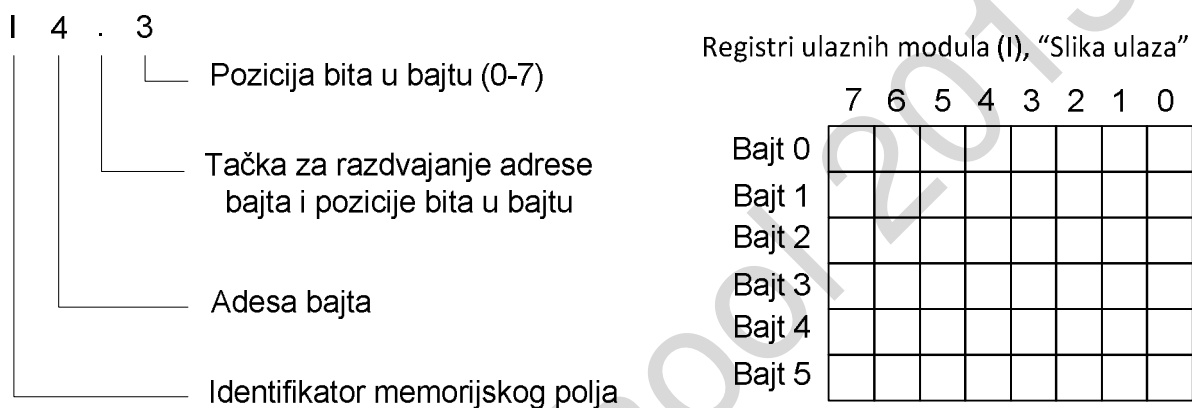
| Tip podatka                             | Bajt (B)               | Riječ (W)                        | Dupla riječ (D)                                                                              |
|-----------------------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Neoznačeni cjelobrojni                  | 0 - 255<br>0 - FF      | 0 - 65535<br>0 - FFFF            | 0 - 4,294,967,295<br>0 - FFFF FFFF                                                           |
| Označeni cjelobrojni                    | -128 - +127<br>80 - 7F | -32,768 - +32,767<br>8000 - 7FFF | -2,147,483,648 - +2,147,483,647<br>8000 0000 - 7FFF FFFF                                     |
| Real<br>IEEE 32-bitni<br>Pokretni zarez | Ne koristi se          | Ne koristi se                    | +1.175495E-38 -+3.402823E+38<br>(pozitivni)<br>-1.175495E--38 - -3.402823E+38<br>(negativni) |

PLK obično imaju memoriju adresabilnu i na nivou bita. Da bi pristupili bitu u nekom memorijskom području potrebno je da adresa sadrži tri parametra:

1. identifikator memorijskog područja,
2. adresu bajta u tom području i
3. adresu bita unutar bajta.

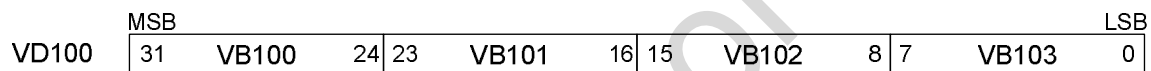
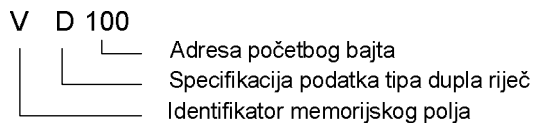
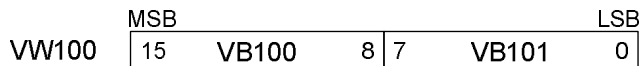
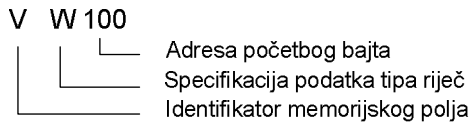
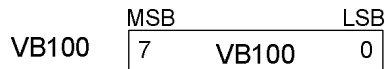
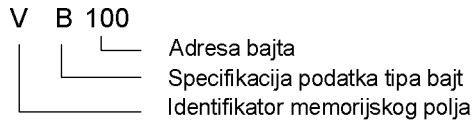


Slika 4.1 prikazan je primjer adresiranja bita u memorijskom polju "slika ulaza".



**Slika 4.1** Adresiranje na novou bita. Izabrano memorijsko područje je I-Input, 3- četvrti bajt u memorijskom području i 4- peti bit u bajtu.

Za pristup podacima tipa bajt (B), riječ (W) i dvostruka riječ (D) u memorijskim poljima (**V**, **I**, **Q**, **M**, **S**, **L** i **SM**) koristi se bajt adresni format. Bajt adresni format sadrži identifikator memorijskog polja iza koga slijedi adresa kao što je prikazan na slici Slika 4.2.



Slika 4.2 Različiti formati bajt adresa

### 3.1. Pristup podacima u memorijskim poljima

#### **Process-Image Input Register: I – Registri ulaznih modula, „Slika ulaza“**

Svaki sken ciklus počinje sa ulaznim skenom u okviru koga PLK očitava stanje ulaznih linija (stanje senzora). Ovi očitani podaci se prenose u memorijsko polje nazvano registri ulaznih modula – „slika ulaza“. Podaci smješteni u ovom memorijskom polju su adresabilni na nivou bita, bajta, riječi i dvostruke riječi:

Bit: I[adresa bajta].[adresa bita] IO.1  
Bajt, Riječ, Dvostruka riječ: I[tip(B,W,D)][početna adresa bajta] IB4

#### **Process-Image Output Register: Q – Registri izlaznih modula, „Slika izlaza“**

Nakon programskog skena rezultati obrade se smještaju u posebno memorijsko polje označeno kao registri izlaznih modula – „slika izlaza“. Podaci smješteni u ovom memorijskom polju su adresabilni na nivou bita, bajta, riječi i dvostruke riječi:

Bit: Q[adresa bajta].[adresa bita] Q2.1  
Bajt, Riječ, Dvostruka riječ: Q[tip(B,W,D)][početna adresa bajta] QB5

#### **Variable Memory Area: V – memorija za promjenljive**

V memorijsko polje može se koristiti za smještanje međurezultata aritmetičko-logičkih operacija u toku programskog skena. Takođe, V memorijsko polje može se koristiti i za čuvanje podataka koji su povezani sa procesom ili upravljačkim zadatkom. Podaci smješteni u ovom memorijskom polju su adresabilni na nivou bita, bajta, riječi i dvostruke riječi:

Bit: V[adresa bajta].[adresa bita] V9.2

Bajt, Riječ, Dvostruka riječ:

$V[\text{tip}(B,W,D)][\text{početna adresa bajta}]$

VW100

### Bit Memory Area: M- bit memorijsko polje

Bitovi u **M** memorijskom polju mogu se koristiti kao „kontrolni kontakti“ za čuvanje statusa bit logičkih operacija u toku izvršenja programskog skena. Podaci smešteni u ovom memorijskom polju su adresabilni na nivou bita, bajta, riječi i dvostruke riječi:

Bit:  $M[\text{adresa bajta}].[adresa bita]$  M36.6

Bajt, Riječ, Dvostruka riječ:  $M[\text{tip}(B,W,D)][\text{početna adresa bajta}]$  MD15

### Timer Memory Area: T- memorija za rad sa tajmerima

PLC S7-200 posjeduje tajmere za mjerenje vremena sa rezolucijom (uvećanje vremenske baze) od 1 ms, 10 ms, ili 100 ms. Svakom tajmeru su pridružene dvije promjenljive:

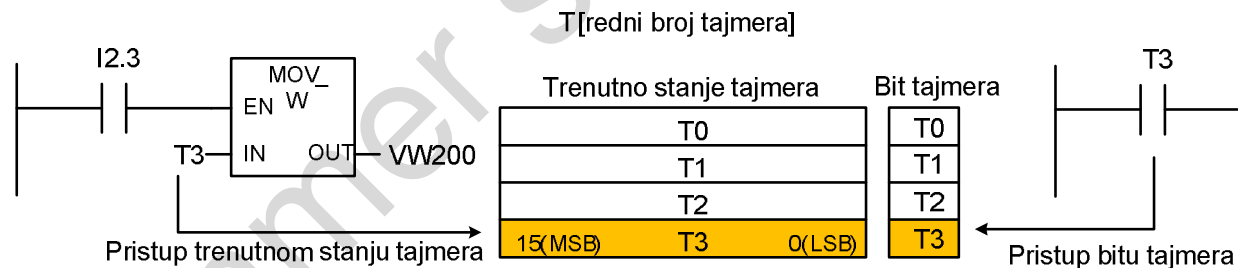
- **Trenutno stanje tajmera:** Cjelobrojna označena 16-bit promjenljiva koja sadrži proteklo vrijeme od trenutka startovanja tajmera,

- **Tajmer bit:** stanje ovog bita, setovan ili resetovan ukazuje na rezultat poređenja između trenutnog i zadanog stanja tajmera. Zadana vrijednost se postavlja kao sastavni dio instrukcije pri programiranju tajmera.

Navedenim promjenljivim se pristupa preko adrese tajmera koja ima formu: **T + broj tajmera**.

Da li pristupamo tajmer bitu ili promjenljivoj u kojoj se čuva trenutno stanje tajmera zavisi od toga koji tip instrukcije koristimo. Instrukcije sa bit operandima pristupaju bitu tajmera, dok instrukcije koje operišu sa riječima pristupaju promjenljivoj u kojoj se čuva trenutno stanje tajmera.

Na slici Slika 4.3 prikazan je primjeri instrukcije “normalno otvoren kontakt” koja pristupa tajmer bitu i instrukcije MOV\_W (postavljanje vrijednosti promjenljive) koja operiše sa podacima tipa riječ i koja pristupa promjenljivoj koja čuva trenutno stanje tajmera.



Slika 4.3 Pristup bitu i trenutnom stanju tajmera

### Counter Memory Area: C – memorija za rad sa brojačima

PLC S7-200 posjeduje tri tipa brojača koji mijenjaju svoje stanje pri svakoj pojavi uzlazne ivice na svom brojačkom ulazu (promjena logičkog uslova sa neistinit na istinit). Tipovi brojača su: brojač na gore (CTU), brojač na dole (CTD) i obostrani brojač (ne gore i na dole) (CTUD). Svakom brojaču su pridružene dvije promjenljive:

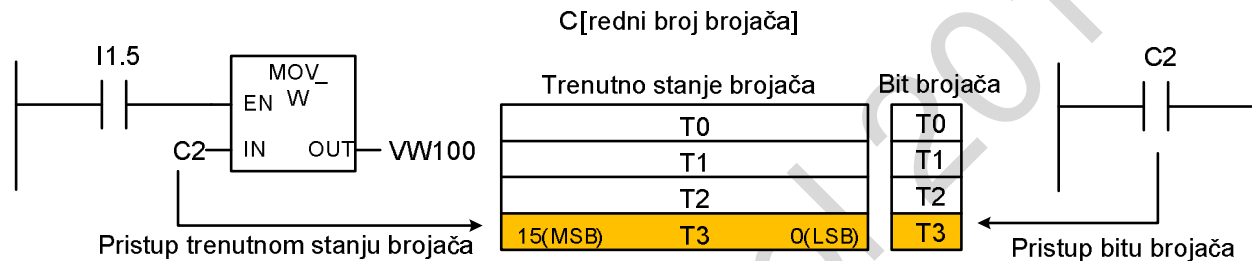
- **Trenutno stanje brojača:** Cjelobrojna označena 16-bit promjenljiva koja sadrži trenutno stanje brojača,

- **Bit brojača:** stanje ovog bita, setovan ili resetovan ukazuje na rezultat poređenja između trenutnog i zadanog stanja brojača. Ova zadana vrijednost se postavlja kao sastavni dio instrukcije pri programiranju brojača.

Navedenim promjenljivim se pristupa preko adrese brojača koja ima formu: **C + broj brojača**.

Kojoj će se promjenljivoj pristupiti, bitu brojača ili promjenljivoj koja čuva trenutno stanje brojača, zavisi od toga koji tip instrukcije koristimo. Instrukcije sa bit operandima pristupaju bitu brojača, dok instrukcije koje operišu sa riječima pristupaju promjenljivoj u kojoj se čuva trenutno stanje brojača.

Na slici Slika 4.4 prikazan je primjeri instrukcije “normalno otvoren kontakt” koja pristupa bitu brojača i instrukcije MOV\_W (postavljanje vrijednosti promjenljive) koja operiše sa podacima tipa riječ i koja pristupa promjenljivoj koja čuva trenutno stanje brojača.



Slika 4.4 Pristup bitu i trenutnom stanju brojača

#### **High-Speed Counters: HC – brzi brojači**

PLC S7-200 posjeduje brze brojače za brojanje brzih događaja (impulsa) nezavisno od CPU sken ciklusa. Ovim brojačima pridružena je cjelobrojna označena 32-bitna promjenljiva koja sadrži trenutno stanje brojača.

Da bi pristupili ovoj promjenljivoj potrebno je navesti adresu brzog brojača u formi: **HC + broj brojača**.

Tekuće stanje brojača se može samo očitati i adresira se samo kao tip dvostruka riječ (32 bita).

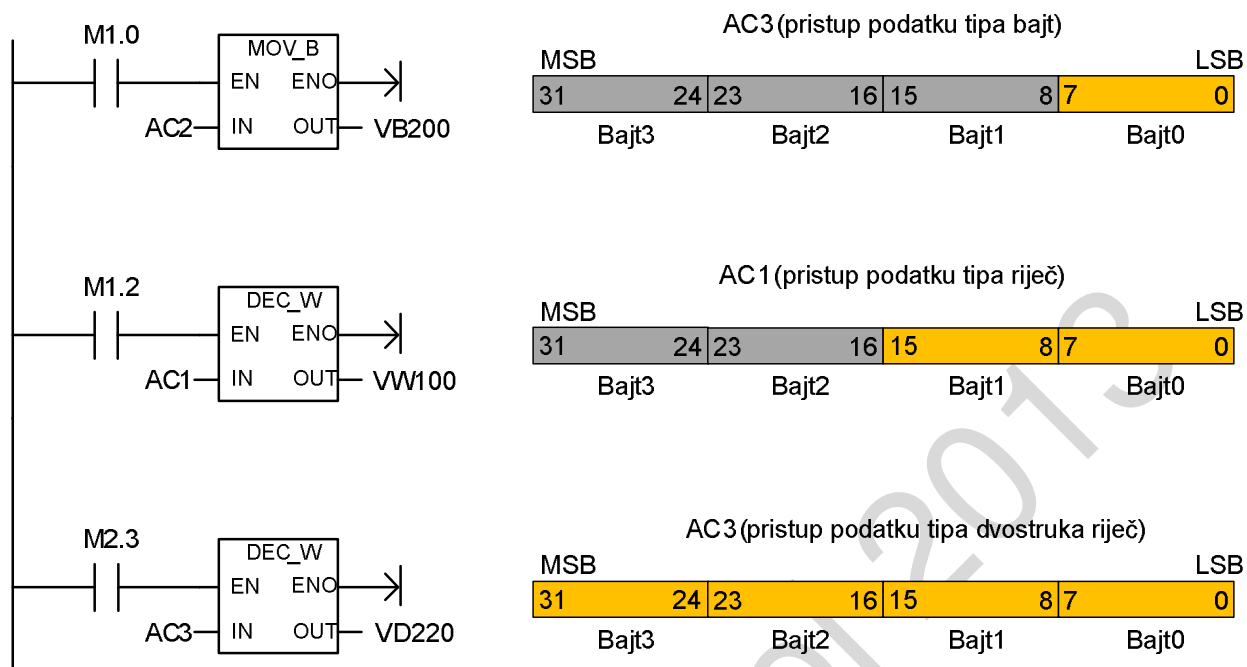
**Format:** **HC[broj brojača]** **HC1**

#### **Accumulators: AC - Akumulatori**

Akumulator je registar u koga je moguće upisivati ili iz koga je moguće čitati podatke. Akumulator može poslužiti za prenos parametara kod poziva procedura i za smještanje međurezultata logičkih i aritmetičkih operacija. PLC S7-200 posjeduje četiri 32-bit akumulatora (AC0, AC1, AC2 i AC3).

Podaci u akumulatoru mogu biti adresabilni na nivou bajta, riječi i dvostruke riječi. Kome se tipu podataka pristupa zavisi od tipa instrukcija. Kod pristupa podacima tipa bajt, biće adresiran bajt najmanje težine, dok se za pristup podacima tipa riječ adresiraju dva bajta najmanje težine akumulatora, kako je prikazano na slici Slika 4.5. Za pristup podacima tipa dvostruka riječ adresira se cijeli sadržaj akumulatora.

**Format:** **AC[broj akumulatora]** **AC0**



Slika 4.5 Adesiranje različitih tipova podataka u akumulatoru

#### **Special Memory: SM – registri namijenjeni za obavljanje posebnih funkcija**

**SM** bitovi služe za razmjenu podataka između CPU i korisničkog programa. Ovi bitovi se koriste za izbor i upravljanje posebnim funkcijama S7-200. Tako na primjer bit SM0.1 je setovan samo u prvom sken ciklusu i može poslužiti za poziv procedure za inicijalizaciju, itd.

Podaci smešteni u ovoj memoriji su adresabilni na nivou bita, bajta, riječi i dvostruke riječi:

Bit: **SM**[adresa bajta].[adresa bita] SM0.1  
 Bajt, Riječ, Dvostruka riječ: **SM**[opseg][početna adresa bajta] SMB86

#### **Local Memory Area: L – lokalna memorija za prenos parametara kod poziva procedura**

PLC S7-200 posjeduje 64 bajta lokalne memorije od čega se 60 bajtova može koristiti za smještanje formalnih parametara kod poziva procedura.

Lokalna memorija je slična **V** memoriji sa jednim izuzetkom. **V** memorija je globalnog tipa, dok je **L** memorija lokalnog tipa. Pojam globalni označava da ista memorijska lokacija (polje) može biti adresabilna iz bilo kojeg segmenta programa (glavnog programa, procedure ili interapt rutine). Pojam lokalni označava da memorijska lokacija (polje) može biti adresabilna samo iz pridruženog segmenta programa (procedura ili interapt rutina).

Kod PLC S7-200 64 bajta **L** memorije može se dodijeliti glavnom programu, višenivovskoj proceduri i interapt rutinama.

Ukoliko je **L** memorijsko polje dodjeljeno glavnom programu, njemu se ne može pristupiti iz procedure ili interapt rutine. Slično, iz procedure nemoguće je pristupiti podacima iz **L** memorije koji su dodjeljeni glavnom programu, drugoj proceduri ili interapt rutini. Isto važi i za interapt rutine.

Sadržaj memorijskih lokacija u **L** memoriji nije unaprijed inicijalizovan od strane PLC što znači da u njima mogu biti proizvoljne vrijednosti. Pri pozivu procedura i prenosu formalnih parametara ka proceduri u specificirane memorijske lokacije **L** memorije upisuju se vrijednosti formalnih parametara. Ostale memorijske lokacije koje se nisu koristile pri prenosu formalnih parametara ka proceduri zadržavaju proizvoljne vrijednosti.

Podaci smešteni u ovoj memoriji su adresabilni na nivou bita, bajta, riječi i dvostruke riječi:

|                               |                                         |      |
|-------------------------------|-----------------------------------------|------|
| Bit:                          | <b>L</b> [adresa bajta].[adresa bita]   | L0.0 |
| Bajt, Riječ, Dvostruka riječ: | <b>L</b> [opseg] [početna adresa bajta] | LB33 |

#### **Analog Inputs: AI - memorija za rad sa analognim ulaznim modulima**

PLC S7-200 posjeduje analogne ulazne module za koverziju analognih veličina (temperatura, pritisak) u digitalnu 16-bitnu vrijednost. Format instrukcije za pristup ovim podacima sastoji se od: identifikatora memorijskog polja (**AI**), specifikacije podatka tipa riječ (**W**) i početne adrese bajta. Pošto je svakom analognom ulazu pridružen podatak tipa riječ (16 bita), početna adresa bajta je uvijek paran broj (**AIW0**, **AIW2**, **AIW4**, ...). Podaci iz ovog memorijskog polja se mogu samo čitati.

|         |                                   |      |
|---------|-----------------------------------|------|
| Format: | <b>AIW</b> [početna adresa bajta] | AIW4 |
|---------|-----------------------------------|------|

#### **Analog Outputs: AQ- memorija za rad sa analognim izlaznim modulima**

S7-200 posjeduje analogne izlazne module za koverziju 16-bitne digitalne vrijednosti u standardni strujni ili naponski signal. Format instrukcije za pristup ovim podacima sastoji se od: identifikatora memorijskog polja (**AQ**), specifikacije podatka tipa riječ (**W**) i početne adrese bajta. Pošto je svakom analognom izlazu pridružen podatak tipa riječ (16 bita), početna adresa bajta je uvijek paran broj (**AQW0**, **AQW2**, **AQW4**, ...). Podaci u ovo memorijsko polje se mogu samo upisivati.

|         |                                   |      |
|---------|-----------------------------------|------|
| Format: | <b>AQW</b> [početna adresa bajta] | AQW2 |
|---------|-----------------------------------|------|

#### **Sequence Control Relay (SCR) Memory Area: S – memorija namijenjena za realizaciju sekvencera**

**S** bitovi unutar ovog memorijskog polja mogu da posluže za programiranje sekvencera koji omogućava rad mašine u koracima, odnosno logičku podjelu upravljačkog programa na dijelove. Podaci smješteni u ovoj memoriji su adresabilni na nivou bita, bajta, riječi i dvostruke riječi:

|                               |                                         |      |
|-------------------------------|-----------------------------------------|------|
| Bit:                          | <b>S</b> [adresa bajta].[ adresa bita]  | S3.1 |
| Bajt, Riječ, Dvostruka riječ: | <b>S</b> [opseg] [početna adresa bajta] | SB4  |

## 5. PROGRAMIRANJE TAJMERA I BROJAČA KOD PLC S7-200

### 5.1. Programiranje tajmera kod PLC S7-200

Jedna od najviše korištenih naredbi PLC, pored bit logičkih naredbi, jesu naredbe za programiranje tajmera. U upravljanju industrijskim sistemima i procesima često se zahtijeva da aktivnost započne ili se završi nakon nekog vremenskog perioda. Izmjereno vrijeme se računa kao umnožak izabranog vremenskog intervala (vremenske baze). Kod S7-200 moguće je izabrati tajmere sa vremenskom bazom od 1 ms, 10 ms, ili 100 ms. PLC S7-200 podržava tri vrste tajmera: **TON** (*On-Delay Timer* - tajmer sa odloženim uključenjem), **TONR** (Retentive On-Delay Timer – tajmer sa zadržavanjem intervala), **TOF** (Off-Delay Timer – tajmer sa odloženim isključenjem).

#### 5.1.1. Postavljanje rezolucije tajmera i uticaj izabrane rezolucije tajmera na njegov rad

Rezolucija ili vremenska baza tajmera je najmanji vremenski inkrement za koji se sadržaj tajmera uvećava. Tako na primjer **TON** tajmer sa izabranom vremenskom rezolucijom od 10 ms uvećava svoj sadržaj sa inkrementima od po 10ms. Postavljena vrijednost PV (*preset value*) od 50 na 10 ms **TON** tajmeru predstavlja vremensku zadržku od  $50 \times 10 \text{ ms} = 500 \text{ ms}$ . Kod S7-200 oznaka tajmera istovremeno određuje i njegovu rezoluciju (vremensku bazu), kako je prikazano u tabeli Tabela 5. 1.

Tabela 5. 1 Izbor rezolucije tajmera

| Tip tajmera                | Rezolucija | Maksimalna vrijednost | Oznaka tajmera           |
|----------------------------|------------|-----------------------|--------------------------|
| <b>TORN</b><br>(retentive) | 1ms        | 32.767 s (0.546 min.) | T0, T64                  |
|                            | 10ms       | 327.67 s (5.46 min.)  | T1 do T4, T65 do T68     |
|                            | 100ms      | 3276.7 s (54.6 min.)  | T5 do T31, T69 do T95    |
| <b>TON, TOFF</b>           | 1ms        | 32.767 s (0.546 min.) | T32, T96                 |
|                            | 10ms       | 327.67 s (5.46 min.)  | T33 do T36, T97 do T100  |
|                            | 100ms      | 3276.7 s (54.6 min.)  | T37 do T63, T101 do T255 |

Za tajmere sa vremenskom rezolucijom od 1 ms, tajmer bit i trenutno stanje tajmera se osvježavaju nezavisno (asinhrono) on trajanja sken ciklusa. Međutim, ukoliko sken ciklus traje više od 1 ms onda će se tajmer bit i trenutno stanje tajmera osvježavati više puta u toku sken ciklusa.

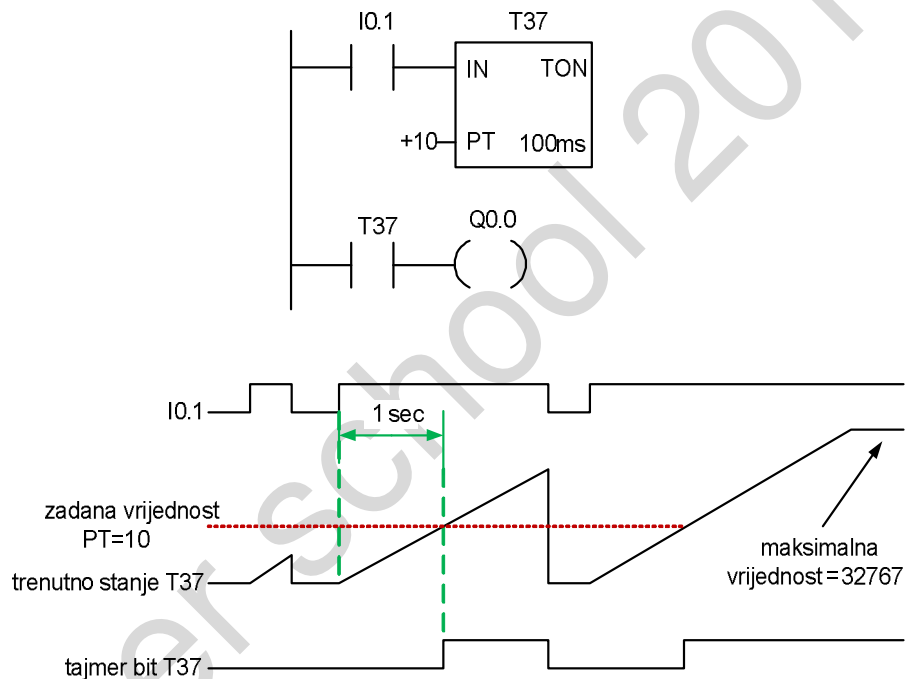
Za tajmere sa vremenskom rezolucijom od 10 ms, tajmer bit i trenutno stanje tajmera će se osvježavati na početku svakog sken ciklusa. Obje ove vrijednosti ostaju konstantne u toku sken ciklusa, a akumulirano vrijeme u toku sken ciklusa će se dodati na trenutno stanje tajmera na početku narednog sken ciklusa.

Kod tajmera sa vremenskom rezolucijom od 100 ms, tajmer bit i trenutno stanje tajmera se osvježavaju pri izvršenju tajmerske instrukcije.

### 5.1.2. TON (*On-Delay Timer* - tajmer sa odloženim uključenjem),

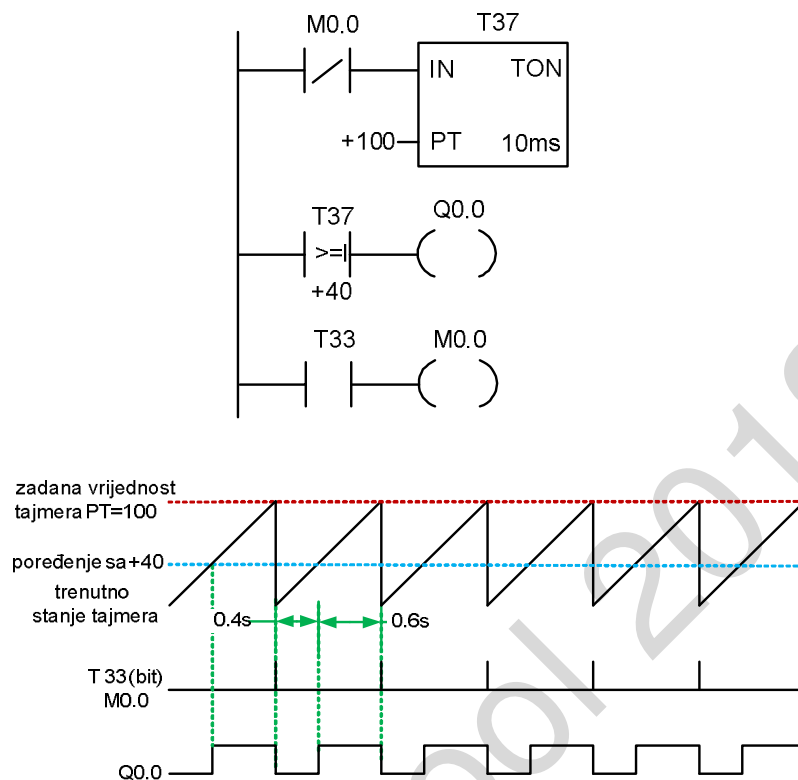
**TON** tajmer aktivira se čim je logički uslov na ulazu dozvole rada tajmera IN istinit. Drugim riječima, u toku programskog skena pri prelazu logičkog uslova neistinit/istinit (uzlazna ivica), tajmer započinje svoj rad i radi sve dok je logički uslov zadovoljen.

Kada akumulirana vrijednost tajmera dostigne zadanu vrijednost (PT) tajmer bit se setuje i ostaje setovan sve dok je logički uslov na ulazu tajmera istinit. Takođe, čim logički uslov na ulazu tajmera postane neistinit tajmer prekida svoj rad i akumulirana vrijednost resetuje se na nulu, bez obzira da li je tajmer dostigao zadanu vrijednost (izmjerio postavljeno vrijeme). Primjer programiranja **TON** tajmera u LAD prikazan je na slici Slika 5.1, sa zajedno vremenskim dijagramom.



**Slika 5.1** Primjer programiranja **TON** tajmera u leder dijagramu

Ponekad je potrebno generisati jednake vremenske intervala koji se periodično ponavljaju. Postavljeni zadatak može se riješiti primjenom "samo-resetujućih" tajmera kao što je prikazano na slici Slika 5.2.



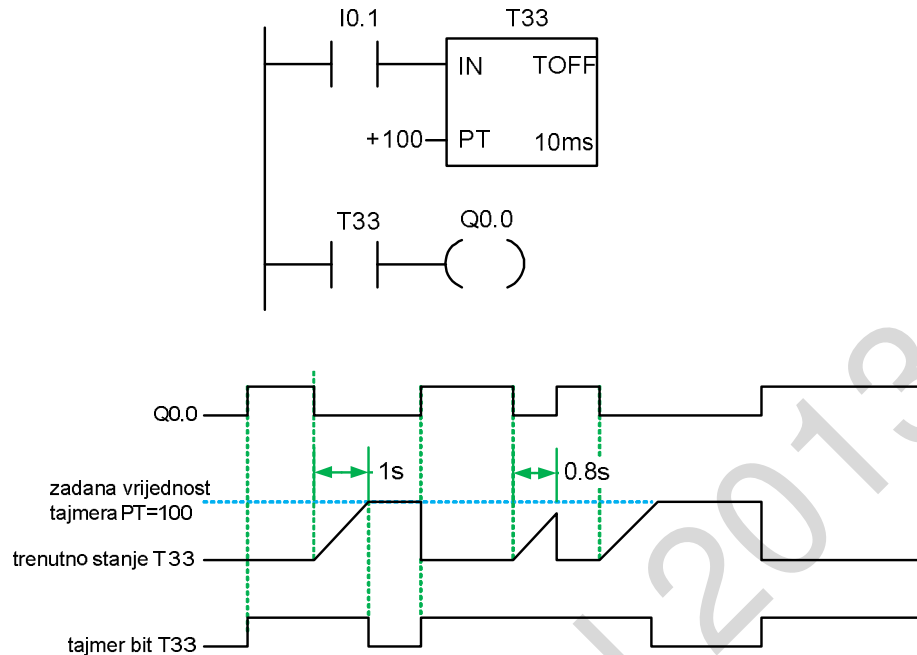
**Slika 5.2** Generisanje periodičnih vremenskih intervala sa **TON** tajmerom

Da bi obezbijedili da izlaz samo-resetujućeg tajmera (**TON** bit) bude aktivan u toku jednog sken ciklusa čim tajmer dostigne zadano vrijeme (PV) na ulazu za dozvolu rada tajmera treba koristiti normalno zatvoren kontakt umjesto tajmer bita (T?) kao što je urađeno na slici Slika 5.2.

### 5.1.3. TOF (Off-Delay Timer - tajmer sa odloženim isključenjem)

S7-200 **TOF** - tajmer sa zadržkom pri isključenju aktivira se ukoliko je logički uslov na ulazu dozvole rada tajmera IN neistinit. To znači, da ako se u toku programskog skena desi prelaz logičkog uslova sa istinit naneistinit (silazna ivica) na ulazu tajmera IN, tajmer započinje svoj rad i radi sve dok je logički uslov zadovoljen.

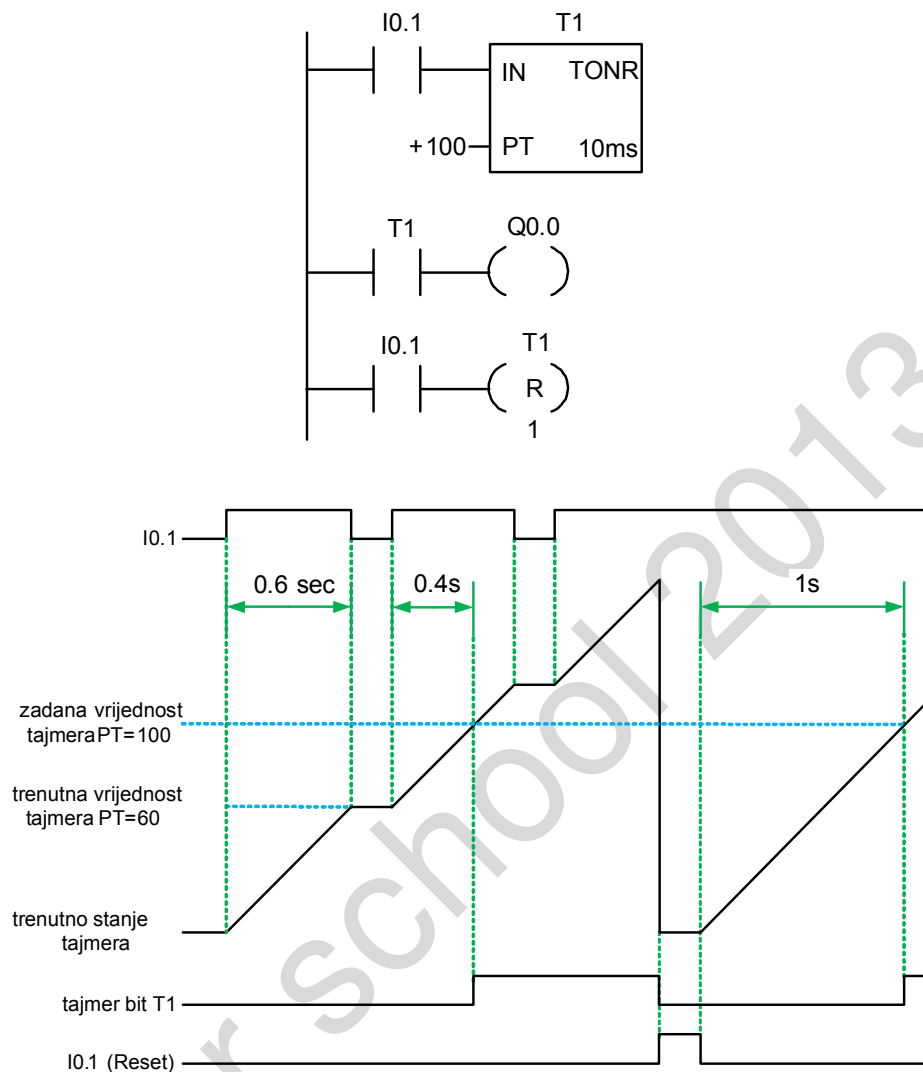
Tajmer bit na izlazu tajmera se setuje čim logički uslov na ulazu **TOF** tajmera postane istinit, a resetuje kada tajmer dostigne zadanu vrijednost kako je prikazano da vremenskom dijagramu slika Slika 5.3.



**Slika 5.3** Programiranje tajmera sa zadržkom pri isključenju u leder dijagramu

#### 5.1.4. TONR (*Retentive On-Delay Timer* - Tajmer sa zadržavanjem stanja)

**TONR** se razlikuje od **TON** samo po tome što se akumulirana vrijednost tajmera pri prestanku logičkog uslova na ulazu ne resetuje već se zadržava. Kao i obični **TON** tajmer, **TONR** tajmer počinje da radi pri prelazu logičkog uslova neistinit/istinit – uzlazna ivica i nastavlja sa radom uvećavajući akumuliranu vrijednost sve dok je uslov istinit. Kada uslov postane neistinit, tajmer prekida rad, ali se akumulirana vrijednost pri tome zadržava. Kada uslov ponovo postane istinit, tajmer nastavlja rad sa prethodno izmjerenim vremenom. Ovaj tajmer omogućava da se kumulativno mjere intervali vremena u kojima je uslov bio istinit. Primjer programiranja **TONR** tajmera u LAD prikazan je na slici Slika 5.4, zajedno sa vremenskim dijagramom.



**Slika 5.4** Primjer programiranje tajmera sa zadržavanjem stanja (TONR) u leder dijagramu

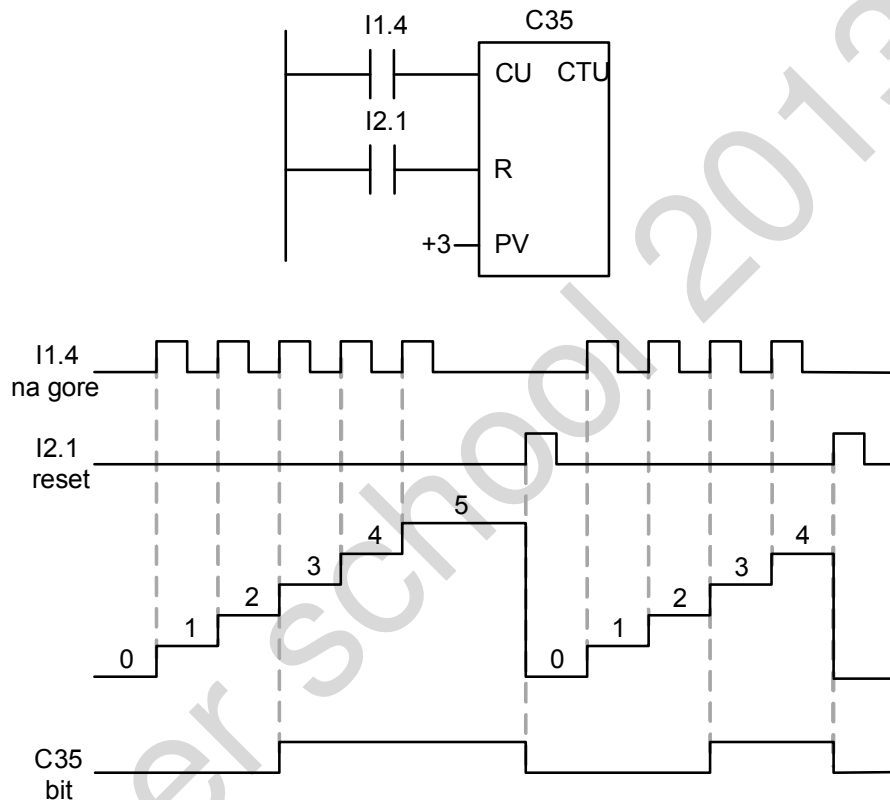
## 5.2. Programiranje brojača kod PLC S7-200

Brojači su slični tajmerima sa ključnom razlikom da se umjesto brojanja poznatih vremenskih intervala (vremenske baze) prebrojavaju promjene stanja na ulazu brojača uzrokovane nekim vanjskim događajem. To znači, da brojači kod PLK mijenjaju stanje (uvećavaju/smanjuju) kada neki spoljni ulazni uređaj (senzor) promjeni logički uslov sa neistinit/istinit u grani na ulazu brojača. Sve vrste brojača zadržavaju akumulirano vrijednosti, pa čak i u slučaju nestanka napajanja sve dok se ne resetuju. Resetovanje brojača se izvodi ispunjenjem logičkog uslova na ulazu reset (R) brojača.

PLC S7-200 podržava tri vrste brojača: **CTU** (*Count Up* – brojač na gore), **CTD** (*Count Down* – brojač na dole), **CTUD** (*Count Up/Down* – brojač na gore/dole).

### 5.2.1. CTU (*Count Up* – brojač na gore)

**CTU** – brojač na gore počinje sa brojanjem čim je logički uslov na ulazu CU istinit. Preciznije, ako u toku programskog skena dođe do promjene logičkog uslova sa neistinit na istinit (uzlazna ivica), brojač na gore inkrementira svoje stanje (uveća za jedan). Kada akumulirana vrijednost brojača postane jednaka ili veća od zadane vrijednosti brojača (PV) bit brojača na njegovom izlazu se setuje. Resetovanje brojača se izvodi zadovoljenjem logičkog uslova na reset ulazu brojača (R) ili izvršenjem Reset instrukcije u leder dijagramu. Brojač zaustavlja brojanje kad dostigne svoju maksimalnu vrijednost +32767. Na slici Slika 5.5 prikazan je primjer programiranja brojača na gore sa vremenskim dijagramom.

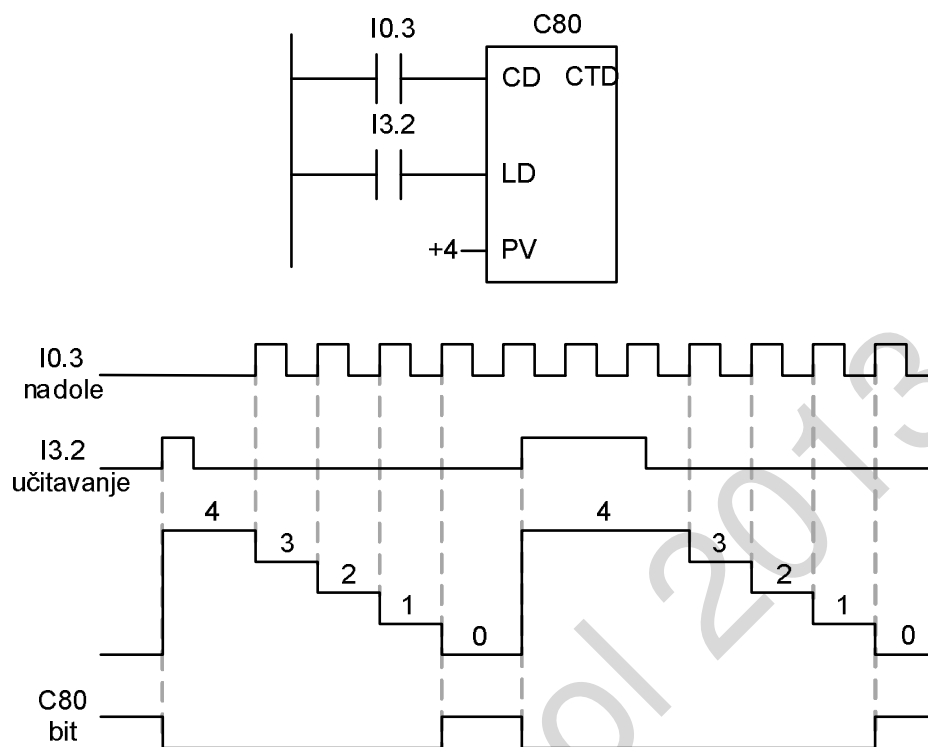


Slika 5.5 Primjer programiranja brojača na gore u leder dijagramu

### 5.2.2. CTD (*Count Down* – brojač na dole)

Kao i kod brojača na gore, **CTD** – brojač na dole počinje sa brojanjem čim logički uslov na ulazu CD postane istinit. To znači da ako u toku programskog skena dođe do promjene logičkog uslova sa neistinit na istinit (uzlazna ivica) na ulazu brojača, brojač na dole dekrementira svoje stanje (umanjuje za jedan) počevši od zadane vrijednosti brojača (PV). Kada stanje brojača postane jednako nuli bit brojača na njegovom izlazu se setuje.

Kada logički uslov na ulazu brojača LD – učitavanje postane istinit bit brojača se resetuje i zadana vrijednost (PV) brojača se učitava. Na slici Slika 5.6 prikazan je primjer programiranja brojača na dole sa vremenskim dijagramom.



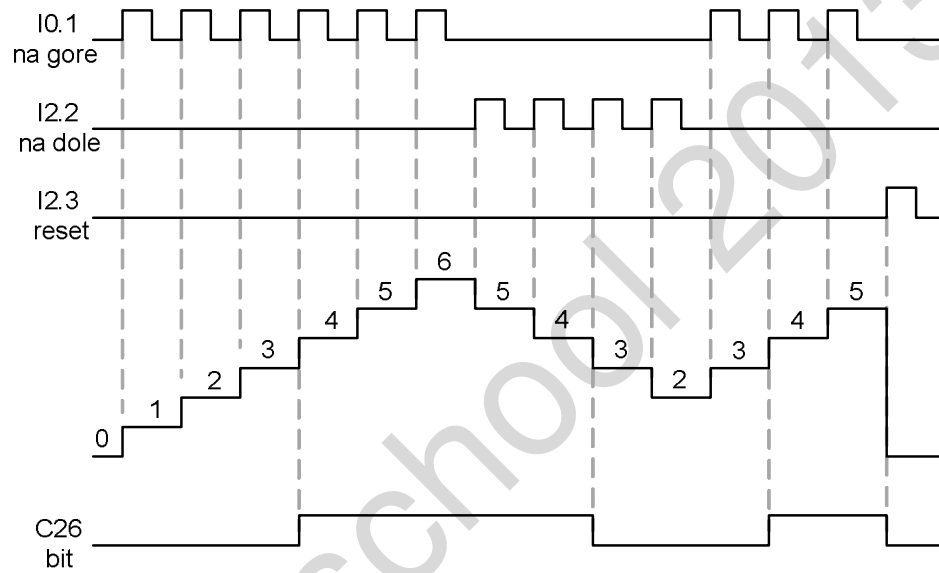
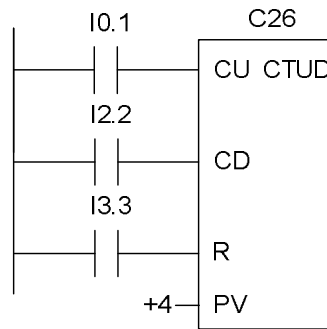
**Slika 5.6** Primjer programiranja brojača na dole u leder dijagramu

### 5.2.3. CTUD (Count Up/Down – brojač na gore/dole)

Brojač na gore/dole objedinjuje funkcije prethodno opisanih brojača. Pri promjeni logičkog uslova sa neistinit na istinit na CU ulazu, ovaj brojač će inkrementirati svoje stanje, a ukoliko se logički uslov sa neistinit na istinit promjeni na CD ulazu onda se stanje brojača dekrementira. Akumulirana vrijednost brojača poredi se sa zadanom vrijednošću brojača u svakom sken ciklusu i kada ona postane jednaka ili veća od zadane vrijednosti (PV) bit brojača na njegovom izlazu se setuje.

Ukoliko je brojač dostigao svoju maksimalnu vrijednost (32767) pri promjeni logičkog uslova neistinit - istinit na CU ulazu brojača njegova tekuća vrijednost se mijenja i postaje minimalna (-32768). Ista slučaj se dešava i kada brojač dostigne svoju minimalnu vrijednost (-32768). Pri promjeni logičkog uslova neistinit - istinit na CD ulazu brojača njegova tekuća vrijednost se mijenja i postaje maksimalna (32767). Resetovanje brojača se izvodi ispunjenjem logičkog uslova na reset (R) ulazu brojača ili izvršenjem Reset instrukcije u leder dijagramu.

Na slici Slika 5.7 prikazan je primjer programiranja brojača na gore/dole sa vremenskim dijagramom.

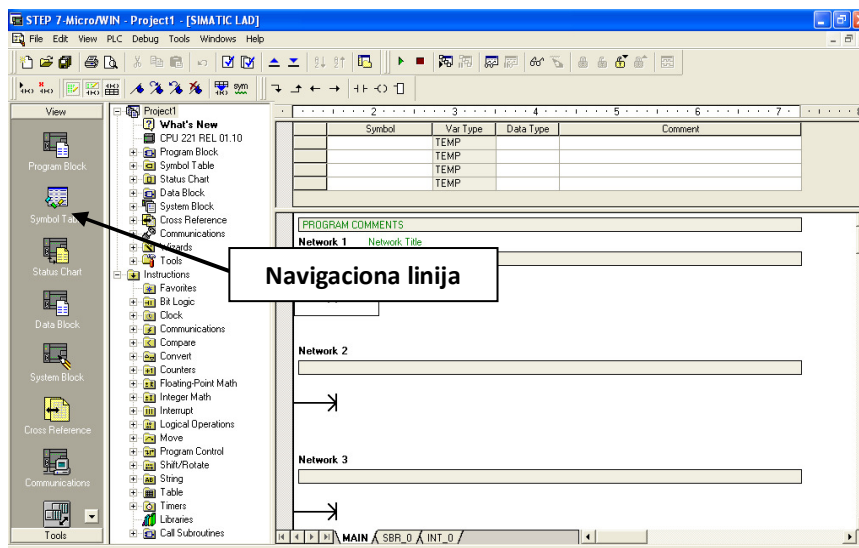


**Slika 5.7** Primjer programiranja brojača na gore/dole u leder dijagramu

## 6. STEP 7 – MICRO/WIN SOFTVERSKO OKRUŽENJE

Otvaranjem programa STEP 7 – Micro/WIN automatski se otvara novi projekat. Izgled novog projekta prikazan je na slici Slika 6.1.

Potrebno je posebno obratiti pažnju na navigacionu liniju sa alatima, gdje se klikom na neku od ikonica otvara novi prozor sa podešavanjem STEP 7 – Micro/WIN okruženja. Tako na primjer klikom na ikonicu „Program blok“ otvara se prozor za unos programa, klikom na ikonicu „Symbol Table“ otvara se se tabela za logičku dodjelu adresa ulaznim i izlaznim promjenljivim, itd.

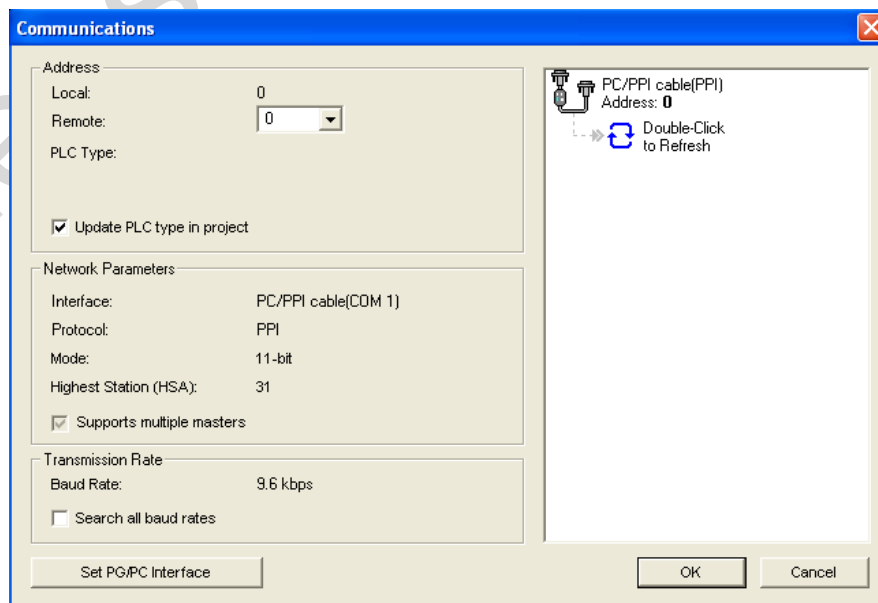


Slika 6.1 Izgled novog projekta STEP 7 – Micro/WIN

### 6.1. Podešavanje komunikacije i uspostavljanje veze sa S7-200

Klikom na ikonicu „Communications“ iz navigacione linije sa alatima otvara se prozor (slika Slika 6.2) za podešenje komunikacija između STEP 7 – Micro/WIN-a sa kontrolerom. STEP 7 – Micro/WIN softver za programiranje S7-200 familije kontrolera koristi standardnu RS-232/PPI Multi-Master komunikaciju. Da bi se verificovalo podeševanje ove komunikacije potrebno je proći sljedeće korake:

1. Provjeriti da je adresa PC/PPI kabla podešena na 0,



Slika 6.2 Prozor za podešenje komunikacije između STEP 7 – Micro/WIN-a i S7-200 kontrolera

2. Provjeriti da je interfejs mrežnog parametra podešen na PC/PPI kabal (COM1),
3. Provjeriti da je brzina prenosa podešena na 9.6 kbps.

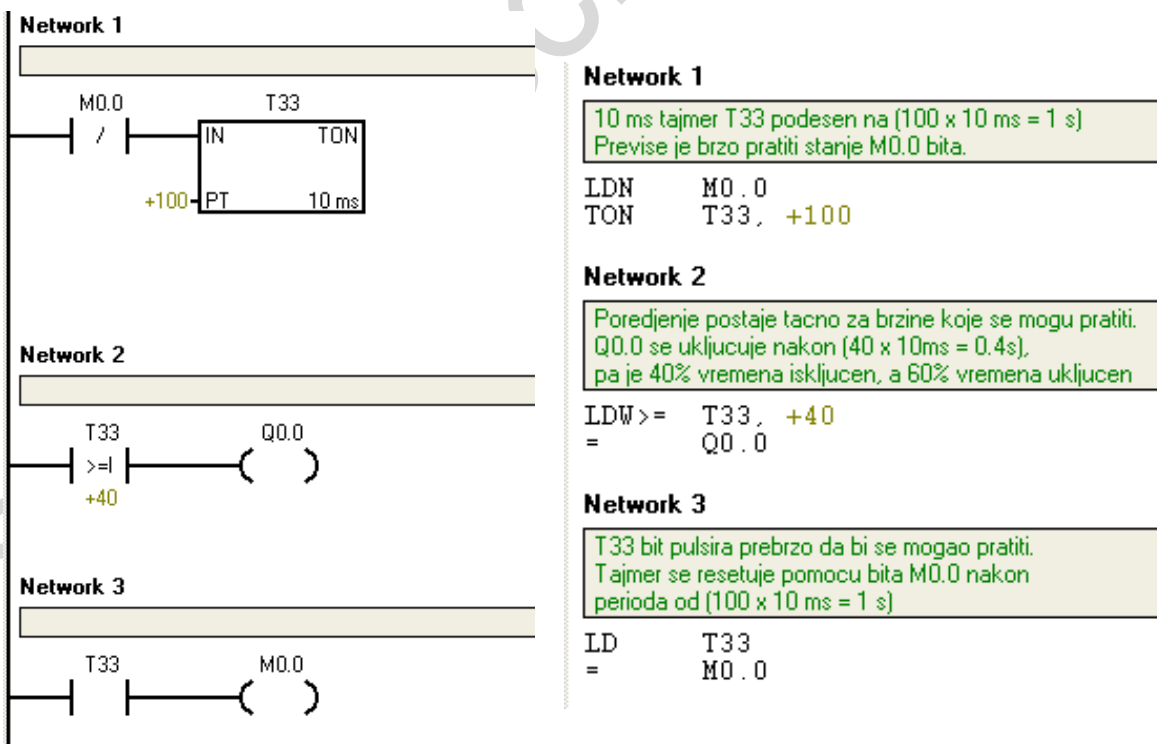
Za uspostavljanje veze sa kontrolerom S7-200 u komunikacionom prozoru potrebno je uraditi sljedeće korake:

1. Duplim klikom na ikonicu „Refresh“ u desnom dijelu komunikacionog prozora STEP 7 – Micro/WIN, prvo se pretražuju svi S7-200 kontroleri u radnom okruženju, a kao rezultat u istom prozoru pojaviće se ikonice CPU jedinica koje su povezane sa STEP 7 – Micro/WIN okruženjem,
2. Klikom na ikonicu izabere se željeni S7-200 kontroler.

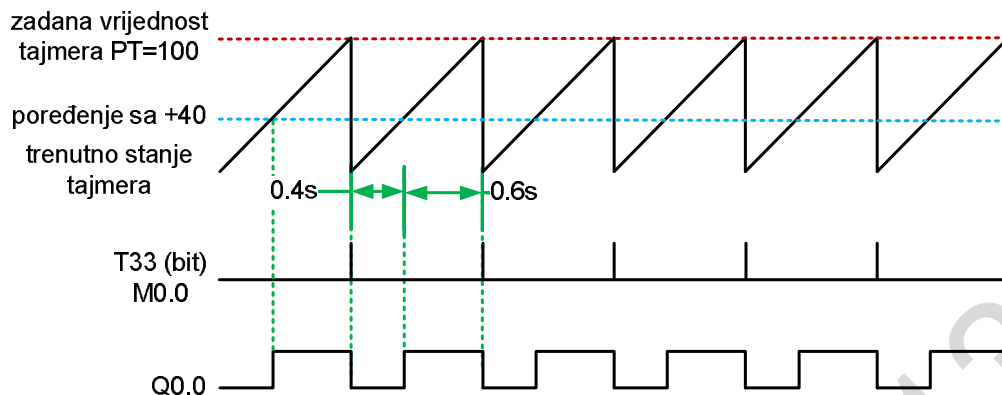
Ako STEP 7 – Micro/WIN ne ponade nijedan S7-200 kontroler, potrebno je provjeriti pethodna podešenja komunikacije i ponoviti ove korake. Nakon što se uspostavi veza sa S7-200 kontrolerom može se pristupiti kreiranju programa i njegovom pohranjivanju u memoriju kontrolera.

## 6.2. Kreiranje test programa

Kroz primjer programiranja jednog cikličnog tajmera pokazana je jednostavnost korišćenja STEP 7 – Micro/WIN softvera za programiranje S7-200 kontrolera. Slika Slika 6.3 prikazuje dva načina unosa instrukcija za programiranje cikličnog tajmera. Na slici Slika 6.3 lijevo, prikazana je grafička forma za programiranje kontrolera koja u praksi široko prihvaćena i poznata je kao **ladder dijagram**, a na desnoj strani slike je prikazana tekstualna forma programiranja kontrolera poznata kao (STL) **lista instrukcija**. Iznad svake linije moguće je dodati komentar koji pojašnjava dio koda i doprinosi preglednosti cijelog programa. Vremenski dijagram na slici Slika 6.4 prikazuje rad cikličnog tajmera.



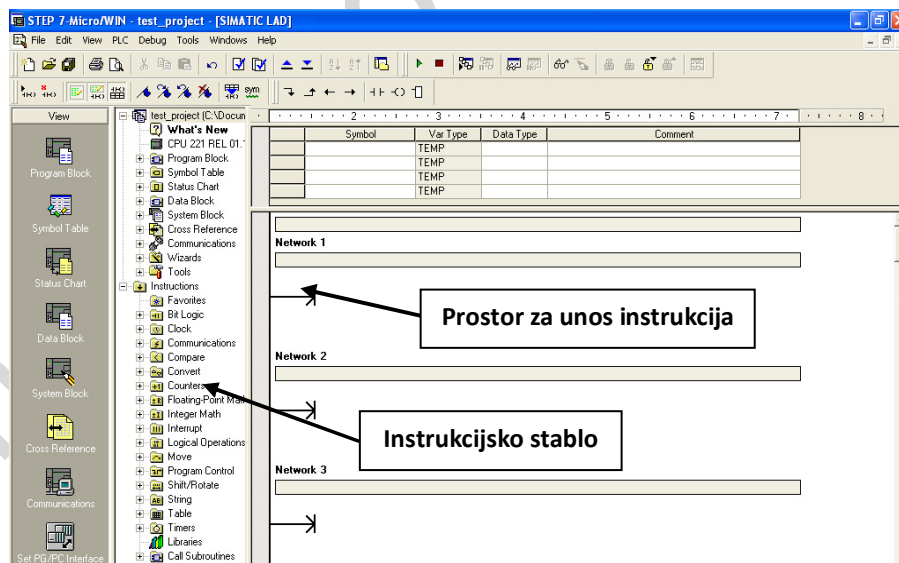
Slika 6.3 Primjer programiranja cikličnog tajmera u STEP 7 – Micro/WIN okruženju



Slika 6.4 Vremenski dijagram rada cikličnog tajmera

### 6.2.1. Otvaranje prozora za unos programa

Klikom na ikonicu „Program Block“ u navigacionoj liniji otvara se prozor za unos instrukcija programa. U prozoru za programiranje važno je obratiti pažnju na stablo instrukcija, koje sadrži sve tipove instrukcija koje familija S7-200 kontrolera podržava. Klikom na odgovarajući folder unutar stabla instrukcija pojavljuje se ikonice srodnih instrukcija kao što su Bit logic, Clock, Compare, itd. Ako je izabrana grafička forma unosa instrukcija, odnosno leder dijagram kao što je prikazano na slici Slika 6.5 onda se unos instrukcija u program (programiranje) svodi na jednostavno prevlačenje ikonice instrukcija iz stabla instrukcija u prostor za programiranje, tačnije u pojedine linije. Nakon što se program napiše, testira i sačuva na računaru, može se pohraniti u memoriju kontrolera.



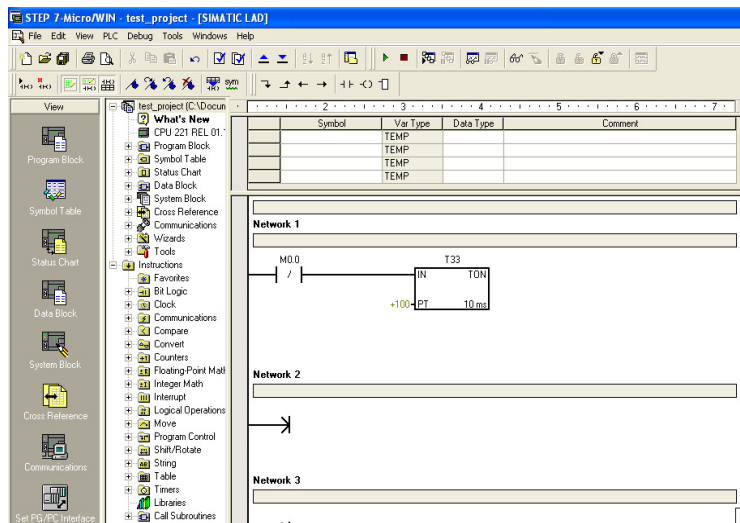
Slika 6.5 Prozor za grafički unos instrukcija (leder dijagram)

### Linija 1: Aktiviranje tajmera

Kada je memorijski bit M0.0 u stanju logičke nule u liniji 1 zadovoljen je logički kontinuitet i tajmer se aktivira. Aktiviranje tajmera se programira u sljedećim koracima.

Prvo se unosi ikonica normalno zatvorenog kontakta:

1. Klikom na znak plus („+“) otvara se folder „Bit Logic“ i prikazuju se ikonice svih bit logičkih instrukcija,
2. Odabira se ikonica normalno zatvoreni kontakt,
3. Ova se ikonica prevlači u prvu liniju za programiranje,
4. Umjesto znaka „???“ iznad ikonice normalno zatvorenoig kontakta upisuje se adresa memorijskog bita M0.0.



Nakon toga se unosi ikonica tajmera.

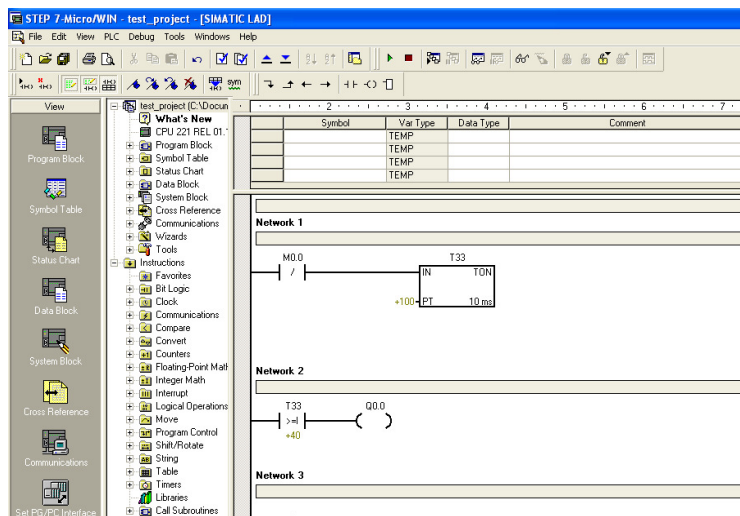
5. Duplim klikom na folder „Timers“ pojavljuju se ikonice instrukcija tajmera,
6. Odabira se ikonica tajmera TON (On-Delay Timer – tajmer sa zadržkom),
7. Ikonica TON se prevlači u prvu liniju pored prethodno postavljene ikonice kontakta,
8. Umjesto znaka „???“ iznad ikonice tajmera upisuje se njegova adresa T33. Vremenska baza ovog tajmera je 10ms, pa za podešenu vrijednost (PT) treba odabrati 100, da bi tajmer mjerio vrijeme od 1s (vremenski dijagram Slika 6.4).

### Linija 2: Kontrola izlaza

Kada je trenutna vrijednost tajmera veća ili jednaka 40 (40x10ms ili 0.4s) kao što je prikazano na vremenskom dijagramu (slika Slika 6.4), zadovoljen je logički kontinuitet u liniji 2 čime se uključuje izlaz Q0.0 kontrolera S7-200. Ovaj dio koda se programira u sljedećim koracima.

Prvo se unosi ikonica kontakta za poređenje trenutne vrijednosti tajmera sa cijelim brojem:

1. Klikom na znak plus („+“) otvara se folder „Compare“ i pojavljuju se ikonice svih instrukcije za poređenje,
2. Odabira se ikonica kontakta za poređenje: veće ili jednako od cijelog broja  $\geq$  (Integer),



3. Ikonica kontakta se prevlači u drugu liniju za programiranje,
4. Umjesto znaka „???” iznad ikonice kontakta za poređenje upisuje se adresa tajmera T33, dok se umjesto „???” ispod ikonice kontakta upisuje vrijednost +40 sa kojom se poredi trenutna vrijednost tajmera (vremenski dijagram na slici Slika 6.4).

Nakon toga se unosi ikonica izlaza Q0.0.

5. Klikom na znak plus („+“) otvara se folder „Bit Logic“ i prikazuju se ikonice svih bit logičkih instrukcija,
6. Odabira se ikonica „coil“ (izlaz),
7. Ikonica izlaz se prevlači u drugu liniju pored prethodno postavljene ikonice kontakta za poređenje. Umjesto znaka „???” iznad ikonice izlaz upisuje se adresa izlaza Q0.0.

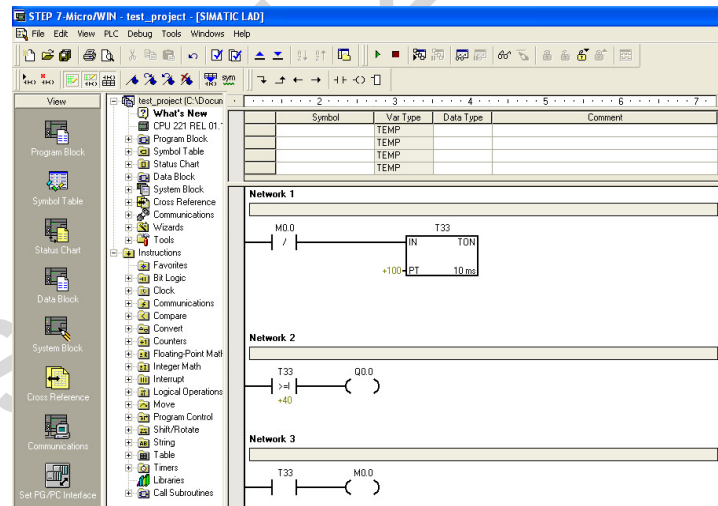
### *Linija 3: Resetovanje tajmera*

Kada tajmer dostigne podešenu vrijednost (100), izlaz tajmera postaje jednak logičkoj jedinici, pa bit stanja tajmera T33 takođe postaje jednak logičkoj jedinici. Ovaj bit uspostavlja logički kontinuitet u liniji 3 i postavlja memorijski bit M0.0 na logičku jedinicu. Istovremeno memorijski bit M0.0 u liniji 1 prekida logički kontinuitet čime se tajmer isključuje i resetuje. Da bi se isprogramirao ovaj dio koda prvo se unosi ikonica normalno otvorenog kontakta:

1. Klikom na znak plus („+“) otvara se folder „Bit Logic“ i prikazuju se ikonice svih bit logičkih instrukcija,
2. Odabira se ikonica normalno otvorenog kontakta,
3. Ikonica kontakt se prevlači u treću liniju za programiranje,
4. Umjesto znaka „???” iznad ikonice kontakta upisuje se adresa tajmera T33.

Nakon toga se unosi ikonica izlaz (*coil*) za kontrolu bita M0.0.

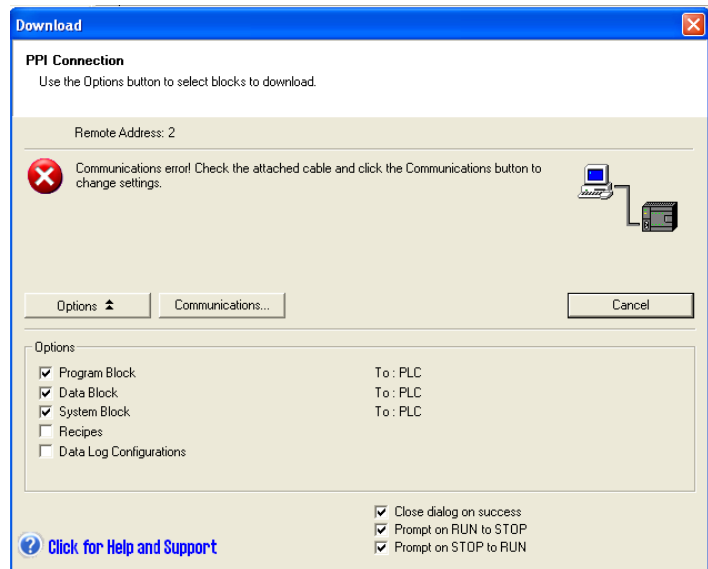
5. Klikom na znak plus („+“) otvara se folder „Bit Logic“ i pojavljuju se ikonice svih bit logičkih instrukcija,
6. Odabira se ikonica izlaz (coil),
7. Ikonica izlaz se prevlači u treću liniju pored prethodno postavljene ikonice kontakta tajmera T33,
8. Umjesto znaka „???” iznad ikonice kontakta upisuje se adresa memorijskog bita M0.0.



### 6.2.2. Smještanje programa u memoriju PLK i promjena režima rada PLK

Nakon unosa svih instrukcija programa, program se prvo memoriše na disku računara, a nakon toga može biti smješten u memoriju kontrolera. Smještanje programa u memoriju kontrolera izvodi se u sljedećim koracima:

1. Iz glavnog menija STEP 7 –Micro /WIN odabira se File – Download naredba čime se otvara prozor za smještanje programa u memoriju kontrolera (slika Slika 6.6),
2. Ukoliko je komunikacija sa kontrolerom prethodno podešena klikom na taster OK svi potrebni elementi programa biće prebačeni i zapamćeni u memoriju kontrolera.



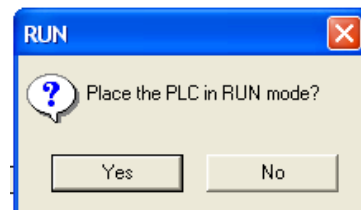
Slika 6.6 Izgled prozora za smještanje programa u memoriju

Ako je kontroler u RUN režimu rada, otvara se prozor u kome se traži da se kontroler prebaci u STOP režim, jer je nemoguće mijenjati sadržaj memorije kontrolera dok je on u RUN režimu rada.

**Napomena:** Svaki STEP 7 – Micro/WIN projekat je povezan sa odgovarajućom procesorskom jedinicom (CPU 221, CPU222, CPU 224, CPU 224XP ili CPU 226). Ako izabrana procesorska jedinica ne odgovara tipu kontrolera sa kojim je STEP 7 – Micro/WIN (računar) prethodno povezan, STEP 7 – Micro/WIN ukazuje na grešku i traži da se uskladi tip procesorske jedinice.

Prebacivanje PLK uređaja u RUN režim rada pomoću STEP 7 – Micro/WIN programa izvodi se u sljedećim koracima:

1. Iz glavnog menija STEP 7 –Micro /WIN izabere se PLC – RUN naredba,
2. U dobijenom prozoru pritiskom na taster YES postavlja se kontroler u RUN režim rada.



Kada se PLK prebaci u RUN režim rada, onda on izvršava program nezavisno od PC računara. U prethodno opisanom primjeru programiranja cikličnog tajmera izlaz Q0.0 ciklično mijenja stanje, kao što je prikazano na vremenskom dijagramu (slika Slika 6.4).

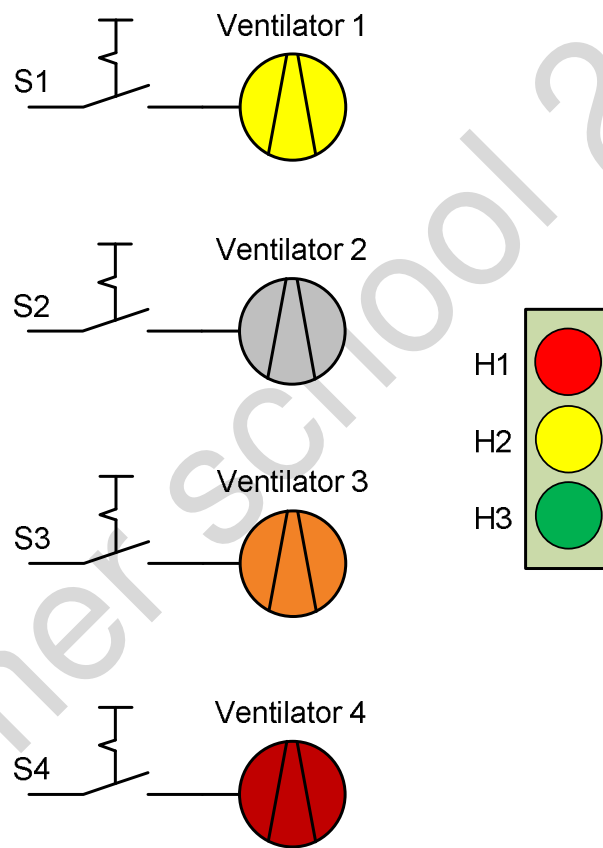
Izvršenje programa od strane PLK može se pratiti pomoću **Debug – Program Status** naredbe iz glavnog menija. Naime, STEP 7 – Micro/WIN ima mogućnost prikaza trenutnih vrijednosti stanja ulaza, odnosno ulaza u pojedinim linijama programa.

Zaustavljanje rada PLK izvodi se njegovim prebacivanjem u STOP režim izborom **PLC – STOP** naredbe iz glavnog menija STEP 7 – Micro/WIN okruženja.

## 7. ZADACI SA OSNOVNIM MODULOM PLK S7-200

### Zadatak 1: Kontrola ventilatora

Uz pomoć programabilnog logičkog kontrolera potrebno je upravljati ventilatorima u podzemnoj parking garaži sa 4 nivoa. Na svakom nivou garaže su ugrađeni ventilatori koji treba se uključe u zavisnosti od stanja prekidača S1 – S4, respektivno. Ako su tri ili sva četiri ventilatora uključena, protok zraka je zadovoljavajući, što treba se signalizira zelenim svjetlom na kontrolnom pultu. Rad samo 2 ventilatora, treba da se signalizira žutim svjetlom, a ako radi samo jedan ili su svi vektitori isključeni, protok zraka je nedovoljan, što treba da se signalizira crvenim svjetlom na kontrolnom pultu. Na slici Slika 7.1. Prikazana je kontrolni pult za upravljanje ventilatorima u pozemnoj garaži.



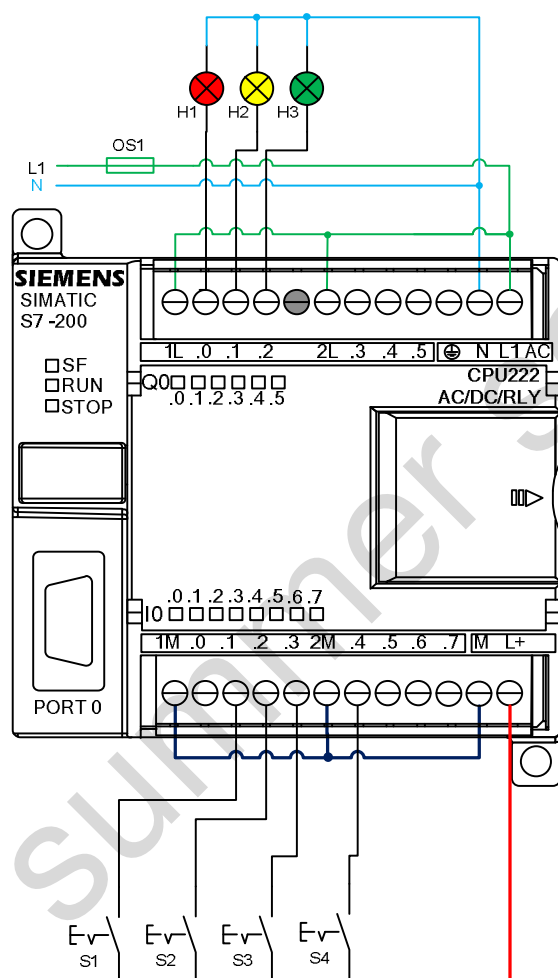
Slika 6.1

Slika 7.1 Komandni pult za upravljanje ventilatorima u podzemnoj garaži

Lista dodjele adresa senziorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR               |
|--------|--------|------------------------|
| I0.1   | S1     | Prekidač ventilatora 1 |
| I0.2   | S2     | Prekidač ventilatora 2 |
| I0.3   | S3     | Prekidač ventilatora 3 |
| I0.4   | S4     | Prekidač ventilatora 4 |
| Q0.0   | H1     | Crveno svjetlo         |
| Q0.1   | H2     | Žuto svjetlo           |
| Q0.2   | H3     | Zeleno svjetlo         |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senziorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Zadatak je realizovan veoma jednostavnim kombinacionim logičkim kolima. Za svako uključenje/isključenje svjetla za signalizaciju postoji posebna linija (*Network*). Prije uključanja svjetla ispituju se stanja svih prekidača S1-S4. Ako su zatvorena 3 ili sva 4 prekidača uključuje se zeleno svjetlo, za zatvorena 2 prekidača žuto, a 1 ili nijedan zatvoren prekidač crveno svjetlo.

### Rješenje (STL):

TITLE=Zadatak 1:Kontrola ventilatora

#### Network 1 // Uslovi za uključenje zelenog svjetla

```
LD I0.1
A I0.2
A I0.3
AN I0.4
LD I0.1
A I0.2
AN I0.3
A I0.4
OLD
LD I0.1
AN I0.2
A I0.3
A I0.4
OLD
LDN I0.1
A I0.2
A I0.3
A I0.4
OLD
LD I0.1
A I0.2
A I0.3
A I0.4
OLD
= Q0.2
```

#### Network 2 // Uslovi za uključenje žutog svjetla

```
LD I0.1
A I0.2
AN I0.3
AN I0.4
LD I0.1
AN I0.2
A I0.3
AN I0.4
OLD
LD I0.1
AN I0.2
AN I0.3
A I0.4
OLD
```

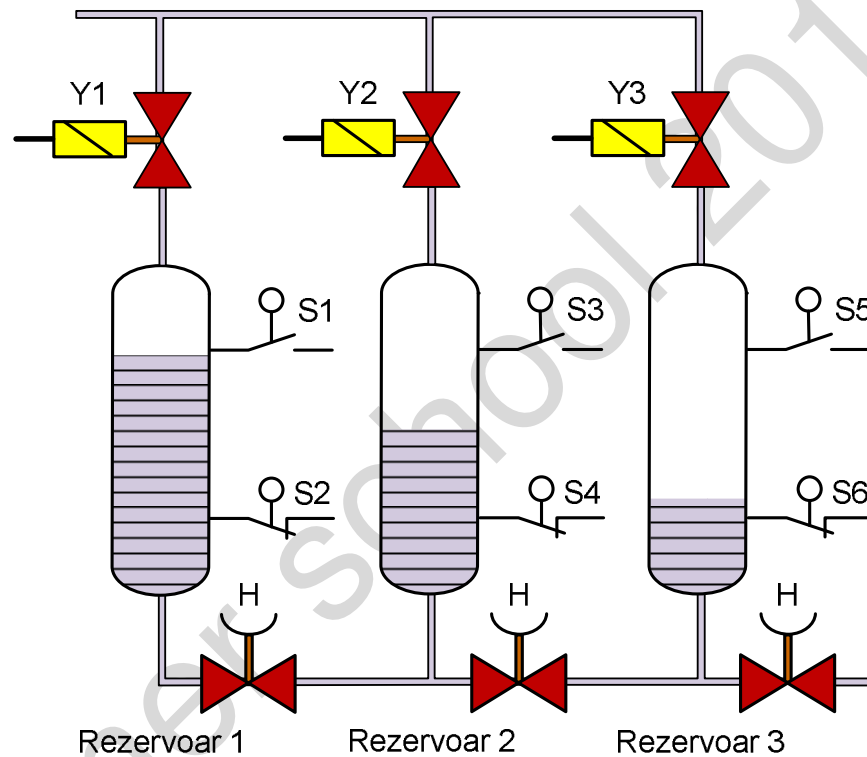
```
LDN I0.1
A I0.2
AN I0.3
A I0.4
OLD
LDN I0.1
A I0.2
A I0.3
AN I0.4
OLD
LDN I0.1
AN I0.2
A I0.3
A I0.4
OLD
= Q0.1
```

#### Network 3 // Uslovi za uključenje crvenog svjetla

```
LDN I0.1
AN I0.2
AN I0.3
AN I0.4
LD I0.1
AN I0.2
AN I0.3
AN I0.4
OLD
LDN I0.1
A I0.2
AN I0.3
AN I0.4
OLD
LDN I0.1
AN I0.2
AN I0.3
A I0.4
OLD
= Q0.0
```

## Zadatak 2: Punjenje rezervoara

Potrebno je isprogramirati programabilni logički kontroler tako da upravlja punjenjem tri rezervoara. Na svakom rezervoaru postavljeni su granični prekidači za indicaciju stanja „rezervoar prazan“ i „rezervoar pun“. Punjenje rezervoara tečnošću kontroliše se sa ventilima Y1, Y2 i Y3. Oznake senzora za indicaciju stanja „rezervoar prazan“ su S2, S4 i S6, dok su S1, S3 i S5 oznake senzora za indicaciju stanja „rezervoar pun“. Rezervoari se prazne ručno, a redoslijed pražnjenja je proizvoljan. Čim se neki od rezervoara isprazni, treba ga ponovo napuniti do vrha. Rezervoari treba da se pune onim redoslijedom kojim su bili ispražnjeni. Ako su rezervoari ispražnjeni redoslijedom 2-1-3, moraju se i puniti redoslijedom 2-1-3. Izgled sistema sa rezervoarima dat je na slici Slika 7.2.

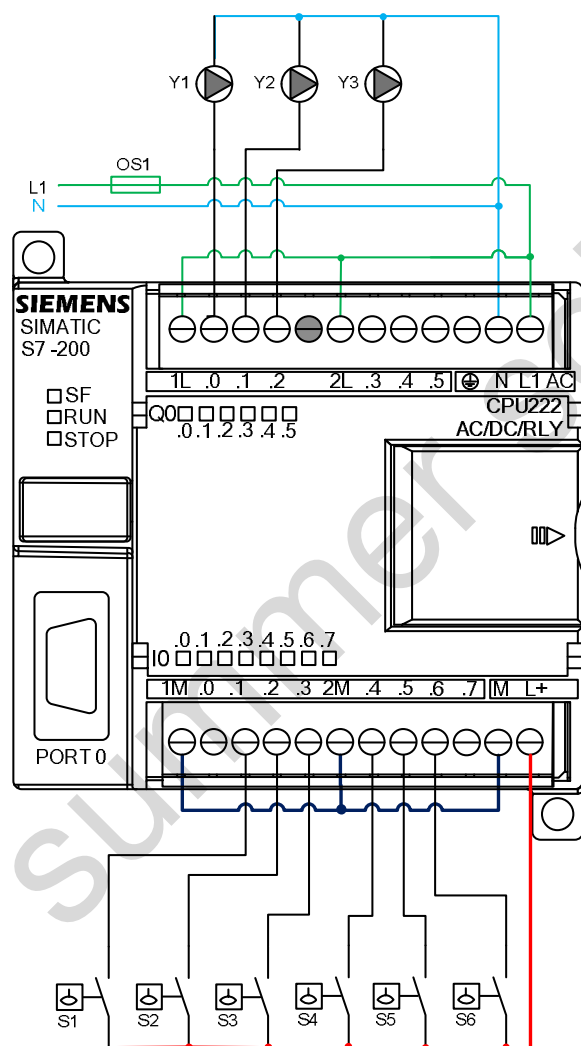


Slika 7.2 Izgled sistema sa rezervoarima

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR           |
|--------|--------|--------------------|
| I0.1   | S1     | Rezervoar 1 PUN    |
| I0.2   | S2     | Rezervoar 1 PRAZAN |
| I0.3   | S3     | Rezervoar 2 PUN    |
| I0.4   | S4     | Rezervoar 2 PRAZAN |
| I0.5   | S5     | Rezervoar 3 PUN    |
| I0.6   | S6     | Rezervoar 3 PRAZAN |
| Q0.0   | Y1     | Ventil 1           |
| Q0.1   | Y2     | Ventil 2           |
| Q0.2   | Y3     | Ventil 3           |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Da bi se omogućilo da redoslijed punjenja rezervoara bude isti kao i redoslijed pražnjenja, potrebna su *tri memorijska bita* koji će “pamtiti” stanje tečnosti u rezervoarima. Ovi bitovi će se setovati čim se odgovarajući rezervoar isprazni, a resetovati tek kada punjenje tog rezervoara počne. Jedan setovan memorijski bit onemogućuje setovanje ostala dva memorijska bita. On se resetuje čim otpočne punjenje odgovarajućeg rezervoara i dozvoljava se setovanje jednog od druga dva memorijska bita. Setovanje memorijskih bitova se realizuje u linijama 1, 3 i 5, a resetovanje u linijama 2, 4 i 6.

U nastavku zadatka se otvaraju, odnosno zatvaraju *ventili* koji služe za punjenje rezervoara. Rezervoar se puni ako je setovan memorijski bit koji se odnosi na taj rezervoar (linije 7, 9 i 11). Punjenje se završava onda kada bilo koji od senzora nivoa S1, S3 i S5 da signal da je rezervoar napunjen (linije 8, 10 i 12). Važno je napomenuti da punjenje jednog rezervoara onemogućuje punjenje ostalih. Dakle, u jednom trenutku može biti setovan samo jedan memorijski bit (rezervoar čeka punjenje) i otvoren samo jedan ventil (rezervoar se puni), na ovaj način ostvareno je punjenje rezervoara onim redoslijedom kojim su oni ispražnjeni.

## Rješenje (STL):

TITLE=Punjenje rezervoara

**Network 1 // Rezervoar 1 je prazan\_setuje se memorijski bit M0.0**

LD I0.2

S M0.0, 1

**Network 2 // Rezervoar 1 se puni\_resetuje se memorijski bit M0.0**

LD Q0.0

O M0.1

O M0.2

R M0.0, 1

**Network 3 // Rezervoar 2 je prazan\_setuje se memorijski bit M0.1**

LD I0.4

S M0.1, 1

**Network 4 // Rezervoar 2 se puni\_resetuje se memorijski bit M0.1**

LD Q0.1

O M0.0

O M0.2

R M0.1, 1

**Network 5 // Rezervoar 3 je prazan\_setuje se memorijski bit M0.2**

LD I0.6

S M0.2, 1

**Network 6 // Rezervoar 3 se puni\_resetuje se memorijski bit M0.2**

LD Q0.2

O M0.0

O M0.1

R M0.2, 1

**Network 7 // Punjenje rezervoara 1**

LD M0.0

S Q0.0, 1

**Network 8 // Rezervoar 1 je napunjen**

LD I0.1

O Q0.1

O Q0.2

R Q0.0, 1

**Network 9 // Punjenje rezervoara 2**

LD M0.1

S Q0.1, 1

**Network 10 // Rezervoar 2 je napunjen**

LD I0.3

O Q0.0

O Q0.2

R Q0.1, 1

**Network 11 // Punjenje rezervoara 3**

LD M0.2

S Q0.2, 1

**Network 12 // Rezervoar 3 je napunjen**

LD I0.5

O Q0.0

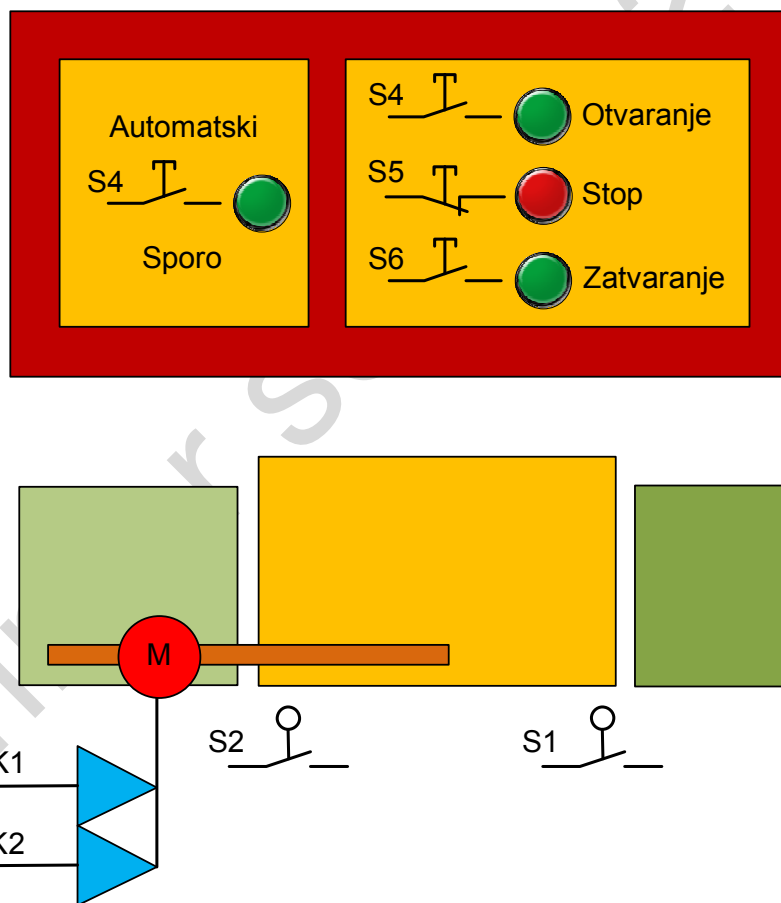
O Q0.1

R Q0.2, 1

### Zadatak 3: Otvaranje/zatvaranje kapije

Napisati program za programabilni logički kontroler koji upravlja otvaranjem i zatvaranjem kapije. Kapija se otvara i zatvara elektromotorom koji se upravlja sa dva kontaktera K1 i K2. Kada je uključen kontakter K1, motor se okreće u lijevu stranu i kapija se otvara, a kada je uključen kontakter K2, motor se okreće u desnu stranu i kapija se zatvara. Ova dva kontaktera ne smiju biti aktivna u isto vrijeme! Granični prekidači S1 i S2 detektuju krajnje položaje kapije otvorena i zatvorena, respektivno.

Sa kontrolnog panela može se upravljati otvaranjem/zatvaranjem kapije u *automatskom* i *ručnom* režimu rada. Ako je odabran *automatski režim*, kapija se otvara/zatvara kratkim pritiskom tastera OTVORI/ZATVORI. Otvaranje/zatvaranje se može u svakom trenutku prekinuti pritiskom tastera STOP. U *ručnom režimu* se kapija otvara/zatvara sve dok se drži taster OTVORI/ZATVORI, onog trenutka kada se otpusti taster ili kada se dostigne krajnji položaj, kapija prestaje da se kreće. Sistem otvaranja/zatvaranja kapije prikazan je na slici Slika 7.3.

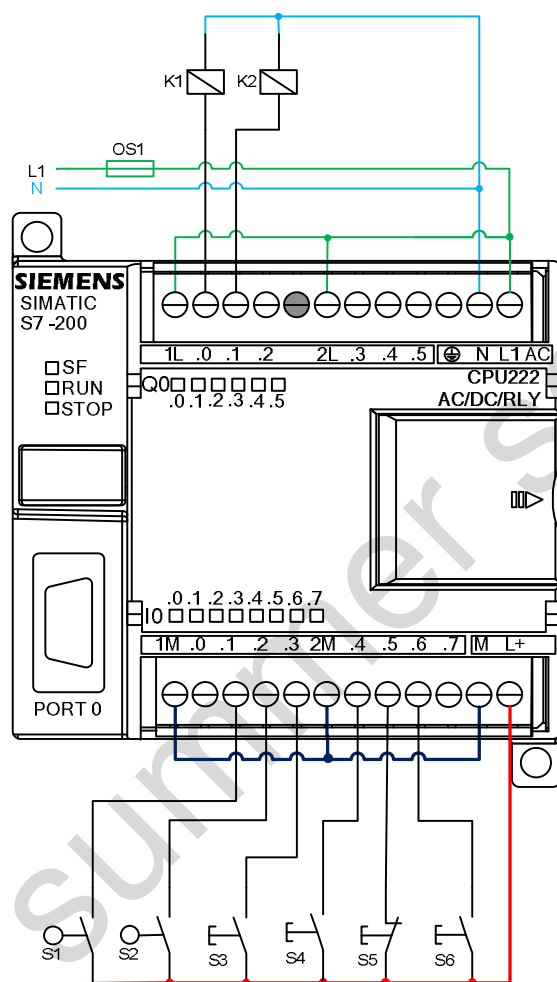


Slika 7.3 Kapija sa automatskim i ručnim režimom otvaranja/zatvaranja

Lista dodjele adresa sensorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                          |
|--------|--------|-----------------------------------|
| I0.1   | S1     | Prekidač_ kapija zatvorena (NO)   |
| I0.2   | S2     | Prekidač_ kapija otvorena (NO)    |
| I0.3   | S3     | Prekidač AUTO/MAN (AUTO=1, MAN=0) |
| I0.4   | S4     | Taster „OTVORI“ (NO)              |
| I0.5   | S5     | Taster „STOP“ (NC)                |
| I0.6   | S6     | Taster „ZATVORI“ (NO)             |
| Q0.0   | K1     | Kontakter – otvori kapiju         |
| Q0.1   | K2     | Kontakter – zatvori kapiju        |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa sensorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Zadatak je realizovan u samo dvije mreže. U prvoj mreži realizovano je otvaranje, a u drugoj zatvaranje kapije u oba režima, ručnom i automatskom.

U automatskom režimu *otvaranja kapije*, kapija se otvara kada se pritisne taster „otvori“ i nastavlja sa otvaranjem sve dok se ne pritisne STOP ili dok ne dođe u svoj krajnji položaj. U ručnom režimu kapija se otvara sve dok se drži taster „otvori“ i dok kapija ne dođe u svoj krajnji položaj. Naravno otvaranje kapije ni u kom režimu nije moguće, ako je kapija prethodno počela da se zatvara.

U automatskom režimu *zatvaranja kapije*, kapija se otvara kada se pritisne taster „zatvori“ i nastavlja sa zatvaranjem sve dok se ne pritisne STOP ili dok ne dođe u svoj krajnji položaj. U ručnom režimu kapija se zatvara sve dok se drži taster „zatvori“ i dok kapija ne dođe u svoj krajnji položaj. Naravno zatvaranje kapije ni u kom režimu nije moguće, ako je kapija prethodno počela da se otvara.

### Rješenje (STL):

TITLE=Otvaranje/zatvaranje kapije

#### Network 1 // Otvaranje kapije

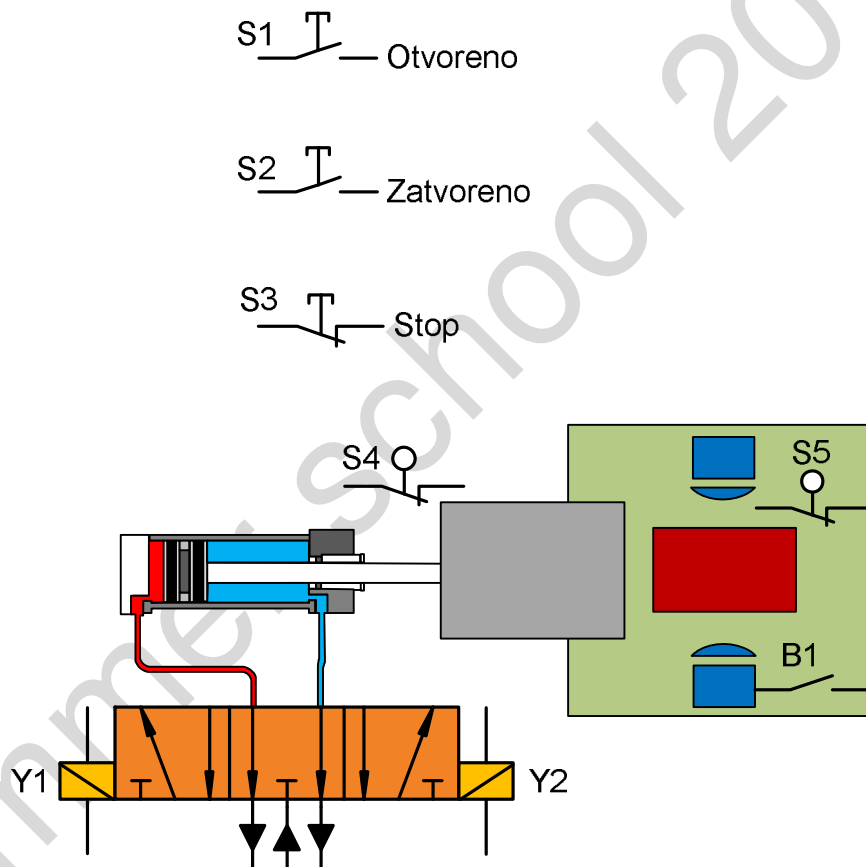
```
LD I0.3
AN I0.2
LD I0.4
O Q0.0
ALD
AN I0.5
LDN I0.3
AN I0.2
A I0.4
OLD
AN Q0.1
= Q0.0
```

#### Network 2 // Zatvaranje kapije

```
LD I0.3
AN I0.2
LD I0.6
O Q0.1
ALD
AN I0.5
LDN I0.3
AN I0.2
A I0.6
OLD
AN Q0.0
= Q0.1
```

#### Zadatak 4: Kontrola otvaranja/zatvaranja vrata pećnice

Napisati program za programabilni logički kontroler koji upravlja otvaranjem/zatvaranjem vrata pećnice uz pomoć klipa cilindra. Vrata pećnice se mogu naći u tri položaja, otvorena, zatvorena ili mogu ostati u položaju u kom su zatečena. U početnom stanju vrata su zatvorena. Vrata se otvaraju pritiskom tastera OTVORI sve dok se ne otvore do kraja ili dok se ne pritisne taster ZAUSTAVI. Kada su vrata otvorena i nalaze se u svom krajnjem položaju (granični prekidač S4) zatvaraju se automatski nakon 6s ili ručno, ukoliko se prije isteka 6s pritisne taster ZATVORI. Proces zatvaranja vrata može se prekinuti u bilo kom trenutku pritiskom tastera ZAUSTAVI. Pored toga, proces zatvaranje vrata se zaustavlja i ako se prekine svjetlosna barijera, a onog trenutka kada se svjetlosna barijera ponovo uspostavi, proces zatvaranja vrata se dalje nastavlja. Sistem upravljanja vratima pećnice prikazan je na slici Slika 7.4.



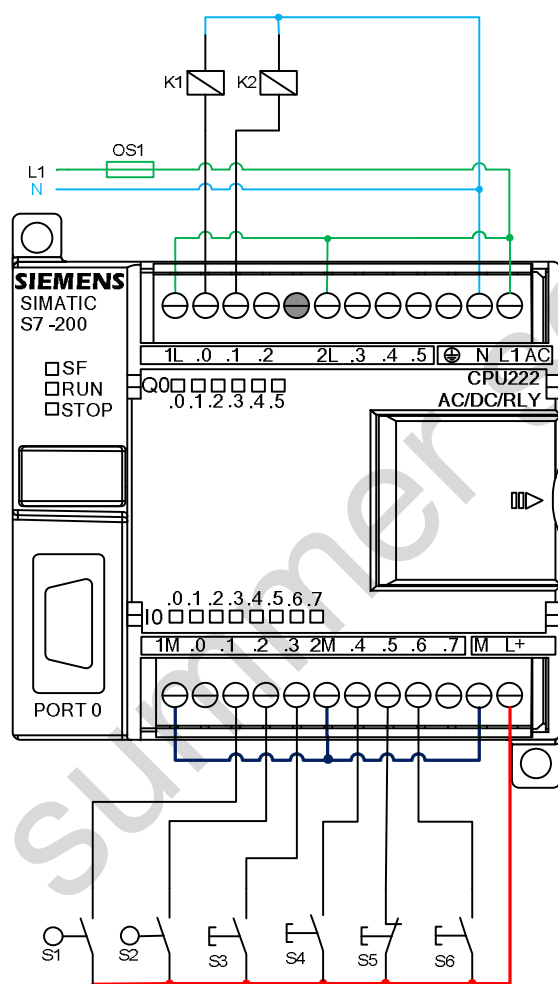
Slika 6. 4

Slika 7.4 Sistem za upravljanje otvaranjem/zatvaranjem vrata pećnice

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                       |
|--------|--------|--------------------------------|
| I0.1   | S1     | Taster „OTVORI“ (NO)           |
| I0.2   | S2     | Taster „ZATVORI“ (NO)          |
| I0.3   | S3     | Taster „ZAUSTAVI“ (NC)         |
| I0.4   | S4     | Prekidač _vrata otvorena (NC)  |
| I0.5   | S5     | Prekidač _vrata zatvorena (NC) |
| I0.6   | B1     | Optički senzor (NO)            |
| Q0.0   | Y1     | Ventil – OTVARANJE             |
| Q0.1   | Y2     | Ventil – ZATVARANJE            |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Zadatak je realizovan u četiri linije.

(*Network 1*): U prvoj liniji se otvaraju vrata pećnice pritiskom na taster „otvori“, ukoliko već nisu otvorena (granični prekidač S4), ukoliko su u tom trenutku bila zatvorena (granični prekidač S5) i ukoliko se vrata nisu ranije počela zatvarati. Vrata će se otvarati sve dok se ne otvore do kraja ili dok se ne pritisne taster „zaustavi“.

(*Network 2*): U drugoj liniji se podešava tajmer na 6s. Tajmer se aktivira onda kad se vrata otvore do kraja.

(*Network 3*): U trećoj liniji se zatvaraju vrata pećnice i to na dva načina: ako su bila otvorena do kraja 6s zatvaraju se automatski ili ručno prije isteka 6s ako su bila otvorena do kraja i pritisnut je taster „zatvori“. Zatvaranje vrata može početi samo ako prethodno nije počelo njihovo otvaranje. Vrata se zatvaraju sve dok se ne zatvore do kraja (granični prekidač S5) ili dok se ne pritisne taster „zaustavi“. Zatvaranje će takođe biti prekinuto ukoliko optički senzor da signal da je neki neželjeni predmet u pećnici, otklanjanjem predmeta vrata će nastaviti sa zatvaranjem.

(*Network 4*): U četvrtoj liniji rješava se problem predmeta koji je zasmetao zatvaranju vrata, naime prekidanjem svjetlosnog zraka optičkog senzora setuje se pomoćni memorijski bit M0.0 koji omogućava da se vrata zatvore čim se ukloni premet ispred optičkog senzora. Memorijski bit se resetuje u istoj ovoj mreži i to onda kada se vrata zatvore do kraja.

## Rješenje (STL):

TITLE=Kontrola vrata pecnice

### Network 1 // Otvaranje vrata pećnice

```
LDN I0.4
LD I0.5
A I0.1
O Q0.0
ALD
AN I0.3
AN Q0.1
= Q0.0
```

### Network 2 // Tajmer 6s

```
LD I0.4
TON T37, 60
```

### Network 3 // Zatvaranje vrata pećnice

```
LDN I0.5
LD T37
LD I0.4
A I0.2
```

OLD

```
O Q0.1
O M0.0
```

ALD

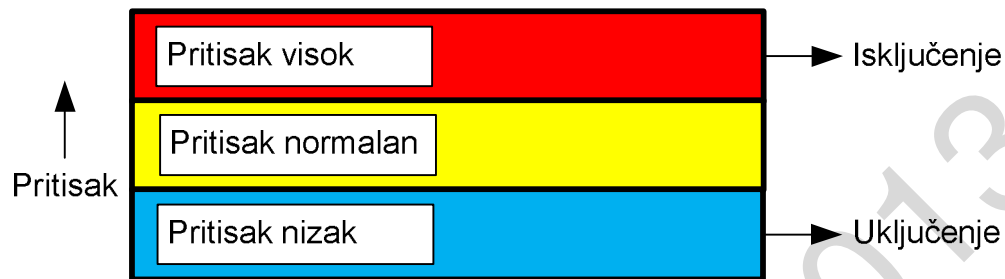
```
AN I0.3
AN I0.6
AN Q0.0
= Q0.1
```

### Network 4 // Opticki senzor registrovao smetnju pri zatvaranju vrata pećnice

```
LD I0.6
LD I0.5
NOT
A M0.0
OLD
= M0.0
```

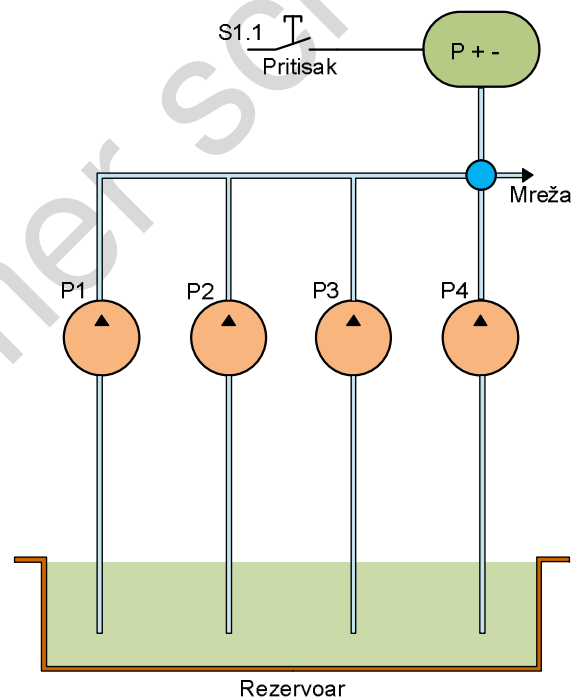
### Zadatak 5: Kontrola rada pumpi

Programabilni logički kontroler treba da upravlja pumpama za izbacivanje vode iz rezervoara u cjevovod. Sistem se sastoji od 4 pumpe čijim se uključanjem/isključenjem pritisak u cjevovodu održava u zadanom opsegu kako je prikazano na slici Slika 7.5.



Slika 7.5 Održavanje zadanog pritiska u rezervoaru

Kada se pumpa uključi/isključi potrebno je da prođe neko vrijeme do uključanja/isključenja naredne pumpe u slučaju kratkotrajnih devijacija pritiska. Ako je pritisak u cjevovodu nizak duže od 5s uključuje se pumpa kako bi se pritisak pogidao. Takođe, kada je pritisak u cjevovodu visok duže od 5s isključuje se pumpe. Redoslijed uključanja i isključenja pumpi nije bitan. Pumpe za izbacivanje vode u cjevovod prikazane su na slici Slika 7.6.

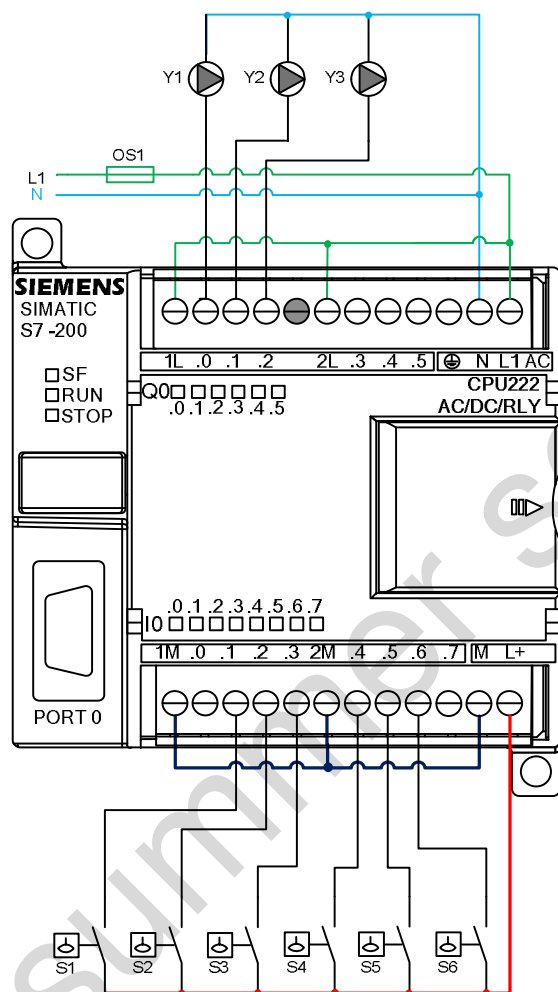


Slika 7.6 Pumpe za izbacivanje vode iz rezervoara u cjevovod

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR       |
|--------|--------|----------------|
| I0.1   | S1     | Pritisak nizak |
| I0.2   | S2     | Pritisak visok |
| Q0.0   | P1     | Pumpa 1        |
| Q0.1   | P2     | Pumpa 2        |
| Q0.2   | P3     | Pumpa 3        |
| Q0.3   | P4     | Pumpa 4        |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



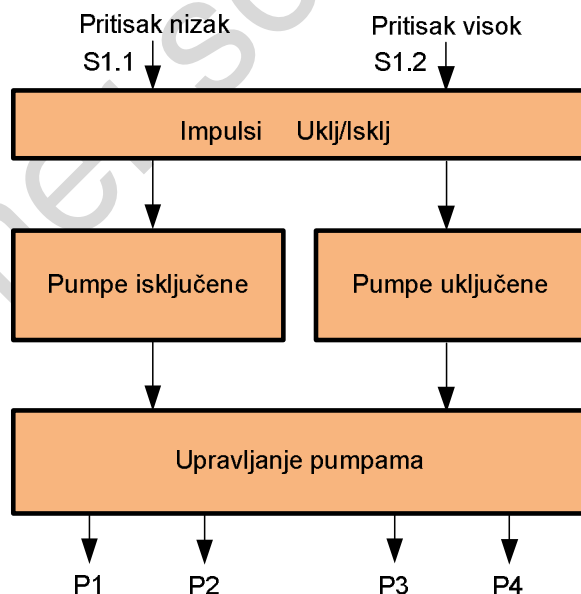
## Detaljan opis rješenja

(*Network 1-3*): Na samom početku resetuju se sve pumpe pomoću bita za inicijalizaciju (specijalni memorijski bit SM0.1). Dakle, prilikom pokretanja sistema sve pumpe su ugašene. U linijama 2 i 3 se, u zavisnosti od stanja pritiska, aktiviraju dva tajmera podešena na 5s. Prvi tajmer se aktivira ukoliko je pritisak nizak, a drugi ukoliko je pritisak visok.

(*Network 4-7*): U sljedeće 4 linije setuju se pomoćni bitovi i resetuju se tajmeri. Ovi pomoćni bitovi omogućuju da se zapamti da je tajmer već jednom izmjerio vrijeme od 5s (5s je pritisak bio visok ili nizak) i automatski resetuju tajmer da bi on mogao ponovo da se aktivira (ukoliko je pritisak i dalje nizak odnosno visok).

(*Network 8-12*): U naredne 4 linije slijedi uključenje pumpi. Ukoliko su prve tri već bile uključene, uključuje se četvrta, ukoliko su bile uključene prve dvije uključuje se treća, itd. Nakon uključanja jedne pumpe u liniji 12 resetuje se memorijski bit koji daje znak za uključenje pumpe. Ovaj bit resetuje sistemski memorijski bit SM0.0 koji ima uvijek ima vrijednost 1, dakle pomoćni memorijski bit koji je trebao da signalizira uključenje jedne pumpe resetuje se čim tu pumpu uključi, pa ga je za uključenje druge pumpe potrebno ponovo setovati, što će se desiti ukoliko još 5s bude pritisak nizak (S1).

(*Network 13-17*): U naredne 4 linije slijedi isključenje pumpi. Ukoliko su prve tri već bile isključene, isključuje se četvrta, ukoliko su bile isključene prve dvije isključuje se treća, itd. Nakon isključenja jedne pumpe u liniji 17 resetuje se memorijski bit koji daje znak za isključenje pumpe. Kao i prilikom uključanja, ovaj bit resetuje sistemski memorijski bit SM0.0 koji ima uvijek ima vrijednost 1, dakle pomoćni memorijski bit koji je trebao da signalizira isključenje jedne pumpe resetuje se čim pumpu isključi, pa ga je za isključenje druge pumpe potrebno ponovo setovati, što će se desiti ukoliko još 5s bude pritisak visok (S2).



**Slika 7.7** Šematski prikaz procesa upravljanja pumpama

## Rješenje (STL):

TITLE=Kontrola rada pumpe

### Network 1 // Resetovanje svih pumpi

```
LD SM0.1
R Q0.0, 1
R Q0.1, 1
R Q0.2, 1
R Q0.3, 1
```

### Network 2 // Tajmer 5s\_pritisak nizak

```
LD I0.1
TON T33, 500
```

### Network 3 // Tajmer 5s\_pritisak visok

```
LD I0.2
TON T34, 500
```

### Network 4 // Setovanje memorijskog bita M0.0 koji da je znak da treba uključiti pumpu

```
LD T33
EU
S M0.0, 1
```

### Network 5 // Restart tajmera 5s\_pritisak nizak

```
LD M0.0
R T33, 1
```

### Network 6 // Setovanje memorijskog bita M0.1 koji da je znak da treba isključiti pumpu

```
LD T34
EU
S M0.1, 1
```

### Network 7 // Restart tajmera 5s\_pritisak visok

```
LD M0.1
R T34, 1
```

### Network 8 // Uključuje se pumpa 4

```
LD M0.0
A Q0.0
A Q0.1
A Q0.2
S Q0.3, 1
```

### Network 9 // Uključuje se pumpa 3

```
LD M0.0
A Q0.0
A Q0.1
S Q0.2, 1
```

### Network 10 // Uključuje se pumpa 2

```
LD M0.0
A Q0.0
S Q0.1, 1
```

### Network 11 // Uključuje se pumpa 1

```
LD M0.0
S Q0.0, 1
```

### Network 12 // Resetovanje memorijskog bita M0.0 koji da je znak da treba uključiti pumpu

```
LD SM0.0
R M0.0, 1
```

### Network 13 // Isključuje se pumpa 4

```
LD M0.1
AN Q0.0
AN Q0.1
AN Q0.2
R Q0.3, 1
```

### Network 14 // Isključuje se pumpa 3

```
LD M0.1
AN Q0.0
AN Q0.1
R Q0.2, 1
```

### Network 15 // Isključuje se pumpa 2

```
LD M0.1
AN Q0.0
R Q0.1, 1
```

### Network 16 // Isključuje se pumpa 1

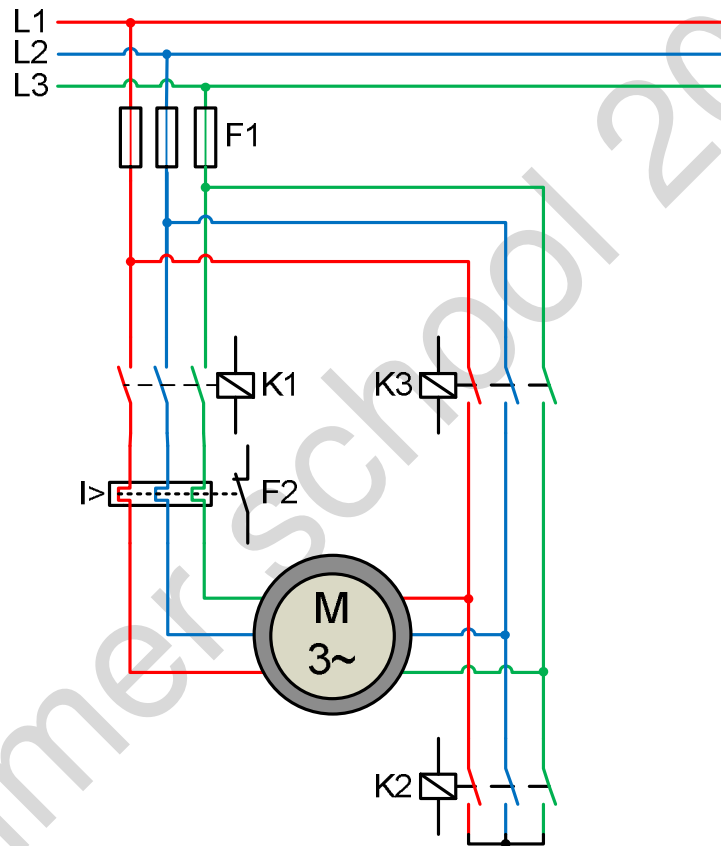
```
LD M0.1
R Q0.0, 1
```

### Network 17 // Resetovanje memorijskog bita M0.1 koji da je znak da treba uključiti pumpu

```
LD SM0.0
R M0.1, 1
```

#### Zadatak 6: Pokretanje motora zvijezda/trougao

Napisati program za programabilni logički kontroler koji automatski prebacuje namotaje trofaznog asinhronog motora iz spoja zvijezda u spoj trougao. Prebacivanje namotaja iz spoja zvijezda u spoj trougao izvodi se na sljedeći način: kada se pritisne taster ON motor se pokreće, a namotaji statora motora su tada povezani u spoj zvijezda (uključen glavni kontaktor K1 i kontaktor spoja namotaja zvijezda K2), nakon 2s namotaji statora motora treba da se priključe na linijski napon, odnosno da se spoje u spoj trougao (isključuje se kontaktor spoja zvijezda K2, a uključuje se kontaktor spoja trougao K3). Kada se pritisne taster OFF motor se automatski isključuje. Motor takođe treba da se automatski isključi i ukoliko dođe do preopterećenja. Šema prebacivanja namotaja iz spoja zvijezda u spoj trougao prikazana je na slici Slika 7.8.

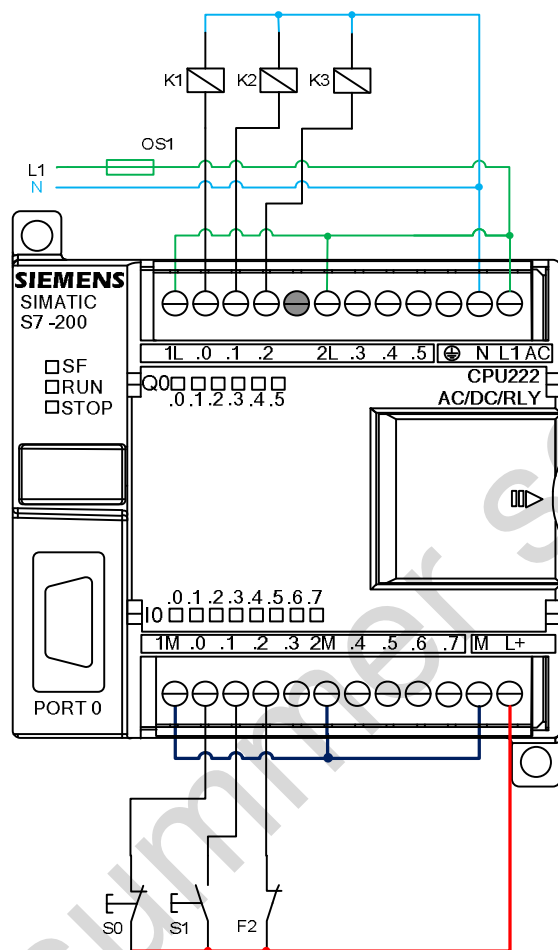


Slika 7.8 Šema prebacivanja namotaja trofaznog motora iz spoja zvijezda u spoj trougao

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

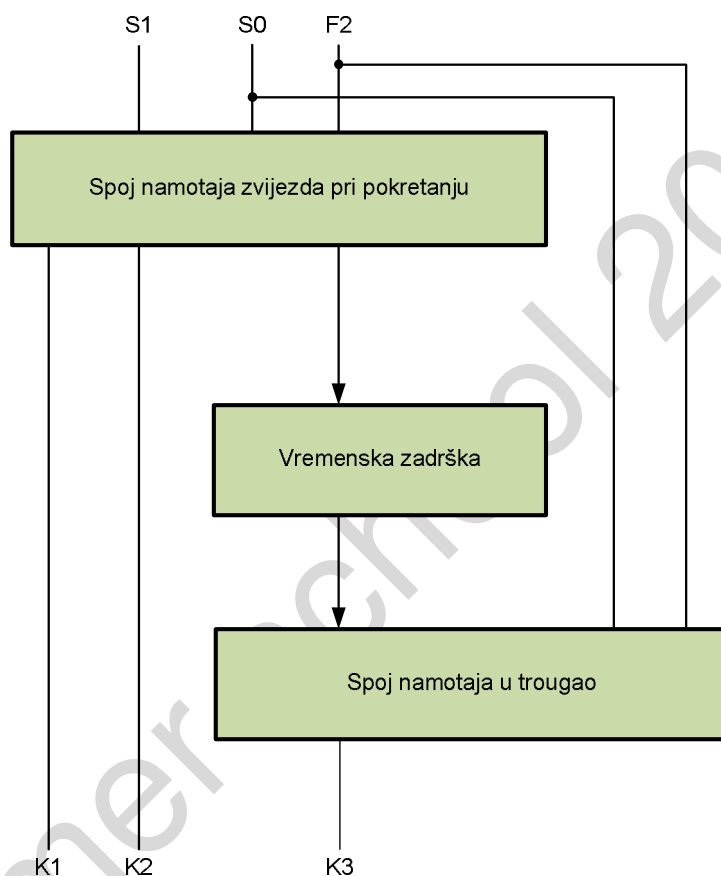
| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR            |
|--------|--------|---------------------|
| I0.0   | S0     | OFF taster (NC)     |
| I0.1   | S1     | ON taster (NO)      |
| I0.2   | F2     | Preopterećenje (NC) |
| Q0.0   | K1     | Glavni kontakter    |
| Q0.1   | K2     | Zvijezda kontakter  |
| Q0.2   | K3     | Trougao kontakter   |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Zadatak je riješen u četiri linije. U prvoj liniji se motor pokreće u spoju zvijezda. Pritiskom tastera ON setuju se kontakti K1 i K2. Onog trenutka kad se setuje kontakt K2, odnosno kada je rotor u spoju zvijezda aktivira se tajmer podešen na 2s (linija 2). Nakon isteka 2s, resetuje se kontakt K2, a setuje kontakt K3, dakle motor više nije u spoju zvijezda nego u spoju trougao (linija 3). Ukoliko se pritisne taster OFF ili dođe do preopterećenja resetuju se kontakti K1, K2 i K3, što znači da se motor zaustavlja, bez obzira u kom spoju je bio rotor (linija 4).



Slika 7.9 Šematski prikaz procesa pokretanja motora

### Rješenje (STL):

TITLE=Pokretanje motora zvijezda/trougao

#### Network 1 // Pokretanje motora u spoju zvijezda

```
LD I0.1
S Q0.0, 1
S Q0.1, 1
```

#### Network 2 // Tajmer 2s

```
LD Q0.1
TON T37, 20
```

#### Network 3 // Pokretanje motora u spoju trougao

```
LD T37
```

```
R Q0.1, 1
```

```
S Q0.2, 1
```

#### Network 4 // Zaustavljanje motora

```
LD I0.0
```

```
O I0.2
```

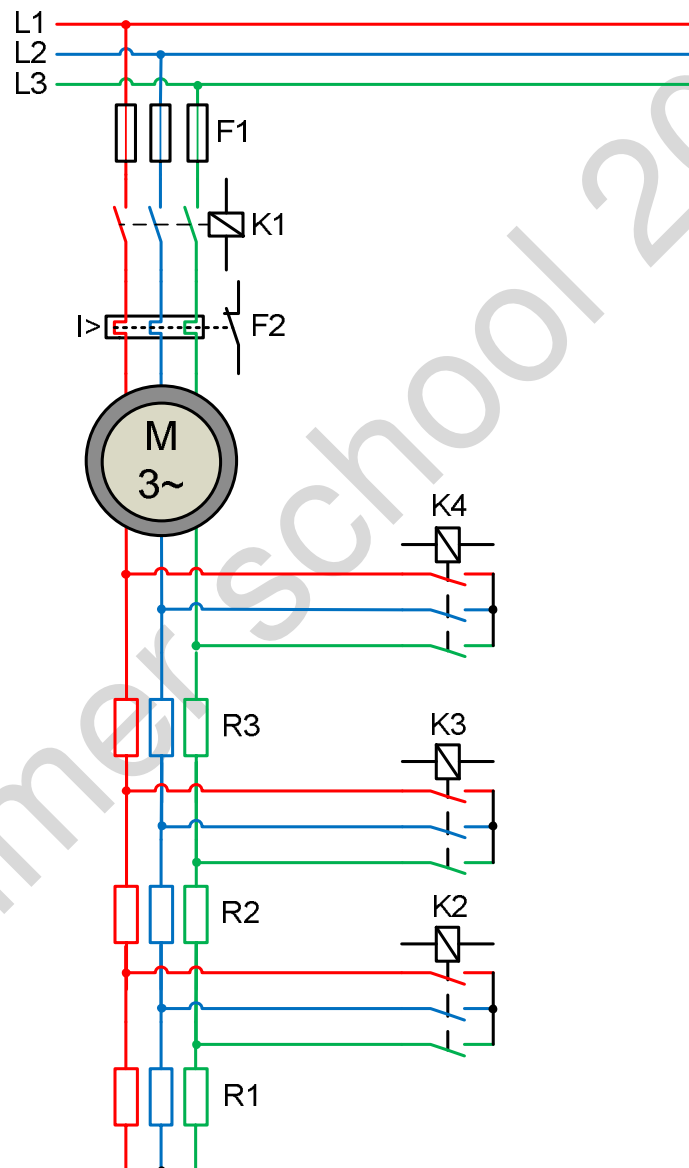
```
R Q0.0, 1
```

```
R Q0.1, 1
```

```
R Q0.2, 1
```

**Zadatak 7:** Pokretanje motora pomoću otpornika u kolu rotora

Napisati program za automatsko upuštanje u rad trofaznog asinhronog motora pomoću otpornika u kolu rotora, korišćenjem programabilnog logičkog kontrolera. Pokretanje se izvodi na sljedeći način: kada se pritisne taster ON, uključuje se kontaktor K1 i pokreće se motor sa serijski uključenim otpornostima rotora R1, R2 i R3. Nakon svakih 5 s uključuju se jedan po jedan, kontaktori K2, K3 i K4, respektivno, isključujući, na taj način jedan po jedan od otpornika R1, R2 i R3. Kada se pritisne taster OFF motor se automatski isključuje. Motor se takođe automatski isključuje ukoliko dođe do preopterećenja (slika Slika 7.10).

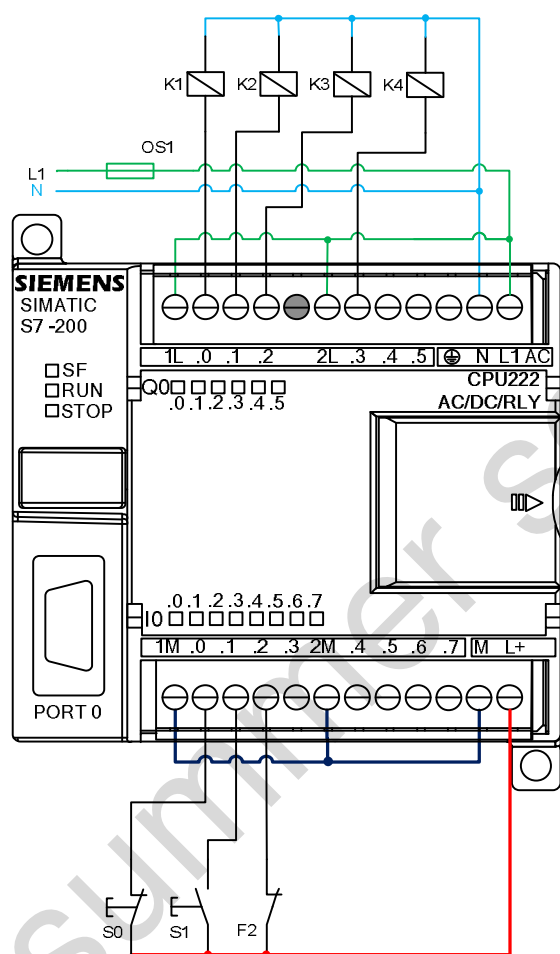


**Slika 7.10** Šema pokretanja motora isključivanjem otpornika iz kola rotora

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR            |
|--------|--------|---------------------|
| I0.0   | S0     | OFF taster (NC)     |
| I0.1   | S1     | ON taster (NO)      |
| I0.2   | F2     | Preopterećenje (NC) |
| Q0.0   | K1     | Glavni kontaktor    |
| Q0.1   | K2     | Kontaktter 1        |
| Q0.2   | K3     | Kontaktter 2        |
| Q0.3   | K4     | Kontaktter 3        |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



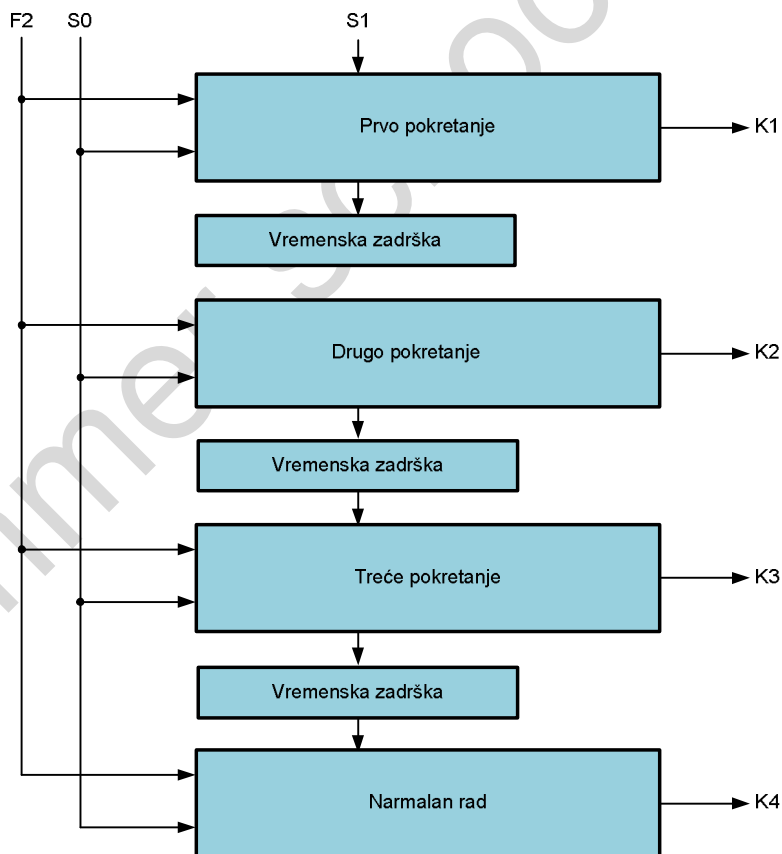
## Detaljan opis rješenja

Zadatak je realizovan u sedam linija. U ovom rješenju je specifično to što se umjesto tajmera, koji će mjeri vrijeme između dva uključanja kontaktera, koristi brojač taktnih impulsa. Ovi impulsi se dobijaju iz specijalne memorije programabilnog logičkog kontrolera (specijalni memorijski bitovi). Različiti bitovi daju taktne signale različitih frekvencija. Odabirom odgovarajuće frekvencije i brojanjem impulsa, dobija se isti efekat kao i korišćenjem tajmera. Na taj način se određuje vrijeme uključanja sljedećeg kontaktera.

(*Network 1*): U liniji 1 se pritiskom tastera ON uključuje kontakter K1 i pokreće se motora sa svim otpornostima u namotaju rotora (R1, R2 i R3).

(*Network 2-7*): U drugoj liniji se inkrementira brojača na svaki impuls specijalnog memorijskog bita SM0.5. Brojač se inkrementira samo ako je setovan K1. Nakon što brojač izbroji određen broj taktova (ulaznih impulsa), on na svojim izlaznim kontaktima daje vrijednost „1“. Kada se zatvore kontakti brojača setuje se kontakter K2, koji automatski resetuje brojač. Uključenjem kontaktera K2 isključuje se otpornik R1. Isto se ponavlja u linijama 4, 5, 6 i 7, u kojima se uvode se još dva brojača potrebna za setovanje kontaktera K3 i K4, čijim će se setovanjem isključiti otpornici R2 i R3.

(*Network 8*): U posljednjoj liniji se isključuje motor (resetuju se kontakti K1, K2; K3 i K4), što će se desiti ukoliko se pritisne taster OFF ili ukoliko dođe do preopterećenja.



**Slika 7.11** Šematski prikaz procesa pokretanja motora

## Rješenje (STL):

TITLE=Pokretanje motora pomocu otpornika u kolu rotora

### Network 1 // Uključenje kontaktera K1

LD I0.1

S Q0.0, 1

### Network 2 // Inkrementiranje 1. brojača sekundi

LD Q0.0

A SM0.5

LD Q0.1

CTU C10, 5

### Network 3 // Uključenje kontaktera K2

LD Q0.1

A SM0.5

LD Q0.2

CTU C11, 5

### Network 4 // Inkrementiranje 2. brojača sekundi

LD Q0.2

A SM0.5

LD Q0.3

CTU C12, 5

### Network 5 // Uključenje kontaktera K3

LD Q0.0

A C10

S Q0.1, 1

### Network 6 // Inkrementiranje 3. brojača sekundi

LD Q0.1

A C11

S Q0.2, 1

### Network 7 // Uključenje kontaktera K4

LD Q0.2

A C12

S Q0.3, 1

### Network 8 // Zaustavljanje motora (STOP ili preopterećenje)

LD I0.0

O I0.2

R Q0.0, 1

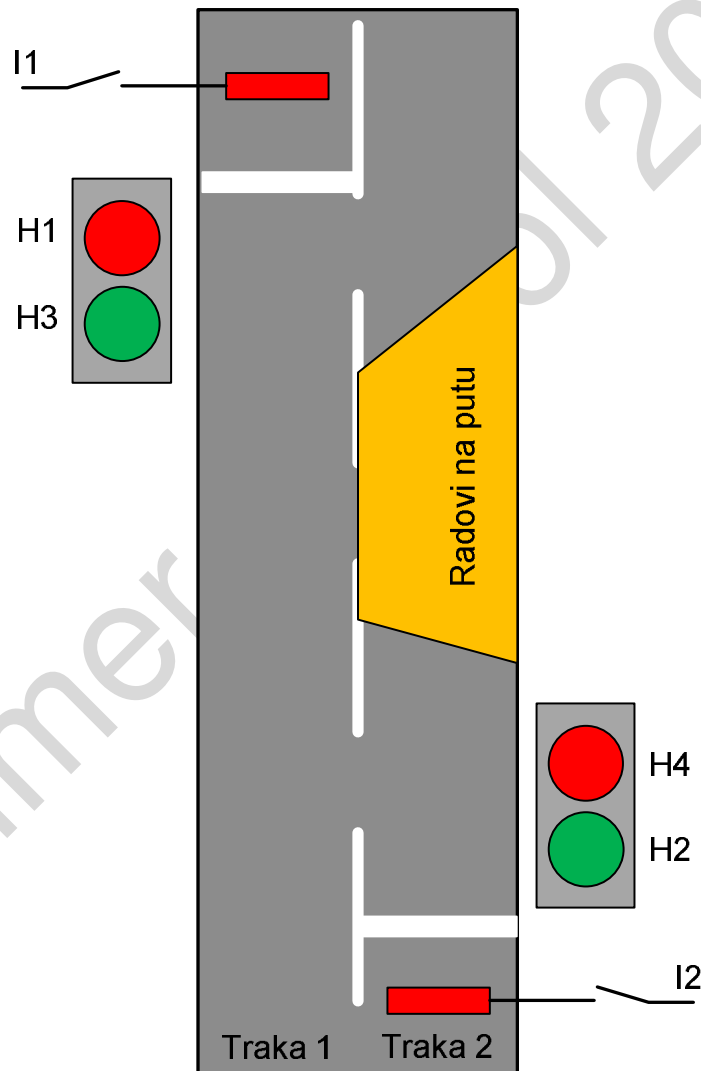
R Q0.1, 1

R Q0.2, 1

R Q0.3, 1

**Zadatak 8:** Kontrola saobraćaja tokom radova na putu

Napisati program za kontrolu saobraćaja u toku radova na putu uz pomoć programabilnog logičkog kontrolera. Potrebno je da se saobraćaj preusmjeri na jednu traku, dok se druga saobraćajna traka popravlja. Kako je tokom dana saobraćaj gust, neophodno je postaviti semafor. Semafor se uključuje pritiskom tastera S0 i u prvih 10 sekundi rada uključeno je crveno svjetlo za oba smijera, nakon čega se uključuje zeleno svjetlo i to za onu traku u kojoj se prvo pojavilo vozilo što se detektuje senzorima I1 i I2. Zeleno svjetlo za drugu traku se uključuje kada se pojavi vozilo u toj traci, s tim što zeleno svjetlo, u bilo kom smjeru, mora biti uključeno najmanje 20s. Ako se u suprotnom smjeru ne pojavljuje vozilo, zeleno svjetlo se neće isključivati. Između svake promjene smijera mora biti uključeno crveno svjetlo za oba smjera u trajanju od 10s. Isključenje semafora tasterom S0 moguće je tek kada je za jedan smjer bilo uključeno zeleno svjetlo duže od 20s (slika Slika 7.12).

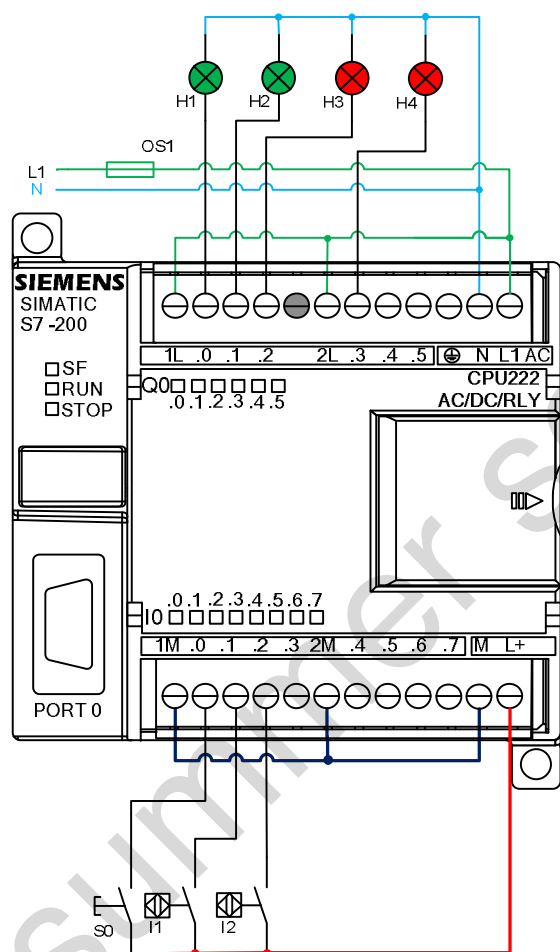


**Slika 7.12** Semafor koji reguliše saobraćaj za vrijeme radova na putu

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                   |
|--------|--------|----------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster ON/OFF semafor      |
| I0.1   | I1     | Senzor za vozilo - smjer 1 |
| I0.2   | I2     | Senzor za vozilo - smjer 2 |
| Q0.0   | H1     | Zeleno svjetlo 1           |
| Q0.1   | H2     | Zeleno svjetlo 2           |
| Q0.2   | H3     | Crveno svjetlo 1           |
| Q0.3   | H4     | Crveno svjetlo 2           |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Rješenje ovog zadatka je realizovano u 18 linija. Zadatak je prilično složen jer treba voditi računa o tome u kojoj traci se prvo pojavilo vozilo, da li se pojavilo vozilo u drugoj traci za vrijeme operisanja prve trake, kao i o minimalnim vremenskim intervalima u kojima mora biti uključeno crveno, odnosno zeleno svjetlo.

(*Network 1-3*): Na početku se inicijalizuje programa pomoću memorijskog bita M0.0. U liniji 3 se uključuje se semafor i setuje se memorijski bit M0.1 koji će biti znak da je semafor uključen.

(*Network 4,5*): U linijama 4 i 5 se setuju memorijski bitovi M0.2 i M0.5 koji služe za signalizaciju da je prisutno vozilo na traci 1, odnosno traci 2. Jedan od ova dva memorijska bita treba da aktivira tajmer podešen na 10s, što je vrijeme neophodno da bude uključeno crveno svjetlo između svake promjene smijera (linija 6).

(*Network 7,8*): U linijama 7 i 8 se resetuju bitovi M0.2 i M0.5, ukoliko je vrijeme predviđeno za crveno svjetlo isteklo i setuju se bitovi M0.3 i M0.6, koji su uslov za uključivanje zelenog svjetla. Setovani bitovi M0.3 i M0.6 služe za aktiviranje tajmera podešenog na 20s, što je vrijeme neophodno da bude uključeno zeleno svjetlo (linija 9).

(*Network 10,11*): U linijama 10 i 11 se rješavaju slučajevi kada je zeleno svjetlo uključeno i nakon 20s, odnosno u suprotnom smjeru se ne pojavljuje vozilo. Tada će biti resetovani bitovi M0.3 i M0.6, a setovani bitovi M0.4 i M0.7.

(*Network 12,13*): U linijama 12 i 13 rješava se situacija kada se, dok je upaljeno zeleno svjetlo za jedan smjer više od 20s, pojavljuje vozilo u suprotnom smjeru. Tada se resetuju bitovi M0.4 i M0.7, a ponovo se setuju bitovi M0.2 i M0.5.

(*Network 14*): U liniji 14 se isključuje semafor.

(*Network 14-18*): U preostalim mrežama se, na osnovu vrijednosti memorijskih bitova, vrši uključenje/isključenje signalizacionih svjetala semafora. Zeleno svjetlo za traku 1 će biti uključeno ako su setovani memorijski bitovi M0.3 i M0.4, dok će zeleno svjetlo za traku 2 biti uključeno ako su setovani memorijski bitovi M0.6 i M0.7. crveno svjetlo će biti uključeno onda kada nije uključeno zeleno svjetlo.

### Rješenje (STL):

TITLE=Kontrola saobraćaja tokom asfaltiranja

#### Network 1 // Setovanje markera inicijalizacije

```
LD SM0.1
S M0.0, 1
```

#### Network 2 // Resetovanje markera inicijalizacije

```
LD M0.0
R M0.1, 1
```

#### Network 3 // Uključivanje semafora

```
LD M0.0
A IO.0
S M0.1, 1
R M0.0, 1
```

#### Network 4 // Vozilo na traci 1 čeka

```
LD M0.1
A IO.1
S M0.2, 1
```

```
R M0.1, 1
```

#### Network 5 // Vozilo na traci 2 čeka

```
LD M0.1
A IO.2
S M0.5, 1
R M0.1, 1
```

#### Network 6 // Crveno svjetlo za oba smjera 10s

```
LD M0.2
O M0.5
TON T37, +100
```

#### Network 7 // Zeleno svjetlo \_ smjer 1

```
LD M0.2
A T37
S M0.3, 1
R M0.2, 1
```

#### Network 8 // Zeleno svjetlo \_ smjer 2

```
LD M0.5
```

A T37  
S M0.6, 1  
R M0.5, 1

**Network 9 // Zeleno svjetlo mora biti uključeno najmanje 20 s za jedan smjer**

LD M0.3  
O M0.6  
TON T38, +200

**Network 10 // Uključeno zeleno svjetlo i nakon 20s za smjer 1**

LD M0.3  
A T38  
S M0.4, 1  
R M0.3, 1

**Network 11 // Uključeno zeleno svjetlo i nakon 20s za smjer 2**

LD M0.6  
A T38  
S M0.7, 1  
R M0.6, 1

**Network 12 // Ako je za oba smjera crveno svjetlo, zeleno ce biti za smjer 2**

LD M0.4  
A I0.2  
A I0.0  
S M0.5, 1  
R M0.4, 1

**Network 13 // Ako je za oba smjera crveno svjetlo, zeleno ce biti za smjer 1**

LD M0.7  
A I0.1  
A I0.0

S M0.2, 1  
R M0.7, 1

**Network 14 // Isključenje semafora**

LDN I0.0  
LD M0.1  
O M0.4  
O M0.5  
ALD  
S M0.0, 1

**Network 15 // Uključuje se zeleno svjetlo (Izvršenje naredbi iz linija 7 i 10)**

LD M0.3  
O M0.4  
AN M0.0  
= Q0.1

**Network 16 // Uključuje se zeleno svjetlo (Izvršenje naredbi iz linija 8 i 11)**

LD M0.6  
O M0.7  
AN M0.0  
= Q0.2

**Network 17 // Uključuje se crveno svjetlo u smjeru 1 (ako nije uključeno zeleno)**

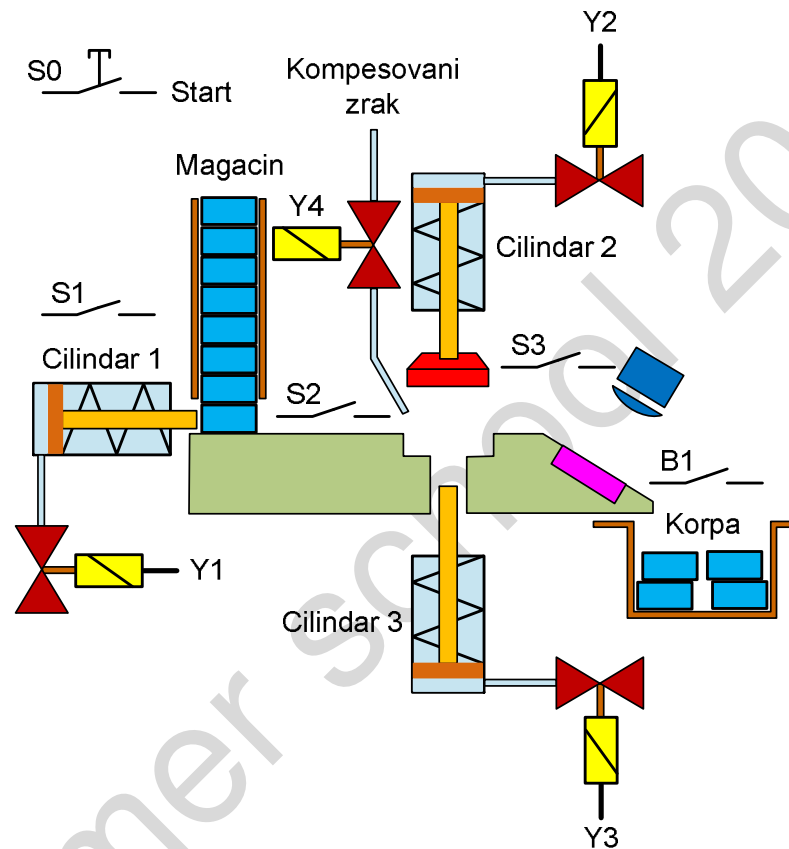
LDN Q0.1  
AN M0.0  
= Q0.3

**Network 18 // Uključuje se crveno svjetlo u smjeru 2 (ako nije uključeno zeleno)**

LDN Q0.2  
AN M0.0  
= Q0.4

### Zadatak 9: Mašina za pečatiranje

Napisati program za programabilni logički kontroler koji će upravljati mašinom za pečatiranje. Klip cilindra Y1 gura dio na koji treba da se utisne pečat iz magacina u matricu. Kada dio dođe u matricu, što se detektuje senzorom S2, klip cilindra sa pečatom Y2 se spušta i ponovo se podiže nakon 3 sekunde. Nakon što se pečat utisne dio se izbacuje uz pomoć klipa cilindra Y3 i izduvava kompresovanim vazduhom što se kontroliše ventilom Y4. Prekinuta svjetlosna barijera B1, daje znak da je dio upao u korpu. Nakon toga postupak pečatiranja se ponavlja (slika Slika 7.13).

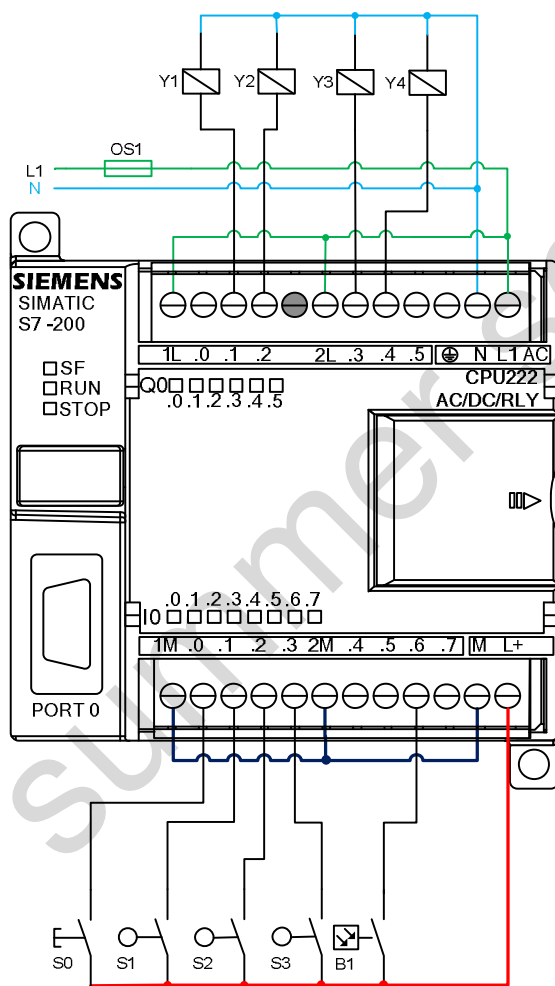


Slika 7.13 Mašina za pečatiranje

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR            |
|--------|--------|---------------------|
| I0.0   | S0     | Taster START        |
| I0.1   | S1     | Uvučen cilindar Y1  |
| I0.2   | S2     | Izvučen cilindar Y1 |
| I0.3   | S3     | Izvučen cilindar Y2 |
| I0.6   | B1     | Svjetlosna barijera |
| Q0.1   | Y1     | Cilindar_naprijed   |
| Q0.2   | Y2     | Cilindar_nadole     |
| Q0.3   | Y3     | Cilindar_nagore     |
| Q0.4   | Y4     | Ventil_izduvavanje  |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Sistem za pečatiranje isprogramiran je u 5 linija.

(*Network 1*): U prvoj liniji se izvlači klip cilindra Y1 ukoliko je pritisnut taster START i ukoliko je klip cilindra Y1 u zadnjem položaju, što se detektuje rid kontaktom S1.

(*Network 2*): U drugoj liniji se ispituje da li se cilindar Y1 izvukao do kraja (rid kontakt S2) i ako jeste klip istog tog cilindra se uvlači, a izvlači se klip cilindra Y2 koji na sebi ima pečat.

(*Network 3*): Kada se klip cilindra Y2 izvuče, to se registruje rid kontaktom S3, te se aktivira se tajmer podešen na 3s.

(*Network 4*): Nakon isteka 3s uvlači se klip cilindra Y2, a izvlači se klip cilindra Y3 koji izbacuje dio iz ležišta za pečatiranje. Istovremeni sa izvlačenjem klipa cilindra Y3 otvara se ventil za izduvavanje vazduha Y4 koji pomaže da dio bude ubačen u korpu.

(*Network 5*): Nakon što dio upadne u korpu (to se registruje pomoću svjetlosne barijere B1) isključuje se ventil za izduvavanje vazduha i uvlači se klip cilindra za izbacivanje predmeta Y4. Sistem je sada u fazi mirovanja i čeka ponovni pritisak tastera START da bi se pokrenuo.

### Rješenje (STL):

TITLE=Masina za pecatiranje

#### **Network 1 // Izvlačenje klipa cilindra Y1**

LD I0.0

A I0.1

S Q0.1, 1

#### **Network 2 // Uvlačenje klipa cilindra Y1, izvlačenje klipa cilindra Y2**

LD I0.2

R Q0.1, 1

S Q0.2, 1

#### **Network 3 // Klip cilindra Y2 izvučen, aktivira se tajmera podešen na 3s**

LD I0.3

TON T37, 30

#### **Network 4 // Uvlačenje klipa cilindra Y2, izvlačenje klipa cilindra Y3 i izduvavanje predmeta vazduhom**

LD T37

R Q0.2, 1

S Q0.3, 1

S Q0.4, 1

#### **Network 5 // Uvlačenje klipa cilindra Y3, zatvaranje ventila za izduvavanje vazduha**

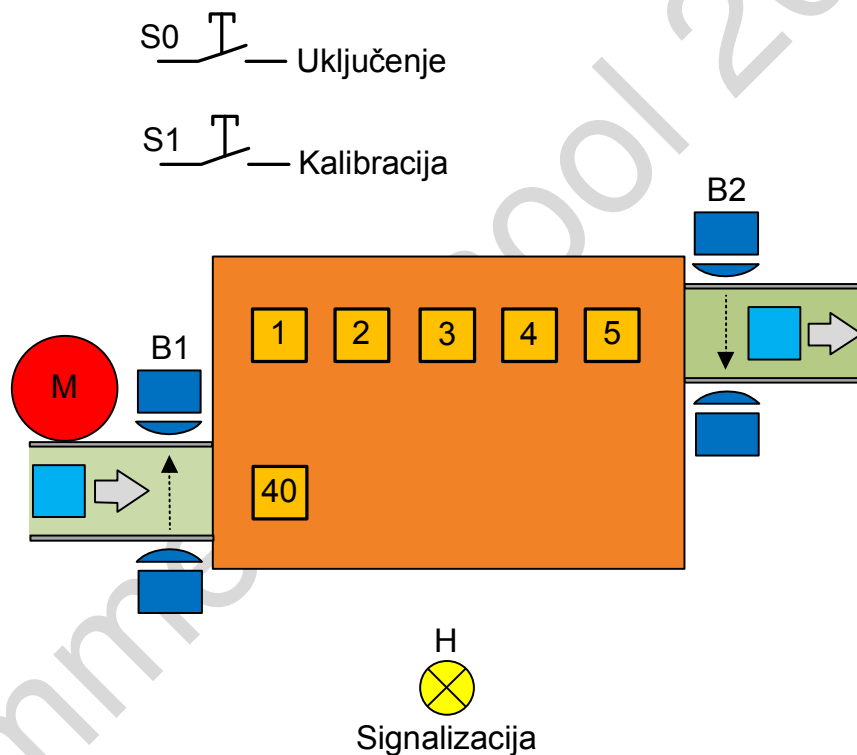
LD I0.6

R Q0.3, 1

R Q0.4, 1

### Zadatak 10: Privremeno skladištenje dijelova u magacinu

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler, koji upravlja privremenim skladištenjem dijelova u magacinu. Naime, dijelovi u magacin pristižu ulaznom pokretnom trakom, dok se izlaznom pokretnom trakom dijelovi šalju dalje iz magacina. Sistem se uključuje/isključuje prekidačem S0. Svaki novi dio koji pristigne u magacin se registruje svjetlosnom barijerom B1, dok se svaki dio koji iz magacina odlazi na pokretnu traku, registruje svjetlosnom barijerom B2. Ove dvije svjetlosne barijere služe sa inkrementiranje/dekrementiranje brojača dijelova u magacinu. Maksimalan broj dijelova koji se može u jednom trenutku da nalaziti u magazinu je 30. Kad je magacin pun, tj. kada se u njemu nađe 30 dijelova, zaustavlja se motor ulazne pokretne trake koja dostavlja dijelove u magacin. Minimalan broj dijelova u magacinu je 10. Ukoliko je u magacinu 10 ili manje dijelova od 10, to se registruje uključivanjem signalne sijalice. Na početku procesa transporta dijelova u magacin i iz magacina potrebno resetovati brojač pritiskom tastera S1 (slika Slika 7.14).

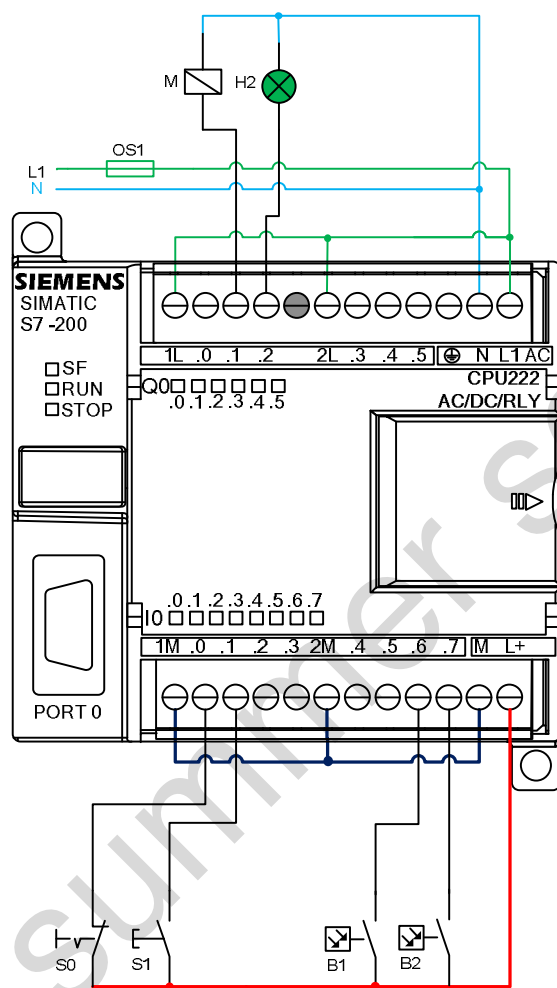


Slika 7.14 Sistem za skladištenje dijelova u magacinu

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR               |
|--------|--------|------------------------|
| I0.0   | S0     | Prekidač ON/OFF        |
| I0.1   | S1     | Taster_RESET_brojač    |
| I0.6   | B1     | Svjetlosna barijera B1 |
| I0.7   | B2     | Svjetlosna barijera B2 |
| Q0.0   | M      | Motor pokretne trake   |
| Q0.1   | H      | Signalna sijalica      |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Ovaj zadatak realizovan je u tri linije. Naime korišćen je jedan naprijed/nazad brojač brojač. Ukoliko je na pokretnoj traci manje od 30 dijelova pokretna traka koja doprema dijelove je uključena. Čim je trenutno stanje brojača veće od 30 (više od 30 dijelova na pokretnoj traci), traka koja doprema dijelove se zaustavlja. Ukoliko se na traci nalazi manje od 10 dijelova (trenutno stanje brojača manje od 10) uključuje se signalizacija. Na „UP“ ulaz brojača dolazi signal sa svjetlosne barijere B1, koja registruje dolazne dijelove, a na „DOWN“ ulaz brojača dolazi signal sa svjetlosne barijere B2 koji registruje dijelove koji su izašli iz magacina. Upoređivanjem trenutnog stanja brojača sa vrijednostima 10 i 30 signalna sijalica i motor se uključuju/isključuju, respektivno.

### Rješenje (STL):

TITLE=Privremeno zadržavanje dijelova u magacinu

#### Network 1 // Manje od 30 dijelova u magacinu

LD I0.0

AW<= C10, 30

= Q0.0

#### Network 2 // Manje od 10 dijelova u magacinu

LD I0.0

AW<= C10, 10

= Q0.1

#### Network 3 // Brojač

LD I0.6

LD I0.7

LD I0.1

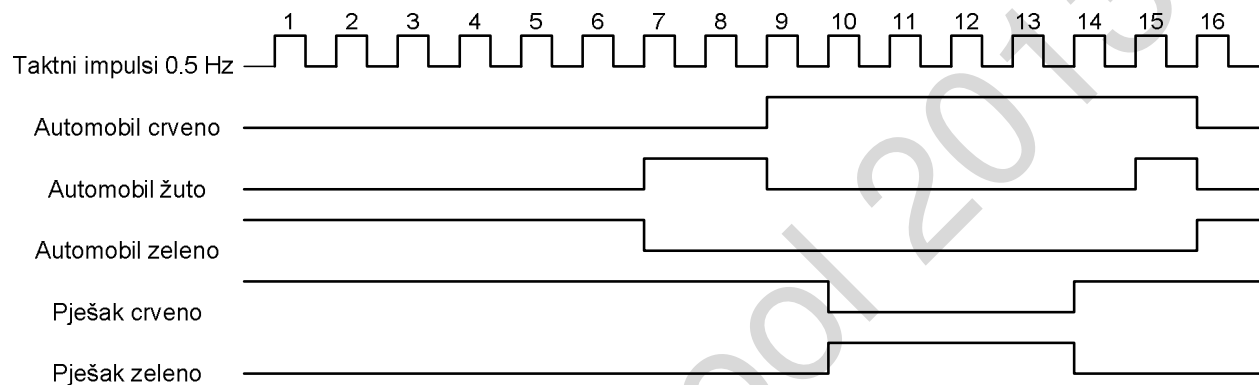
CTUD C10, 30

### Zadatak 11: Raskrsnica sa semaforima

Napisati program za programabilni logički kontroler koji će da upravlja radom semafora na pješačkom prelazu. Semafor treba da ima dnevni i noćni režim rada.

#### Dnevni režim

U dnevnom režimu rada semafor ciklično ponavlja unaprijed utvrđeni redoslijed uključenja i isključenja svjetala semafora, koji je dat na vremenskom dijagramu, slika Slika 7.15. (Taktna frekvencija 0.5 Hz).

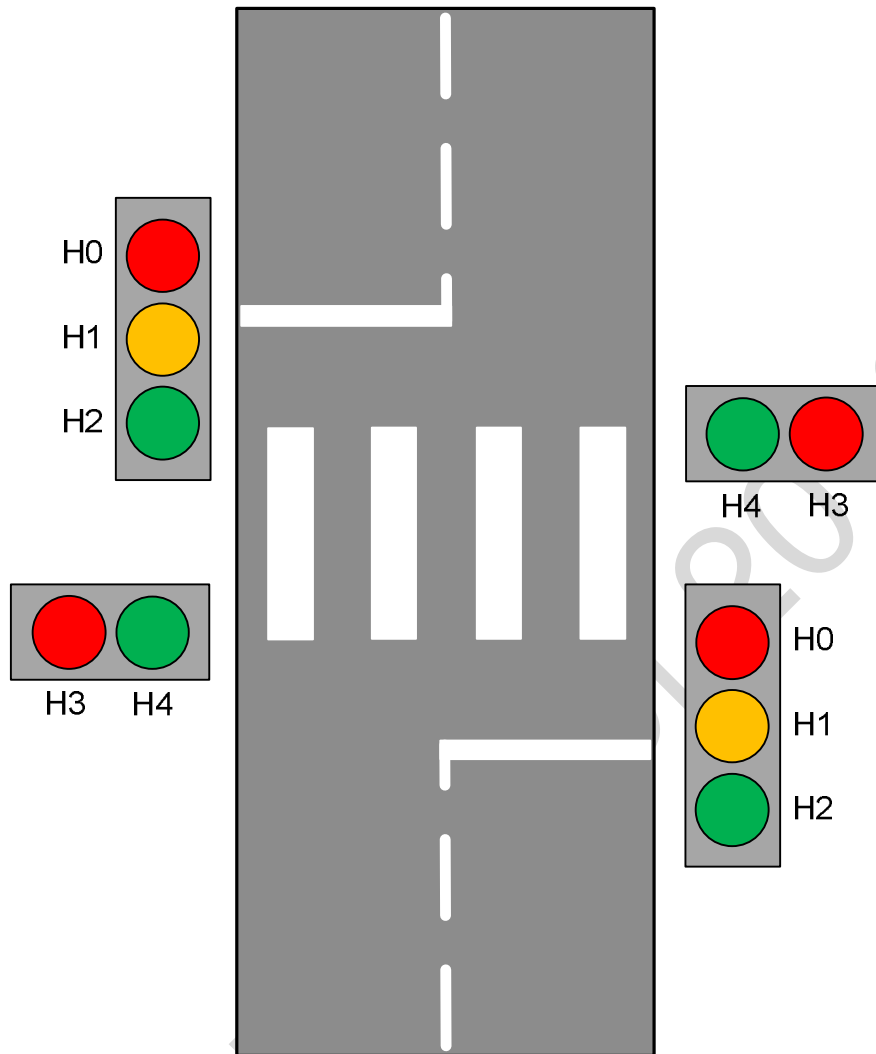


Slika 7.15 Vremenski dijagram rada semafora

#### Noćni režim

Noćni režim se bira prekidačem S0, prekidajući dnevni režim rada. U ovom režimu žuto svjetlo za automobile uključuje se i isključuje frekvencijom 0.5 Hz, dok je za pješake isključeno i zeleno i crveno svjetlo.

Raskrsnica sa semaforom prikazana je na slici Slika 7.16.

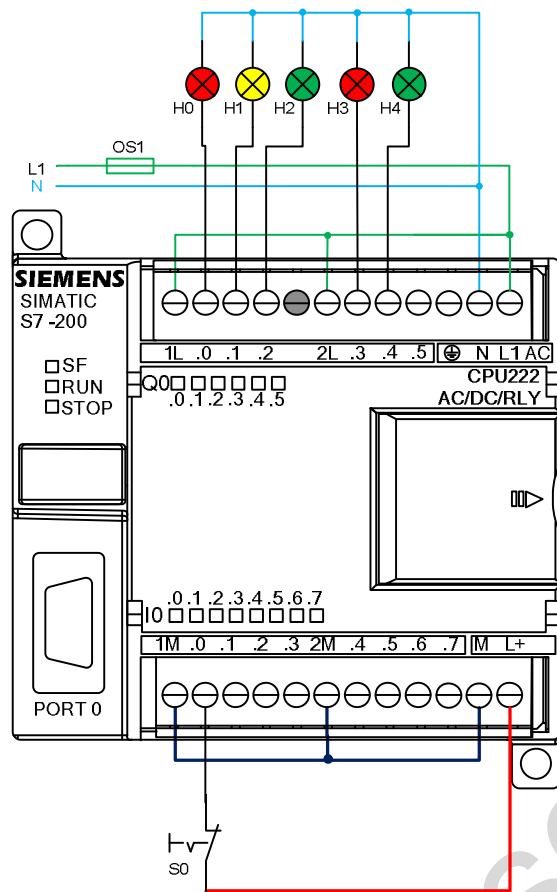


**Slika 7.16** Raskrsnica sa semaforima

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR         |
|--------|--------|------------------|
| I0.0   | S0     | Prekidač ON/OFF  |
| Q0.0   | H0     | Automobil_crveno |
| Q0.1   | H1     | Automobil_žuto   |
| Q0.2   | H2     | Automobil_zeleno |
| Q0.3   | H3     | Pješak_crveno    |
| Q0.4   | H4     | Pješak_zeleno    |

## Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



### Detaljan opis rješenja

Za ovaj zadatak predložena su dva moguća rješenja. U oba rješenja korišćen je specijalni memorijski bit SM0.5 koji daje takt frekvencije 1Hz. Ovaj memorijski bit da predstavlja ulazni signal brojača naprijed, a koji će sam sebe da resetuje kada dostigne zadatu vrijednost. Obzirom da se cijeli ciklus semafora završi za 16s, zadata vrijednost brojača je 16, nakon čega je njegovo stanje ponovo nula. Trenutno stanje brojača će u dnevnom režimu služiti za uključenje/isključenje pojedinih svjetala semafora.

#### Rješenje 1:

(Network 1): U prvoj liniji rješen je noćni režim rada semafora, naime, tokom noći sva svjetla osim žutog svjetla za automobile biće ugašena, dok će ovo žuto svjetlo da blinka frekvencijom 1Hz.

(Network 2-8): U nastavku se rješava dnevni režim rada semafora. Trenutno stanje brojača se poredi sa trenucima u kojima se mijenja stanje na semaforu (sekunde: 0, 7, 9, 10, 14 i 15). U tim trenucima se dešavaju promjene na semaforu. Onda kada je stanje brojača 0 (početak ciklusa) uključeno je zeleno svjetlo za automobile, a crveno za pješaka, stanje brojača: 7 uključuje se žuto svjetlo za

automobile, stanje brojača 9, uključuje se crveno svjetlo za automobile, stanje brojača 10, uključuje se zeleno svjetlo za pješaka. Kada je stanje brojača 14 uključuje se crveno svjetlo za pješaka i onda kada je stanje brojača 15 uključuje se zuto svjetlo za automobile. Kada brojač dostigne vrijednost 16, resetovaće se i krenuti od nule, pa će i naredbe za uključenje/isključenje svjetala semafora ciklično da se ponavljaju.

### Rješenje 1 (STL):

TITLE=Semafor

#### Network 1 // Noćni režim

LDN I0.0

LPS

A SM0.5

= Q0.1

LRD

R Q0.0, 1

LRD

R Q0.2, 1

LRD

R Q0.3, 1

LPP

R Q0.4, 1

#### Network 2 // Dnevni režim\_Brojač takt impulsa

LD I0.0

A SM0.5

LD C10

ON I0.0

CTU C10, 16

#### Network 3 // Dnevni režim\_Automobil zeleno svjetlo, Pješak\_crveno svjetlo

LD I0.0

AW= C10, 0

R Q0.0, 1

R Q0.1, 1

S Q0.2, 1

S Q0.3, 1

R Q0.4, 1

#### Network 4 // Dnevni režim\_Automobil žuto svjetlo

LD I0.0

AW= C10, 7

S Q0.1, 1

R Q0.2, 1

#### Network 5 // Dnevni režim\_Automobil crveno svjetlo

LD I0.0

LDW= C10, 9

OW= C10, 8

ALD

S Q0.0, 1

R Q0.1, 1

#### Network 6 // Dnevni režim\_Pješak zeleno svjetlo

LD I0.0

AW= C10, 10

R Q0.3, 1

S Q0.4, 1

#### Network 7 // Dnevni režim\_Pješak crveno svjetlo

LD I0.0

AW= C10, 14

S Q0.3, 1

R Q0.4, 1

#### Network 8 // Noćni režim\_Automobil žuto svjetlo

LD I0.0

AW= C10, 15

S Q0.1, 1

### Rješenje 2:

U drugom rješenju koristi se drugačiji pristup. Naime trenutno stanje brojača smešta se u pomoćnu memorijsku riječ, a onda se čitaju binarne vrijednosti te memorijske riječi i na osnovu toga se uključuju/isključuju svjetla semafora.

Tako će za automobile biti uključeno *crveno svjetlo* ako su vrijednosti memorijske riječi binarni brojevi: 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 i 1111 odnosno decimalno: 9, 10, 11, 12, 13, 14 i 15. *Žuto svjetlo* za automobile biće upaljeno ako su vrijednosti memorijske riječi binarni brojevi: 0111, 1000 i 1111 odnosno decimalno: 7, 8 i 15. Dok će *zeleno svjetlo* biti upaljeno ako su vrijednosti memorijske riječi binarni brojevi: 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101 i 0110, odnosno decimalno: 0, 1, 2, 3, 4, 5 i 6.

Kada je pješak u pitanju crveno svjetlo za pješaka biće upaljeno za brojeve: od 0000 do 1010 i za brojeve: 1110 i 1111 (od 0 do 10 i za 14 i 15), a zeleno za brojeve 1011, 1100 i 1101 (11, 12 i 13).

### Rješenje 2 (STL):

TITLE=Semafor

#### Network 1 // Brojanje sekundi

```
LD SM0.5
A IO.0
LD C10
ON IO.0
CTU C10, +16
```

#### Network 2 // Premještanje stanja brojača u memorijsku riječ MW0

```
LD SM0.0
MOVW C10, MW0
```

#### Network 3 // Dnevni režim\_Automobil crveno svjetlo

```
LD M1.3
LD M1.2
LDN M1.2
A M1.1
OLD
LDN M1.2
AN M1.1
A M1.0
OLD
ALD
A IO.0
= Q0.0
```

#### Network 4 // Dnevni/Noćni režim\_Automobil žuto svjetlo

```
LD M1.0
A M1.1
A M1.2
```

```
LD M1.3
AN M1.2
AN M1.1
AN M1.0
OLD
LD SM0.5
AN IO.0
OLD
= Q0.1
```

#### Network 5 // Dnevni režim\_Automobil zeleno svjetlo

```
LDN Q0.0
AN Q0.1
A IO.0
= Q0.2
```

#### Network 6 // Dnevni režim\_Pješak zeleno svjetlo

```
LD M1.1
AN M1.2
LDN M1.1
A M1.2
OLD
A M1.3
A IO.0
= Q0.4
```

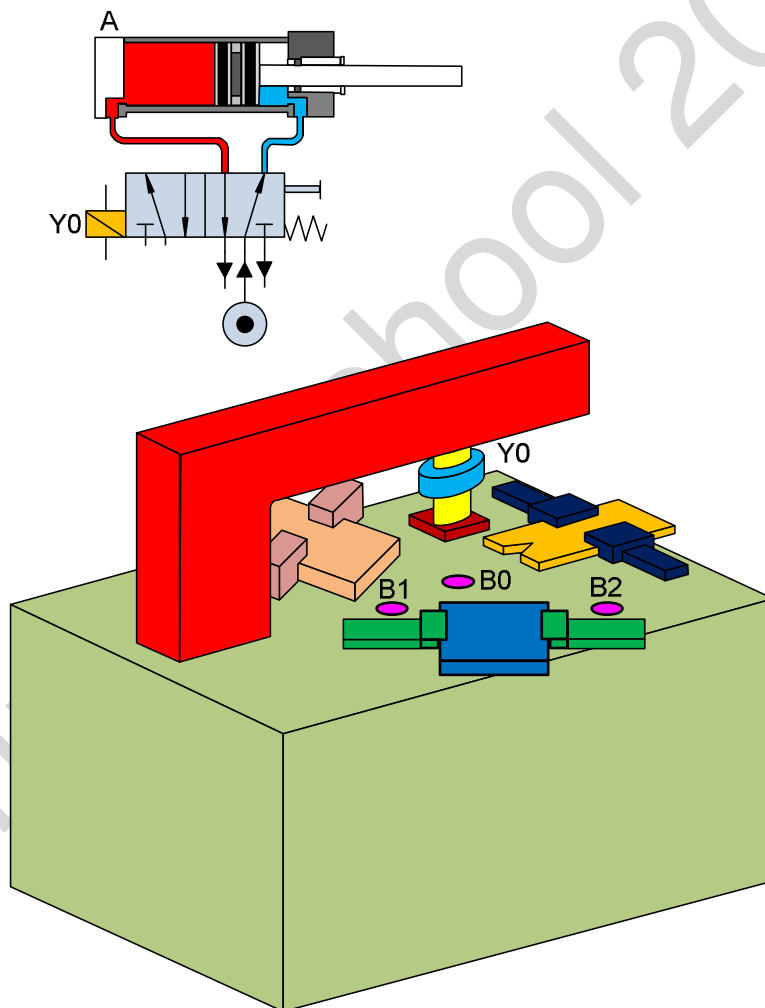
#### Network 7 // Dnevni režim\_Pješak crveno svjetlo

```
LDN Q0.4
A IO.0
= Q0.3
```

### Zadatak 12: Uređaj za pečatanje 1

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler koji će da upravlja radom uređaja za pečatanje proizvoda. Tanki listići metala ručno se smještaju na uređaj za pečatanje. Listići koji još nisu obilježeni prepoznaju senzori B1 i B2. Postupak pečatanje može započeti, samo ako je listić prisutan ispod prese za pečatanje i ako su istovremeno pritisnuta oba tastera START (S6 i S7). Istovremeni pritisak na oba tastera neophodan je iz sigurnosnih razloga, tako da operator ne bi držao ruke u radnom prostoru mašine za pečatanje.

Klip cilindra Y0 sa kalupom pečata se izvlači monostabilnim razvodnikom, a uvlači onda kad induktivni senzor B0 prepozna da je proces pečatanja završen. Nakon toga se ispečatirani dio može ručno ukloniti i postaviti novi. Tokom procesa izvlačenja listića treba da blinka lampica H0 frekvencijom od 1 Hz. Izgled uređaja za pečatanje prikazan je na slici Slika 7.17.

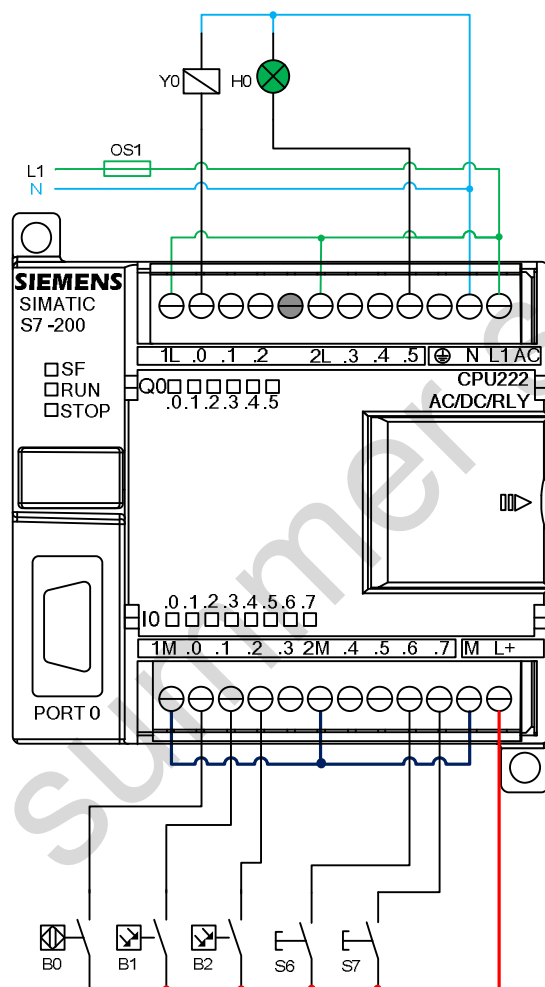


Slika 7.17 Uređaj za pečatanje

Lista dodjele adresa sensorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                        |
|--------|--------|---------------------------------|
| I0.0   | B0     | Induktivni senzor_dio obilježen |
| I0.1   | B1     | Optički senzor_dio prisutan     |
| I0.2   | B2     | Optički senzor_dio prisutan     |
| I0.6   | S6     | Taster_START 1                  |
| I0.7   | S7     | Taster_START 2                  |
| Q0.0   | Y0     | Špula klipa cilindra A izvučen  |
| Q0.5   | H0     | Lampica upozorenja              |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa sensorima i aktuatorima



### Detaljan opis rješenja

Ovaj jednostavan zadatak rješava se u samo dvije linije. U prvoj liniji se ispituje stanje senzora B0, B1 i B2 i stanje tastera S6 i S7. Sve dok su aktivni B1, B2, S6 i S7, a nije aktivan B0 (dio nije obilježen), izvlači se klip cilindra Y0, kada se predmet obilježi klip se uvlači. U drugoj liniji rješava se treptanje signalizacije lampice. Naime, treptanje lampice frekvencijom od 1Hz, rješava se specijalnim memorijskim bitom SM0.5, koji daje signale frekvencije 1Hz. Ovaj specijalni memorijski bit biće uslov za uključenje/isključenje lampice, pa će i lampica sa trepti frekvencijom od 1Hz. Naravno, lampica trepti samo ako je aktivno izvlačenje klipa cilindra Y0.

#### Rješenje (STL):

TITLE=Uređaj za pečatiranje 1

#### Network 1 // Izvlačenje klipa cilindra Y0

LD I0.6

A I0.7

A I0.1

A I0.2

AN I0.0

= Q0.0

#### Network 2 // Blinkanje signalizacije lampice

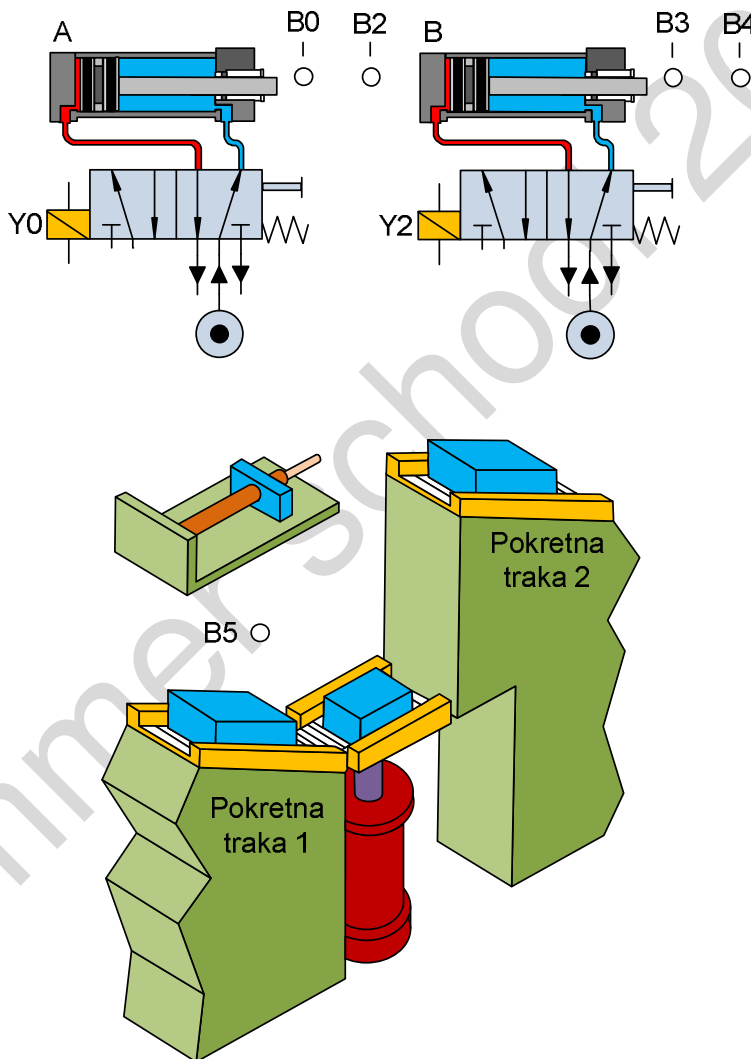
LD Q0.0

A SM0.5

= Q0.5

### Zadatak 13: Linija za transport predmeta

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler koji treba da transportuje predmete koji se obrađuju. Naime, predmeti koji se dopremaju transportnom trakom manje visine T1 potrebno je proslijediti na transportnu traku veće visine T2. Zato je potrebno između pokretnih traka postaviti uređaj za podizanje predmeta. Uređaj radi na sljedeći način: Kada optički senzor S0 prepozna predmet, (klip cilindra A (Y0) u krajnjem položaju uvučen (B0) i klip cilindra B (Y2) u krajnjem položaju uvučen (B3)), klip cilindra A se izvlači, podižući predmet naviše. Kada cilindar A dođe u krajnji položaj izvučen (B2), izvlači se klip cilindra B, gurajući predmet na pokretnu traku T2. Pošto se klip cilindra B izvuče u svoju krajnju poziciju (B4), potrebno je da se klipovi oba cilindra nakon toga istovremeno uvuku. Oba cilindra su upravljana monostabilnim razvodnicima (slika **Slika 7.18**).

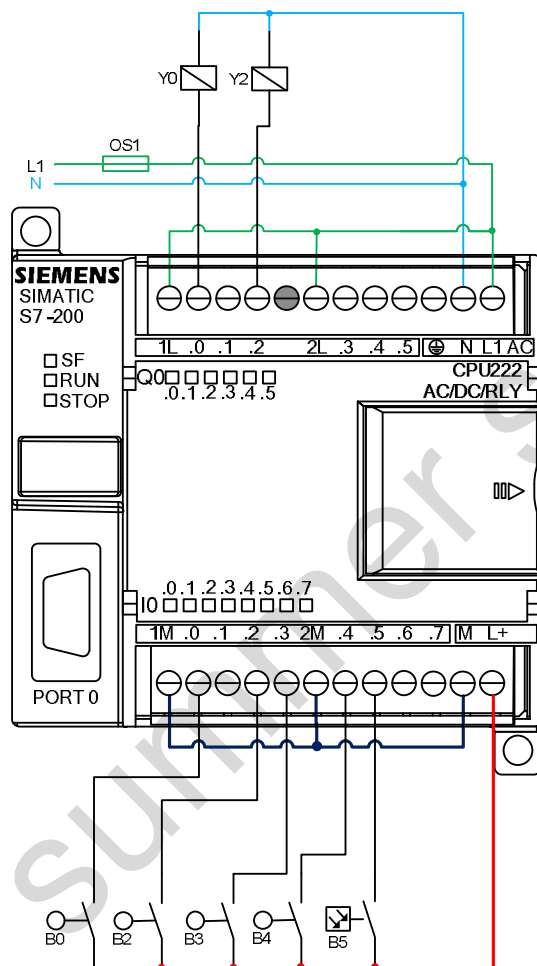


**Slika 7.18** Linija za transport predmeta

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                            |
|--------|--------|-------------------------------------|
| I0.0   | B0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen  |
| I0.2   | B2     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen |
| I0.3   | B3     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen  |
| I0.4   | B4     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen |
| I0.5   | B5     | Optički senzor                      |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A klip izvučen       |
| Q0.2   | Y2     | Špula cilindra B klip izvučen       |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

U ovom zadatku prvi put se uvodi takozvana „step sekvenca“. Kod ovog načina rješavanja zadataka karakteristično je to što se u prvoj polovini zadatka ispituju uslovi za izvlačenje/uvlačenje klipova određenih cilindara i setuju/resetuju memorijski bitovi, dok se u drugoj polovini zadatka izvlače/uvlače klipovi cilindara na osnovu setovanih memorijskih bitova. Step sekvencom se osigurava da se klipovi cilindara izvlače željenim redoslijedom, jer se nijedan korak ne može preskočiti. Koraci se izvršavaju jedan za drugim jer je uslov za setovanje narednog koraka (memorijskog bita), prethodno setovan aktuelni korak. Setovanje narednog koraka će automatski izazvati resetovanje aktuelnog. (Na primjer: ukoliko se trenutno izvršava korak 2, njegov memorijski bit je setovan i to je jedan od uslova za setovanje memorijskog bita koraka 3. Onda kada se setuje memorijski bit koraka 3, automatski se resetuje memorijski bit koraka 2.)

Ovaj zadatak, konkretno, rješava se u 3 koraka (stepa).

U prvom koraku se ispituju *uslovi za izvlačenje klipa cilindra A* (pritisnut START, klip cilindra A uvučen, klip cilindra B uvučen). Onda kada su ti uslovi zadovoljeni setuje se memorijski bit M0.1. Zatim se ispituju *uslovi za izvlačenje klipa cilindra B* (setovan M0.1, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B), kada se ti uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.2, koji resetuje bit M0.1. Zatim se u koraku 3 ispituju *uslovi za uvlačenje klipova cilindara A i B* (setovan M0.2, izvučen klip cilindra A, izvučen klip cilindra B). Kada se ispune ovi uslovi setovaće se memorijski bit M0.3, koji resetuje bit M0.2. Bit M0.3 će da resetuje setovanje bita M0.1.

Svaki od ovih koraka ima svoju akciju, odnosno izvršenje neke naredbe. Tako će se onda kada je aktivan prvi korak (setovan M0.1) izvlačiti klip cilindra A, kada je aktivan drugi korak (setovan M0.2) izvlačiti klip cilindra B, a kada je aktivan treći korak (setovan M0.3) uvlače se klipovi oba cilindra.

### Rješenje (STL):

TITLE=Linija za transport predmeta

#### Network 1 // STEP1 \_ Uslovi za izvlačenje klipa cilindra A

```
LD I0.0
A I0.2
A I0.4
LD M0.2
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
```

#### Network 2 // STEP 2 \_Uslovi za izvlačenje klipa cilindra B

```
LD M0.1
A I0.3
A I0.4
LD M0.3
NOT
A M0.2
OLD
= M0.2
```

#### Network 3 // STEP 3 \_ Uslovi za uvlačenje klipova cilindara A i B

```
LD M0.2
A I0.3
A I0.5
AN I0.0
LD M0.1
NOT
A M0.3
OLD
= M0.3
```

#### Network 4 // STEP 1 – izvršenje naredbe

```
LD M0.1
S Q0.0, 1
```

#### Network 5 // STEP 2 - izvršenje naredbe

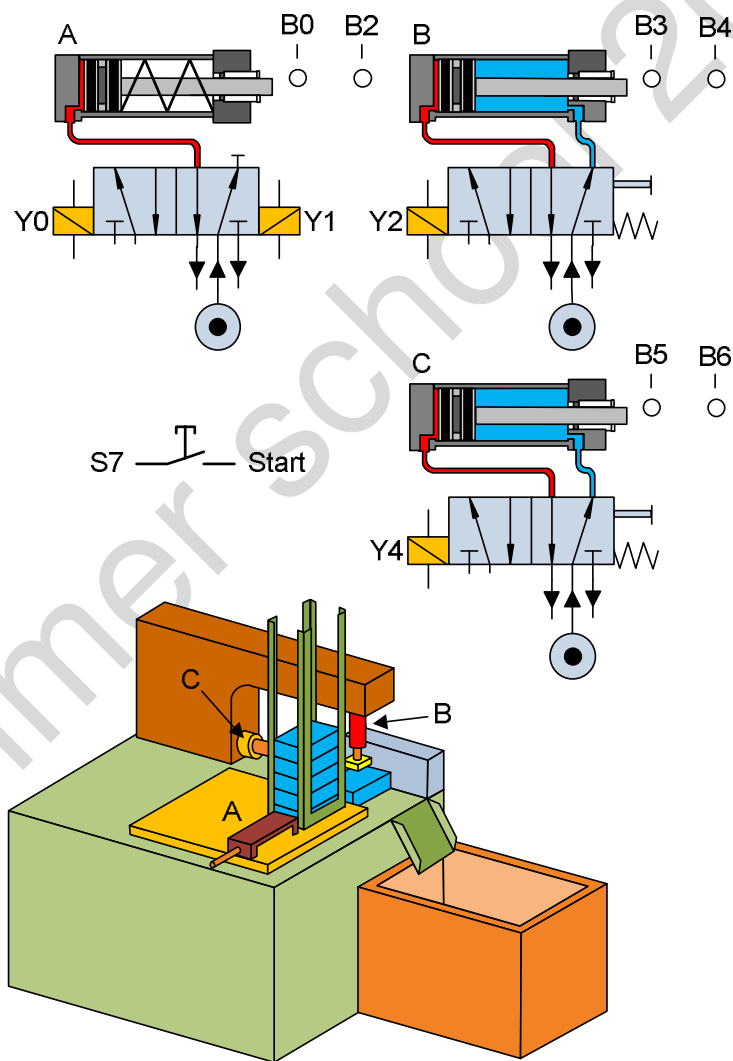
```
LD M0.2
S Q0.2, 1
```

#### Network 6 // STEP 3 - izvršenje naredbe

```
LD M0.3
R Q0.0, 1
R Q0.2, 1
```

#### Zadatak 14: Uređaj za pečatanje 2

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler koji će da upravlja radom uređaja za pečatanje plastičnih dijelova. Ako su klipovi svih cilindara u početnim položajima uvučeni, što se detektuje rid kontaktima B0, B3 i B5, respektivno, proces pečatanja se može pokrenuti pritiskom na taster START (S1). Proces pečatanja počinje izvlačenjem klipa cilindar A (Y0) kojim se prvo fiksira predmet ispod prese za pečatanje. Cilindar A je upravljan bistabilnim razvodnikom. Pošto je predmet za pečatanje fiksiran ispod prese (klip cilindar A izvučen – B2) izvlači se klip cilindra B (Y2) i utiskuje pečat na plastični predmet, što se detektuje rid kontaktom prednjeg položaja kipa cilindra B izvučen (B4). Odmah zatim klip cilindar B se uvlači (B3), a potom se i klip cilindra A vraća u svoj početni položaj B0 (bistabilni razvodnik Y1). U trenutku kada se klip cilindar A vratio u početni položaj izvlači se klip cilindra C (Y4) i gura označeni plastični dio u magacin. Klip cilindra C se izvlači do svog krajnjeg prednjeg položaja(B6), a odmah potom se vrati u svoj početni položaj (B5) (slika Slika 7.19).

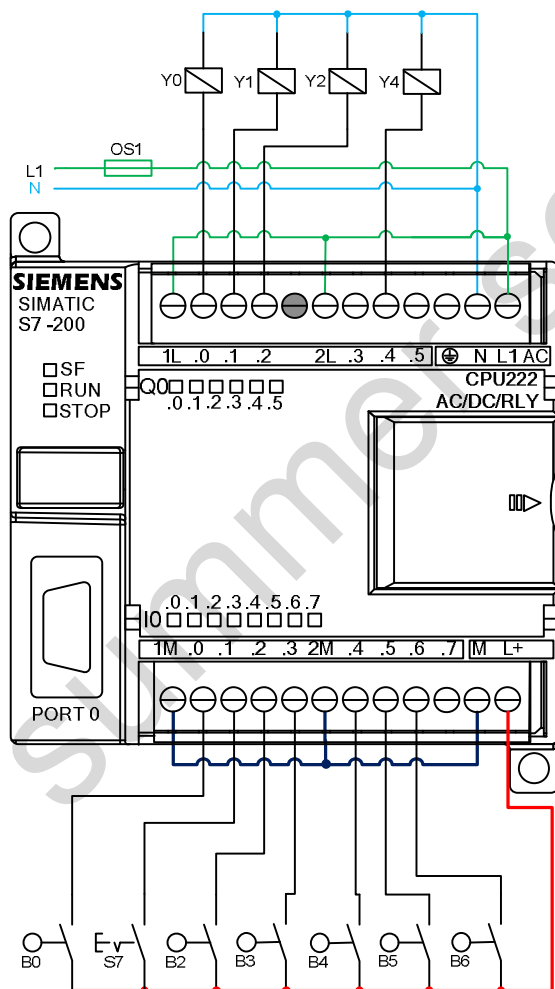


Slika 7.19 Uređaj za pečatanje 2

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                            |
|--------|--------|-------------------------------------|
| I0.0   | B0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen  |
| I0.1   | S7     | START taster                        |
| I0.2   | B2     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen |
| I0.3   | B3     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen  |
| I0.4   | B4     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen |
| I0.5   | B5     | Rid kontakt klip cilindra C uvučen  |
| I0.6   | B6     | Rid kontakt klip cilindra C izvučen |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen      |
| Q0.1   | Y1     | Špula cilindra A -klip uvučen       |
| Q0.2   | Y2     | Špula cilindra B -klip izvučen      |
| Q0.4   | Y4     | Špula cilindra C -klip izvučen      |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Zadatak je riješen u 6 koraka (stepova).

U prvom koraku se ispituju *uslovi za izvlačenje klipa cilindra A* (pritisnut START, klip cilindra A uvučen, klip cilindra B uvučen, klip cilindra C izvučen). Onda kada su ti uslovi zadovoljeni setuje se memorijski bit M0.1. Zatim se ispituju *uslovi za izvlačenje klipa cilindra B* (setovan M0.1, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, uvučen klip cilindra C), kada se ti uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.2, koji resetuje bit M0.1. Zatim se u koraku 3 ispituje *uslov za uvlačenje klipa cilindra B* (setovan M0.2, izvučen klip cilindra A, izvučen klip cilindra B, uvučen klip cilindra C). Kada se ovi uslovi ispune setovaće se memorijski bit M0.3, koji resetuje bit M0.2. U koraku 4 ispituje se *uslov za uvlačenje klipa cilindra A* (setovan M0.3, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, uvučen klip cilindra C). Kada se ovi uslovi ispune setuje se memorijski bit M0.4, koji resetuje bit M0.3. U koraku 5 se ispituje *uslov za izvlačenje klipa cilindra C* (setovan M0.4, uvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, uvučen klip cilindra C). Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.5, koji resetuje bit M0.4. Na kraju, u koraku 6, ispituju se *uslovi za uvlačenje cilindra C* (setovan M0.5, uvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, izvučen klip cilindra C). Kada se ispune ovi uslovi se memorijski bit M0.6, koji resetuje bit M0.5. Bit M0.6 će da resetuje ponovno setovanje bita M0.1.

Svaki od ovih koraka ima svoju akciju, odnosno izvršenje neke naredbe. Tako će se onda kada je aktivan prvi korak (setovan M0.1) izvlačiti klip cilindra A, drugi aktivan korak (setovan M0.2) će izvlačiti klip cilindra B, kada je aktivan treći korak (setovan M0.3) uvlači se klip cilindra B, a zatim se u četvrtom koraku (setovan M0.4) uvlači klip cilindra A. U koracima 5 (M0.5) i 6 (M0.6) izvlači se, odnosno uvlači klip cilindra C. Važno je voditi računa o tome da cilindrima B i C upravljaju monostabilni razvodnici, a cilindrom A bistabilni razvodnik.

### Rješenje (STL):

TITLE=Uređaj za pečatiranje

#### Network 1 // STEP 1 \_ Uslovi za izvlačenje klipa cilindra A

```
LD I0.1
A I0.0
A I0.3
A I0.5
LD M0.2
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
```

#### Network 2 // STEP 2 \_ Uslovi za izvlačenje klipa cilindra B

```
LD M0.1
A I0.2
A I0.3
A I0.5
LD M0.3
NOT
A M0.2
```

OLD

= M0.2

#### Network 3 // STEP 3 \_ Uslovi za uvlačenje klipa cilindra B

```
LD M0.2
A I0.2
A I0.4
A I0.5
LD M0.4
NOT
A M0.3
OLD
= M0.3
```

#### Network 4 // STEP 4 \_ Uslovi za uvlačenje klipa cilindra A

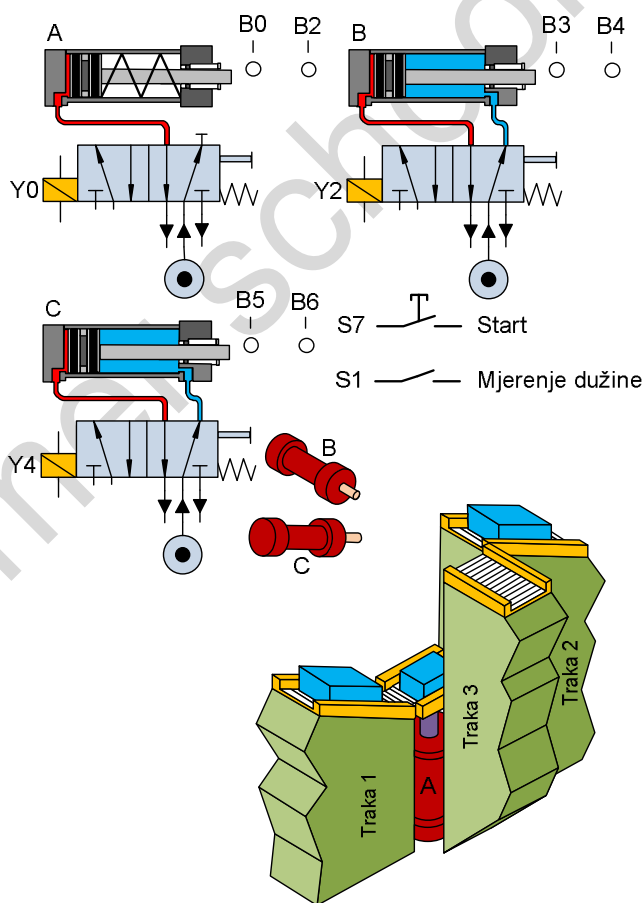
```
LD M0.3
A I0.2
A I0.3
A I0.5
LD M0.5
```

NOT  
A M0.4  
OLD  
= M0.4  
**Network 5 // STEP 5 \_ Uslovi za izvlačenje klipa cilindra C**  
LD M0.4  
A I0.0  
A I0.3  
A I0.5  
LD M0.6  
NOT  
A M0.5  
OLD  
= M0.5  
**Network 6 // STEP 6 \_ Uslovi za uvlačenje klipa cilindra C**  
LD M0.5  
A I0.0  
A I0.3  
A I0.6  
LD M0.1  
NOT  
A M0.6

OLD  
= M0.6  
**Network 7 // STEP 1 - izvršenje naredbe**  
LD M0.1  
S Q0.0, 1  
**Network 8 // STEP 2 - izvršenje naredbe**  
LD M0.2  
S Q0.2, 1  
R Q0.0, 1  
**Network 9 // STEP 3 - izvršenje naredbe**  
LD M0.3  
R Q0.2, 1  
**Network 10 // STEP 4 - izvršenje naredbe**  
LD M0.4  
S Q0.1, 1  
**Network 11 // STEP 5 - izvršenje naredbe**  
LD M0.5  
S Q0.4, 1  
R Q0.1, 1  
**Network 12 // STEP 6 - izvršenje naredbe**  
LD M0.6  
R Q0.4, 1

**Zadatak 15:** Linija za transport dijelova sa sortiranjem

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler koji treba da transportuje predmete koji se obrađuju, kao i da ih sortira u zavisnosti od njihove dužine. Naime, predmeti koji se dopremaju transportnom trakom manje visine T1 potrebno je proslijediti na transportnu traku veće visine T2 ili na treću pokretnu traku T3 u zavisnosti od dužine predmeta. Zato je potrebno između pokretnih traka postaviti uređaj za podizanje i sortiranje predmeta. Uređaj radi na sljedeći način. Ako su svi klipovi cilindara uvučeni što se detektuje rid kontaktima B0, B3 i B5, respektivno proces transporta predmeta se može pokrenuti pritiskom tastera START (S7). Kada se sistem pokrene, klip cilindra A (Y0), upravljan monostabilnim razvodnikom se izvlači, podižući pri tom predmet ka pokretnoj traci 2. Kada se klip cilindra B izvuče (B2), u zavisnosti od stanja prekidača S1 izvući će se klip cilindra B ili cilindra C. Ukoliko je ovaj prekidač u stanju logičke jedinice („1“) izvlači se klip cilindra B (Y2) upravljan monostabilnim razvodnikom, gurajući dio u na pokretnu traku 3. Kada klip cilindra B dostigne krajnji prednji položaj (B4), onda se klipovi cilindra A i B uvlače istovremeno. Ukoliko je prekidač S1 u u stanju logičke nule („0“) izvlači se klip cilindra C (Y4) upravljan monostabilnim razvodnikom, gurajući dio na pokretnu traku 2. Nakon što klip cilindra C dostigne krajnji prednji položaj (B6), istovremeno se uvlače klipovi cilindra A i C (slika Slika 7. 20).

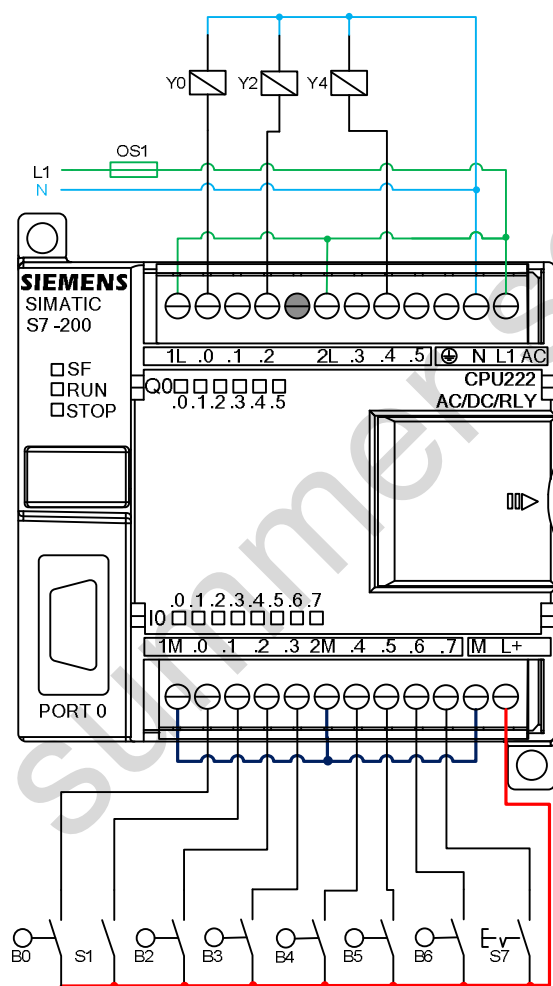


**Slika 7. 20** Linija za transport dijelova sa sortiranjem

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                 |
|--------|--------|------------------------------------------|
| I0.0   | B0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen       |
| I0.1   | S1     | Prekidač koji ukazuje na dužinu predmeta |
| I0.2   | B2     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen      |
| I0.3   | B3     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen       |
| I0.4   | B4     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen      |
| I0.5   | B5     | Rid kontakt klip cilindra C uvučen       |
| I0.6   | B6     | Rid kontakt klip cilindra C izvučen      |
| I0.7   | S7     | START taster                             |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen           |
| Q0.2   | Y2     | Špula cilindra B -klip izvučen           |
| Q0.4   | Y4     | Špula cilindra C -klip izvučen           |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Ovaj zadatak se može riješiti u 3 ili 4 koraka. Biće prikazana oba rješenja. Ako zadatak rješavamo u 3 koraka, neophodan je poseban memorijski bit koji će da zapamti da li je predmet duži ili kraći i u zavisnosti od stanja ovog memorijskog bita, odnosno od dužine predmeta, izvlačiće se klip cilindra B, odnosno C.

### Rješenje 1

Ovo je rješenje u 4 koraka (stepa).

U prvom koraku se ispituju *uslovi za izvlačenje klipa cilindra A* (pritisnut START, klip cilindra A uvučen, klip cilindra B uvučen, klip cilindra C uvučen). Onda kada su ti uslovi zadovoljeni setuje se memorijski bit M0.1. Nakon prvog koraka mreža se grana. Naime, može se izvlačiti ili klip cilindra B, ako je prekidač S1 u stanju logičke jedinice „1“ ili klip cilindra C, ako je prekidač S1 u stanju logičke nule „0“. Grananje se izvodi na sljedeći način, kreiraju se dva koraka, *korak 2 i korak 3 od kojih će jedan vršiti izvlačenje cilindra B, a drugi izvlačenje cilindra C*. Uslovi za setovanje koraka 2 su: setovan M0.1, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, klip cilindra C uvučen, S1 u stanju logičke jedinice „1“, dok su uslovi za setovanje koraka 3: setovan M0.1, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, klip cilindra C uvučen, S1 u stanju logičke nule „0“. Uvijek će se vršiti akcija SAMO jednog od ova dva koraka, a oba memorijska bita M0.2 i M0.3 resetuje memorijski bit M0.4 koji označava četvrti korak. Uslovi za četvrti korak, u kome se uvlače sva tri klipa cilindra (bez obzira na to koja dva su bila izvučena) su: setovan M0.2, izvučen klip cilindra A, izvučen klip cilindra B, uvučen klip cilindra C ili setovan M0.3, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, izvučen klip cilindra C. Bit M0.4 će da resetuje ponovno setovanje bita M0.1.

Akcije ovih koraka su sljedeće: aktivan prvi korak (setovan M0.1) izvlači se klip cilindra A, aktivan drugi korak (setovan M0.2) izvlači se klip cilindra B, aktivan treći korak (setovan M0.3) izvlači se klip cilindra C i na kraju, aktivan četvrti korak, aktivira se uvlačenje klipova sva tri cilindra, bez obzira na to koja dva od njih tri su bili izvučeni, jer uvlačenjem već uvučenog klipa, ništa se ne postiže.

### Rješenje 1 (STL):

TITLE= Linija za transport dijelova sa sortiranjem

#### Network 1 // Uslovi za izvlačenje klipa cilindra A

LD I0.7

A I0.0

A I0.3

A I0.5

LD M0.2

NOT

A M0.1

OLD

= M0.1

#### Network 2 // Uslovi za izvlačenje klipa cilindra B

LD M0.1

A I0.2

A I0.3

A I0.5

A I0.1

LD M0.4

NOT

A M0.2

OLD

= M0.2

#### Network 3 // Uslovi za izvlačenje klipa cilindra C

LD M0.1

A I0.2

A I0.3

A I0.5

AN I0.1

LD M0.4

NOT

A M0.3

OLD

= M0.3

#### Network 4 // Uslovi za uvlačenje klipova cilindara A, B i C

LD M0.2

```

A   I0.4
A   I0.5
LD  M0.3
A   I0.3
A   I0.6
OLD
A   I0.2
LD  M0.1
NOT
A   M0.4
OLD
=   M0.4
Network 5 // STEP 1 - izvršenje naredbe

```

```

LD  M0.1
S   Q0.0, 1
Network 6 // STEP 2 - izvršenje naredbe
LD  M0.2
S   Q0.2, 1
Network 7 // STEP 3 - izvršenje naredbe
LD  M0.3
S   Q0.4, 1
Network 8 // STEP 4 - izvršenje naredbe
LD  M0.4
R   Q0.0, 1
R   Q0.2, 1
R   Q0.4, 1

```

### Rješenje 2

Ovo je rješenje u 3 koraka (stepa), s tim što se u prvoj mreži koja nije u sastvanom dijelu stepova ispituje stanje prekidača S1, ako je prekidač S1 u stanju logičke jedinice „1“ setuje se memorijski bit M20.0, a ako je u stanju logičke nule „0“ ovaj bit se resetuje.

Nakon toga ulazi se u step sekvencu. U prvom koraku se ispituju *uslovi za izvlačenje klipa cilindra A* (pritisnut START, klip cilindra A uvučen, klip cilindra B uvučen, klip cilindra C uvučen). Onda kada su ti uslovi zadovoljeni setuje se memorijski bit M0.1. Zatim se ispituju uslovi za izvlačenje klipa cilindra B, odnosno klipa cilindra C: setovan M0.1, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, klip cilindra C uvučen. U ovom stepu se ne ispituje stanje memorijskog bita M20.0 koji nam govori o dužini predmeta, stanje ovog memorijskog bita ispitivaće se tek prilikom izvršenja naredbe. Kada se gore anvedeni uslovi zadovolje setuje se memorijski bit koraka 2: M0.2, koji resetuje memorijski bit koraka 1: M0. Uslovi za treći korak, u kome se uvlače sva tri klipa cilindra (bez obzira na to koja dva su bila izvučena) su: setovan M0.2, izvučen klip cilindra A, izvučen klip cilindra B, uvučen klip cilindra C ili setovan M0.2, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, izvučen klip cilindra C. Bit M0.3 će da resetuje ponovno setovanje bita M0.1.

Akcije ovih koraka su sljedeće: aktivan prvi korak (setovan M0.1) izvlači se klip cilindra A, aktivan drugi korak (setovan M0.2) i memorijski bit M20.0 u stanje logičke jedinice (setovan) izvlači se klip cilindra B, aktivan drugi korak (setovan M0.2) i memorijski bit M20.0 u stanje logičke nule (resetovan) izvlači se klip cilindra C i na kraju, aktivan treći korak, aktivira se uvlačenje klipova sva tri cilindra, bez obzira na to koja dva od njih tri su bili izvučeni, jer uvlačenjem već uvučenog klipa, ništa se ne postiže.

### Rješenje 2 (STL):

TITLE=Linija za transport dijelova sa sortiranjem

#### Network 1 // Odredjivanje dužine predmeta

```

LD  I0.7
A   I0.1
LD  I0.7
AN  I0.1
NOT
A   M20.0
OLD

```

```

=   M20.0

```

#### Network 2 // STEP 1 \_ Uslovi za izvlačenje klipa cilindra A

```

LD  I0.7
A   I0.0
A   I0.3
A   I0.5
LD  M0.2

```

NOT

A M0.1

OLD

= M0.1

**Network 3 // STEP 2 \_ Uslovi za izvlačenje klipa  
cilindara B ili C**

LD I0.2

A I0.3

A I0.5

LD M0.3

NOT

A M0.2

OLD

= M0.2

**Network 4 // STEP 3 \_ Uslovi za uvlačenje klipova  
svih cilindara**

LD I0.2

LDN M20.0

A I0.3

A I0.6

LD M20.0

A I0.4

A I0.5

OLD

ALD

LD M0.1

NOT

A M0.3

OLD

= M0.3

**Network 5 // STEP 1 - izvršenje naredbe**

LD M0.1

S Q0.0, 1

**Network 6 // STEP 2 - izvršenje naredbe**

LD M0.2

LPS

A M20.0

S Q0.2, 1

LPP

AN M20.0

S Q0.4, 1

**Network 7 // STEP 3 - izvršenje naredbe**

LD M0.3

R Q0.0, 1

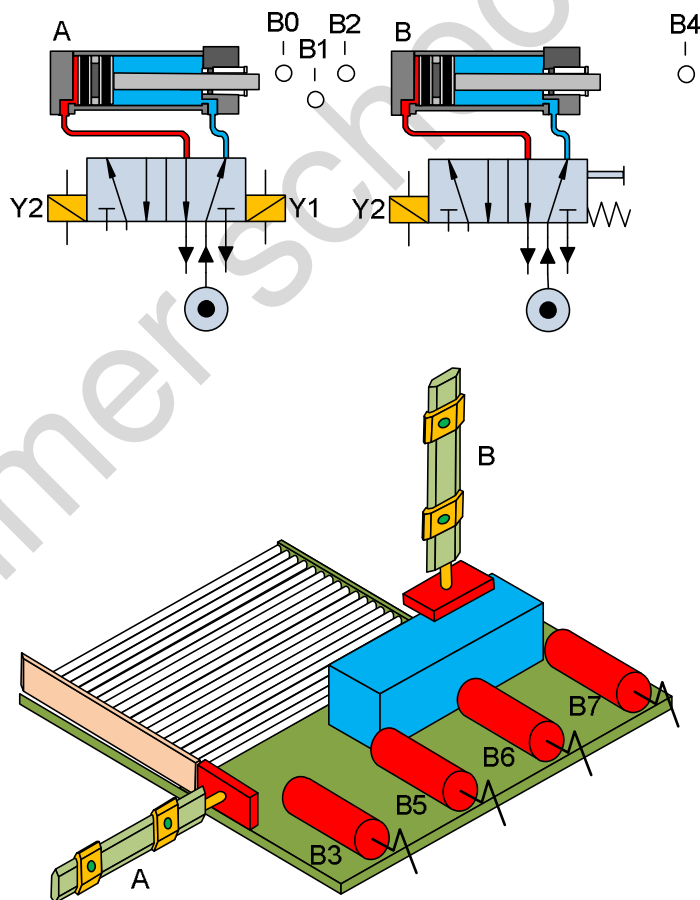
R Q0.2, 1

R Q0.4, 1

**Zadatak 16:** Uređaj za pečatanje predmeta različitih dužina

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler koji upravlja uređajem za pečatanje. Prvo je potrebno izvršiti pravilno pozicioniranje predmeta u zavisnosti od njegove dužine, a zatim na njemu postaviti pečat. Na uređaj za pečatanje dolaze predmeti koji imaju tri različite dužine. Ukoliko je klip cilindar A uvučen (B0), sa tri blizinska senzora B3, B5 i B6 vrši se mjerenje dužine predmeta. Mjerenje traje 5s, da bi se osiguralo da ono bude pouzdano. Nakon toga, izvlači se klip cilindra A (Y0) koji pomjera predmet po platformi za pečatanje i postavlja ga u željenu poziciju, što se kontroliše blizinskim senzorima B3, B5 i B6. Najkraći predmet pomjera se do senzora B6, predmet srednje dužine pomjera se do senzora B5 i B6, a najduži se pozicionira ispred senzora B5, B6 i B7, nakon čega se klip cilindar A ponovo uvlači (Y1).

Nakon što se predmet ispravno pozicionirao na njega se postavlja pečat, što se kontroliše izvlačenjem/uvlačenjem klipa cilindra B (Y2), kojeg kontroliše monostabilni razvodnik. Klip cilindra B se u početku nalazi u položaju uvučen, a čim se predmet za pečatanje pravilno pozicionira na platformi klip cilindra B se izvlači do svog krajnjeg položaja (B4) postavlja pečat na predmet i automatski se vraća u početni položaj. Nakon toga, klip cilindra A se izvlači do svog krajnjeg prednjeg položaja (B2) i izbacuje predmet sa platforme za pečatanje i vraća se u početni položaj uvučen (A0). Cilindar A ima tri pozicije (B0, B1 i B2) (slika Slika 7.21).

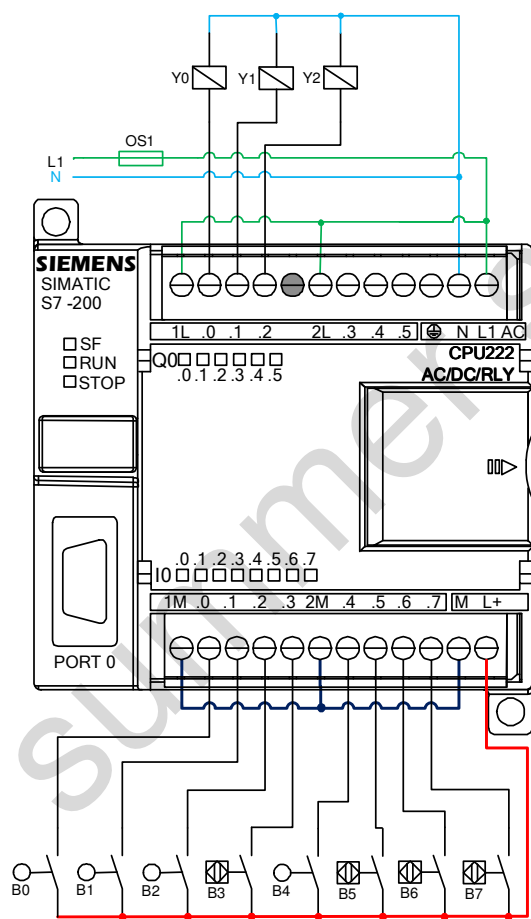


**Slika 7.21** Uređaj za pečatanje predmeta različitih dužina

### Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                  |
|--------|--------|-----------------------------------------------------------|
| I0.0   | B0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen                        |
| I0.1   | B1     | Rid kontakt klip cilindra A u srednjem položaju           |
| I0.2   | B2     | Rid kontakt klip cilindra A izuvučen                      |
| I0.3   | B3     | Senzor za mjerenje dužine predmeta i određivanje pozicije |
| I0.4   | B4     | Rid kontakt klip cilindra B izuvučen                      |
| I0.5   | B5     | Senzor za mjerenje dužine predmeta i određivanje pozicije |
| I0.6   | B6     | Senzor za mjerenje dužine predmeta i određivanje pozicije |
| I0.7   | B7     | Senzor za mjerenje dužine predmeta i određivanje pozicije |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen                            |
| Q0.1   | Y1     | Špula cilindra A -klip uvučen                             |
| Q0.2   | Y2     | Špula cilindra A -klip izvučen                            |

### Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Na samom početku kada senzor B3 registruje da je predmet stigao i da je špula cilindra A uvučena, setuje se memorijski bit M0.1, koji će da aktivira tajmer podešen na 5s, što je vrijeme potrebno da senzori B3, B5 i B6 očitaju dužinu predmeta. Setovani memorijski bit M0.1 biće resetovan memorijskim bitom M0.2. U drugoj mreži se setuje i resetuje memorijski bit M0.2. Ovaj bit se setuje kada tajmer izmjeri vrijeme 5s, a resetuje se memorijskim bitom M0.3. Bit M0.2 biće zadužen za izvlačenje klipa cilindra A. Da bi se odredilo do koje tačke će se izvlačiti klip cilindra A, neophodna je informacija o dužini predmeta. Ovu informaciju dobijamo iz linija 8, 9 i 10. U ovim linijama se ispituje stanje senzora B3, B5 i B6 i u zavisnosti od toga da li se radi o najkraćem, srednjem ili najdužem predmetu biće setovani bitovi M1.0, M1.1 ili M1.2 resekptivno. Cilindar A se u trećem koraku (aktivan memorijski bit M0.3) izvuče do određene tačke (koja se određuje na osnovu setovanih memorijskih bitova M1.0, M1.1, M1.2) i kada se detektuje da se klip cilindra A izvukao do tačke, u koraku četiri (M0.4) izvlači se klip cilindra B koji obilježava predmet. Kada se cilindar izvuče do kraja setuje se memorijski bit M0.5, koji će da aktivira uvlačenje klipa cilindra B. Ovaj memorijski bit, resetovaće memorijski bit M0.6. Kada se cilindar B uvuče, u koraku 6 se ponovo aktivira cilindar A čiji se klip sada izvlači do svog krajnjeg položaj, izbacujući pri tome dio sa prstora za pečatiranje. Kada cilindar A dođe do svog krajnjeg položaja (što je uslov za setovanje memorijskog bita M0.7), on se, u koraku 7, automatski uvlači do svog početnog položaja i sistem se spreman da prihvati novi dio.

### Rješenje (STL):

TITLE= Uređaj za pečatiranje predmeta

**Network 1 // STEP 1 : Predmet je stigao, aktiviran je tajmer 5s**

```
LD I0.0
A I0.3
LD M0.2
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
TON T37, +50
```

**Network 2 // STEP 2 : Uslovi za izvlačenje klipa cilindra A**

```
LD T37
LD M0.3
NOT
A M0.2
OLD
= M0.2
```

**Network 3 // STEP 3 : Dostignuta je željena pozicija, ispituju se uslovi za obilježavanje dijela**

```
LD M1.0
AN I0.3
AN I0.5
A I0.6
```

```
AN I0.7
LD M1.1
AN I0.3
A I0.5
A I0.6
AN I0.7
OLD
LD M1.2
AN I0.3
A I0.5
A I0.6
A I0.7
OLD
A M0.2
AN I0.0
LD M0.4
NOT
A M0.3
OLD
= M0.3
TON T38, +50
```

**Network 4 // STEP 4 : Uslovi za izvlačenje klipa cilindra sa pečatom**

```
LD T38
LD M0.5
```

NOT

A M0.4

OLD

= M0.4

**Network 5 // STEP 5 : Uslovi za uvlačenje klipa  
cilindra sa pečatom**

LD I0.4

A M0.4

LD M0.6

NOT

A M0.5

OLD

= M0.5

**Network 6 // STEP 6 : Uslovi za izbacivanje dijela sa  
mjestu za sortiranje**

LDN I0.4

A M0.5

LD M0.7

NOT

A M0.6

OLD

= M0.6

**Network 7 // STEP 7 : Uslovi za uvlačenje klipa  
cilindra A**

LD I0.2

A M0.6

LD M0.1

O I0.0

NOT

A M0.7

OLD

= M0.7

**Network 8 // Mjerenje dužine predmeta\_Mali dio**

LD I0.3

AN I0.5

AN I0.6

A M0.1

LD M0.6

LD I0.3

A I0.5

AN I0.6

A M0.1

OLD

LD I0.3

A I0.5

A I0.6

A M0.1

OLD

NOT

A M1.0

OLD

= M1.0

**Network 9 // Mjerenje dužine predmeta\_Srednji  
dio**

LD I0.3

A I0.5

AN I0.6

A M0.1

LD M0.6

LD I0.3

AN I0.5

AN I0.6

A M0.1

OLD

LD I0.3

A I0.5

A I0.6

A M0.1

OLD

NOT

A M1.1

OLD

= M1.1

**Network 10 // Mjerenje dužine predmeta\_Veliki  
dio**

LD I0.3

A I0.5

A I0.6

A M0.1

LD M0.6

LD I0.3

AN I0.5

AN I0.6

A M0.1

OLD

LD I0.3

A I0.5

AN I0.6

A M0.1

OLD

NOT

A M1.2

OLD

= M1.2

**Network 11 // Klip cilindra A se izvlači**

LD M0.2

O M0.6

LD M0.3

O M0.7

NOT

A Q0.0

OLD

= Q0.0

**Network 12 // Klip cilindra A se uvlači**

LD M0.7

= Q0.1

**Network 13 // Klip cilindra B se uvlači i izvlači (SR  
flip flop)**

LD M0.4

LD M0.5

NOT

A Q0.2

OLD

= Q0.2

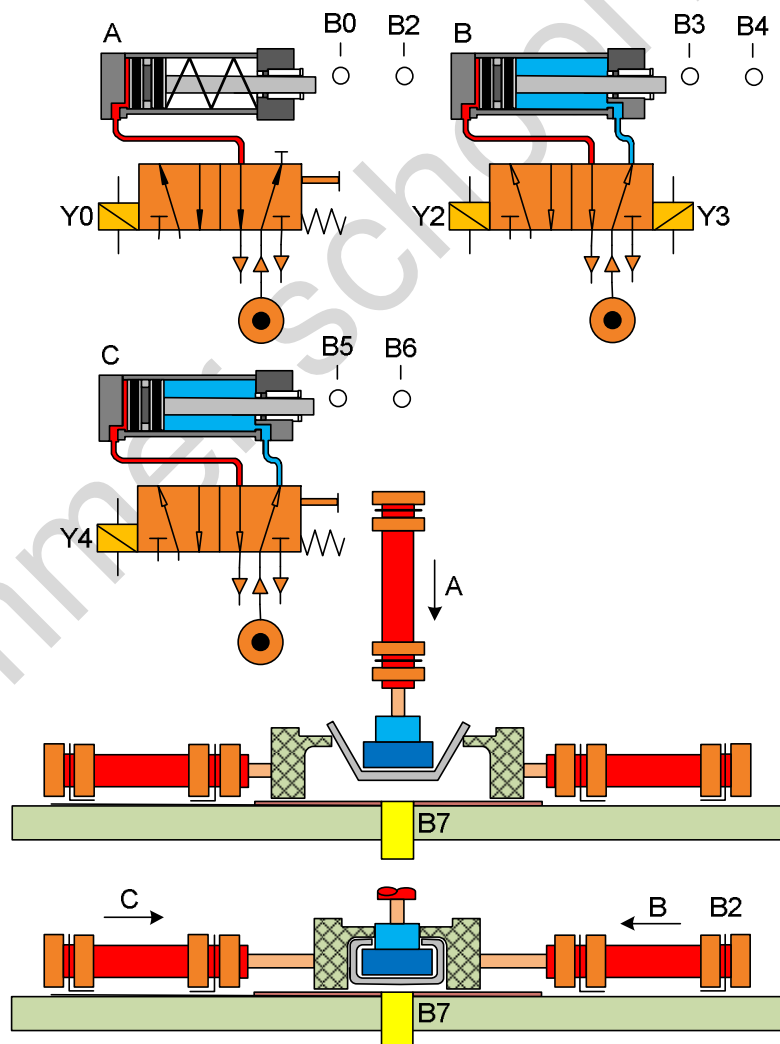
Summer School 2013

### Zadatak 17: Oblikovanje predmeta

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler, koji treba da upravlja radom uređaja za oblikovanje metalnih listića. Nakon što se ispune početni uslovi, proces oblikovanja se može pokrenuti pritiskom tastera S1. Početni uslovi su:

- Klip cilindra A (Y0) upravljan monostabilnim razvodnikom u položaju uvučen (B0)
- Klip cilindra B (Y2 i Y3) upravljan bistabilnim razvodnikom u položaju uvučen (B3)
- Klip cilindra C (Y4) upravljan monostabilnim razvodnikom u položaju uvučen (B5)
- Optički senzor B7 aktivan (metalni listić je postavljen u radnom prostoru mašine)

Kada se proces oblikovanja pokrene, klip cilindra A se izvlači i pošto dostigne krajnju poziciju B2, oba cilindra B (Y2) i C (Y4) se istovremeno izvlače i savijaju krajeve metalnog listića. Čim se ovi cilindri izvuku u svoje krajnje pozicije (B4 i B6), odmah se zatim uvlače u krajnje pozicije (B3, B5), nakon čega se i cilindar A uvlači u svoju krajnju poziciju (B0) (slika Slika 7.22).

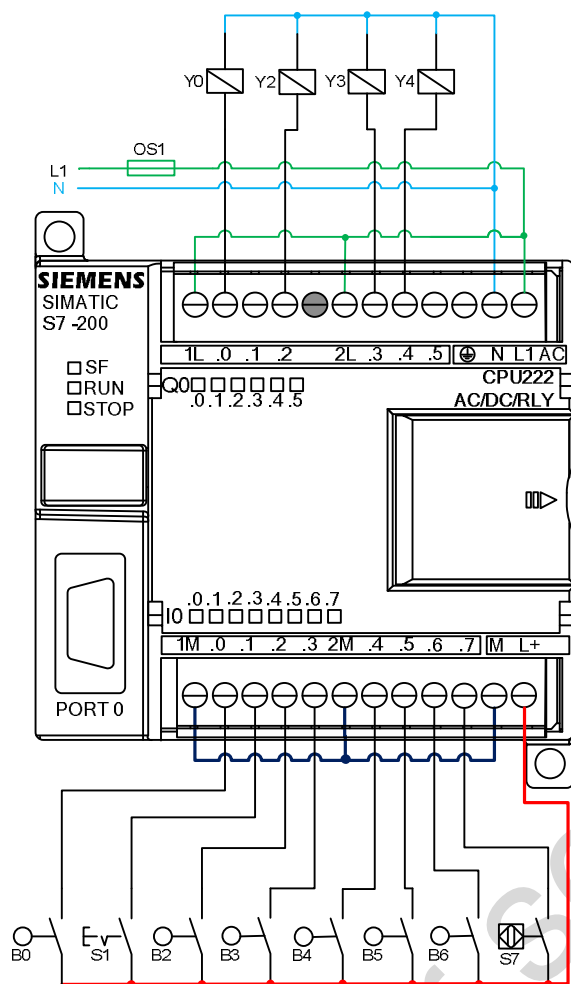


**Slika 7.22** Uređaj za oblikovanje predmeta

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                             |
|--------|--------|--------------------------------------|
| I0.0   | B0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen   |
| I0.1   | S1     | START taster                         |
| I0.2   | B2     | Rid kontakt klip cilindra A izuvučen |
| I0.3   | B3     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen   |
| I0.4   | B4     | Rid kontakt klip cilindra B izuvučen |
| I0.5   | B5     | Rid kontakt klip cilindra C uvučen   |
| I0.6   | B6     | Rid kontakt klip cilindra C izuvučen |
| I0.7   | S7     | Opticki senzor_metalni dio prisutan  |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen       |
| Q0.2   | Y2     | Špula cilindra B -klip uvučen        |
| Q0.3   | Y3     | Špula cilindra B -klip izvučen       |
| Q0.4   | Y4     | Špula cilindra C -klip izvučen       |

**Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima**



### Detaljan opis rješenja

Zadatak je riješen u 4 koraka (stepa).

U prvom koraku se ispituju *uslovi za izvlačenje klipa cilindra A* (pritisnut START, klip cilindra A uvučen, klip cilindra B uvučen, klip cilindra C izvučen). Onda kada su ti uslovi zadovoljeni setuje se memorijski bit M0.1. Zatim se ispituju *uslovi za izvlačenje klipova cilindra B i C* (setovan M0.1, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, uvučen klip cilindra C), kada se ti uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.2, koji resetuje bit M0.1. Zatim se u koraku 3 ispituje *uslov za uvlačenje klipova cilindra B i C* (setovan M0.2, izvučen klip cilindra A, izvučen klip cilindra B, izvučen klip cilindra C). Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.3, koji resetuje bit M0.2. U koraku 4 ispituje se *uslov za uvlačenje klipa cilindra A* (setovan M0.3, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B, uvučen klip cilindra C). Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.4, koji resetuje bit M0.3. Bit M0.4 će da resetuje ponovno setovanje bita M0.1.

Svaki od ovih koraka ima svoju akciju, odnosno izvršenje naredbe. Tako će se onda kada je aktivan prvi korak (setovan M0.1) izvlačiti klip cilindra A, kada je aktivan drugi korak (setovan M0.2) izvlačiti klipovi cilindra B i C, kada je aktivan treći korak (setovan M0.3) uvlačiće se klipovi cilindra B i C,

a zatim se u četvrtom koraku (setovan M0.4) uvlači klip cilindra A. Važno je voditi računa o tome da cilindrima A i C upravljaju monostabilni razvodnici, a cilindrom B bistabilni razvodnik.

### Rješenje (STL):

TITLE=Uredjaj za oblikovanje predmeta

#### Network 1 // STEP 1 \_ Uslovi za izvlačenje klipa cilindra A

```
LD I0.1
A I0.0
A I0.3
A I0.5
A I0.7
LD M0.2
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
```

#### Network 2 // STEP 2 \_ Uslovi za izvlačenje klipova cilindra B i C

```
LD M0.1
A I0.2
A I0.3
A I0.5
LD M0.3
NOT
A M0.2
OLD
= M0.2
```

#### Network 3 // STEP 3 \_ Uslovi za uvlačenje klipova cilindra B i C

```
LD M0.2
A I0.2
A I0.4
A I0.6
LD M0.4
NOT
A M0.3
```

OLD

= M0.3

#### Network 4 // STEP 4 \_ Uslovi za uvlačenje klipa cilindra A

```
LD M0.3
A I0.2
A I0.3
A I0.5
LD M0.1
NOT
A M0.4
OLD
= M0.4
```

#### Network 5 // STEP 1 \_ Izvršenje naredbe

```
LD M0.1
S Q0.0, 1
```

#### Network 6 // STEP 2 \_ Izvršenje naredbe

```
LD M0.2
S Q0.2, 1
S Q0.4, 1
```

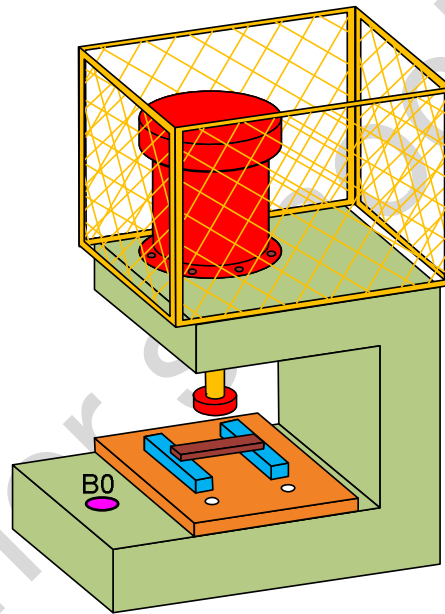
#### Network 7 // STEP 3 \_ Izvršenje naredbe

```
LD M0.3
R Q0.2, 1
S Q0.3, 1
R Q0.4, 1
```

#### Network 8 // STEP 4 \_ Izvršenje naredbe

```
LD M0.4
R Q0.0, 1
R Q0.3, 1
```

Programabilni logički kontroler treba da upravlja presom sa zaštitnim kavezom. Presu je moguće pokrenuti samo ukoliko je spušten zaštitni kavez. Pomoću senzora B0 se provjerava da li je kavez zatvoren. Kada se utvrdi da je kavez zatvoren, onda se presa može pokrenuti tasterom START (S1), nakon toga se izvlači klip cilindra A (Y0) kojeg kontroliše monostabilni razvodnik i presuje radni predmet. Klip cilindar A ostaje izvučen 10 sekundi a zatim se uvlači (slika **Slika 7.23**).

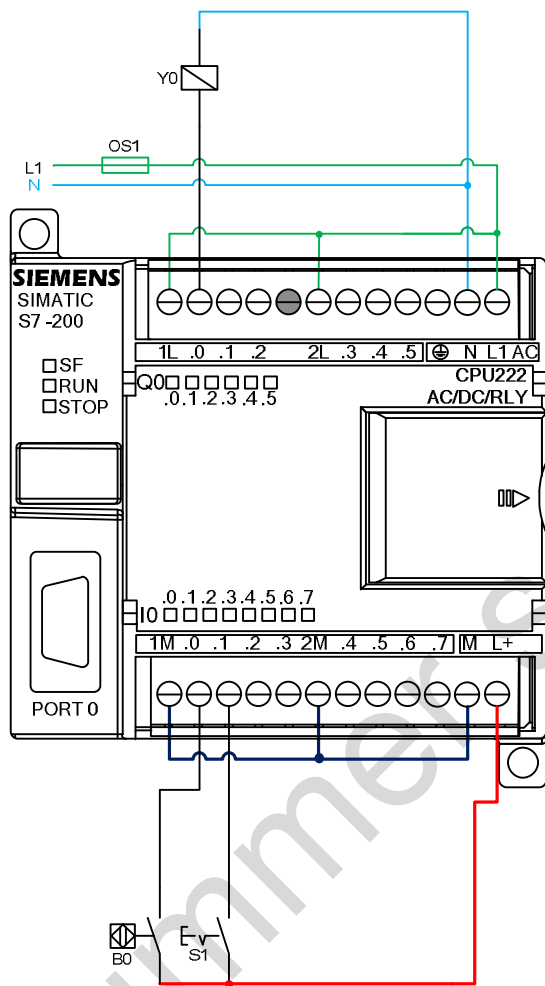


**Slika 7.23** Presa sa zaštitnim kavezom

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                       |
|--------|--------|--------------------------------|
| I0.0   | B0     | Senzor_kavez zatvoren          |
| I0.1   | S1     | START taster                   |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Zadatak se može riješiti na dva načina: setovanjem i resetovanjem klipa cilindra Y0 i korišćenjem kola samoodržanja Predstavljena su oba rješenja.

### Rješenje 1:

U ovom slučaju zadatak je riješen u tri linije.

(Network 1): U prvoj liniji izvlači se klip cilindra Y0 tako što se izlaz Y0 setuje ukoliko je kavez zatvoren i ukoliko je pritisnut START.

(Network 2): Izvlačenje klipa cilindra aktivira tajmer podešen na 10s.

(Network 3): U trećoj liniji se ispituje da li je vrijeme isteklo i ako jeste, resetuje se izlaz Y0, dakle klip cilindra Y0 se uvlači.

### Rješenje 1 (STL):

TITLE=Pres sa zastitnim kavezom

#### Network 1 // Uključenje prese prese

LD I0.0

A I0.1

S Q0.0, 1

#### Network 2 // Tajmer 10s

LD Q0.0

TON T37, 100

#### Network 3 // Isključenje prese

LD T37

R Q0.0, 1

### Rješenje 1:

U ovom slučaju zadatak je riješen u dvije linije.

(Network 1): U prvoj liniji se izvlači klip cilindra Y0 pomoću kola samoodržanja ukoliko je kavez zatvoren, ukoliko je pritisnut START i ukoliko tajmer nije izmjerio vrijeme 10s.

(Network 1): U drugoj liniji izvlačenje klipa cilindra aktivira tajmer podešen na 10s. Onog trenutka kada tajmer izmjeri 10s, prekida se kolo samoodržanja i klip cilindra se uvlači.

### Rješenje 2 (STL):

TITLE=Pres sa zastitnim kavezom

#### Network 1 // Uključenje/isključenje prese

LD I0.0

A I0.1

O Q0.0

AN T37

= Q0.0

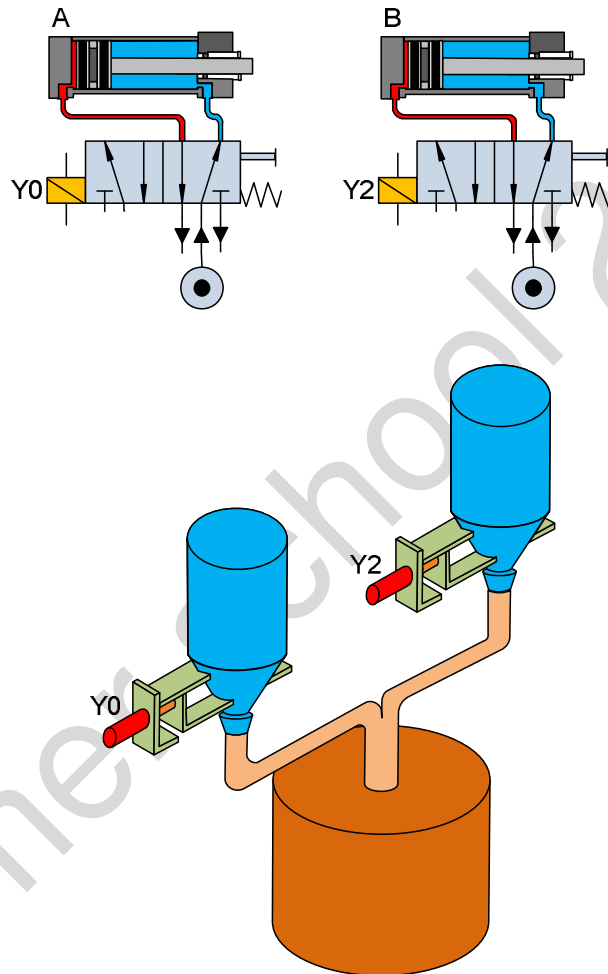
#### Network 2 // Tajmer 10s

LD Q0.0

TON T37, 100

**Zadatak 19:** Punjenje boca tabletama

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler koji će da upravlja procesom punjenja boce tabletama. Postoje dva tipa tableta kojima se puni boca i koje treba u odnosu 1:2 iz skladišta tableta A i B, prebaciti u bocu. U cilju da se dobije ova proporcija, potrebno je da vremenski periodi u kojima skladišta pojedinih tableta A i B trebaju biti otvorena takođe budu u ovom odnosu (1:2). Upravljaajući cilindrom A (Y0) skladište tableta A treba da bude otvoreno 20 sekundi, a upravljaajući cilindrom B (Y2) skladište tableta B 10 sekundi. Izvlačenje i uvlačenje klipova cilindara A i B kontroliše se monostabilnim razvodnicima (slika Slika 7.24).

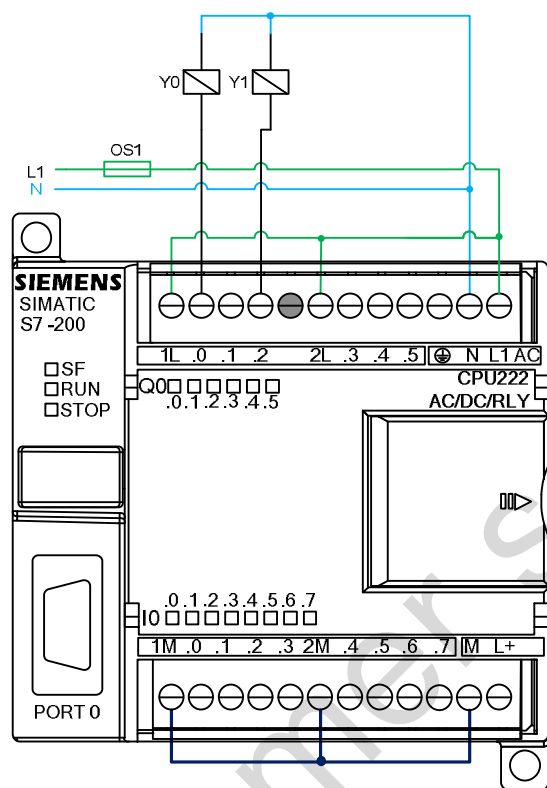


**Slika 7.24** Punjenje boca tabletama

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                       |
|--------|--------|--------------------------------|
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen |
| Q0.2   | Y1     | Špula cilindra B -klip izvučen |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



### Detaljan opis rješenja

Ovaj zadatak je karakterističan po tome što se umjesto „ON delay“ tajmera koristi „OFF delay“ tajmer. Punjenje boca tabletama izvedeno je u četiri linije.

(*Network 1,2*): Dva tajmera, jedan podešen na 20s i drugi podešen na 10s, aktiviraju jedan drugi, na sljedeći način: onda kada nisu zatvoreni kontakti tajmera podešenog na 10s, aktivira se tajmer koji mjeri vrijeme 20s, a kada su zatvoreni su kontakti tajmera podešenog na 20s aktivira se i tajmer koji mjeri vrijeme 10s.

(*Network 3,4*): U trećoj i četvrtoj liniji se pune boce. Ako je su zatvoreni kontakti tajmera podešenog na 20s puni se boca A, a ako nisu zatvoreni kontakti tajmera podešenog na 20s, a zatvoreni su kontakti tajmera podešenog na 10s puni se boca B.

#### Rješenje (STL):

TITLE=Punjenje boca tabletama

#### Network 1 // Tajmer 20s

LDN T37

TOF T38, 200

#### Network 2 // Tajmer 10s

LD T38

TOF T37, 100

#### Network 3 // Punjenje posude A

LD T38

= Q0.0

#### Network 4 // Punjenje posude B

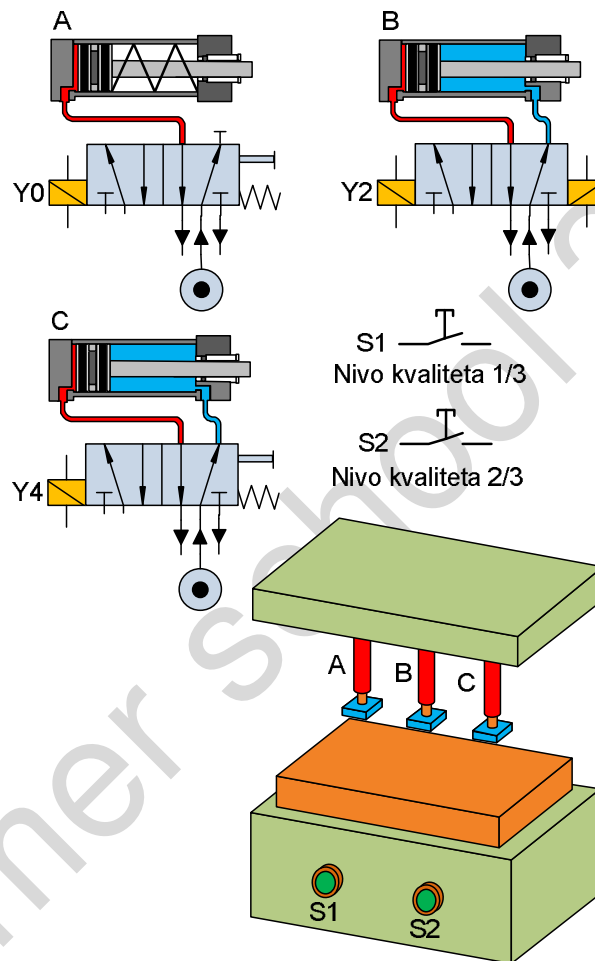
LDN T38

A T37

= Q0.2

### Zadatak 20: Uređaj za kontrolu kvaliteta

Programabilni logički kontroler upravlja uređajem za kontrolu kvaliteta, pri čemu se može dati nekoliko ocjena kvaliteta koje se odnose na mjerenje debljine predmeta i stanja površine. Za ocjenu 1/3, izvlači se samo klip cilindra B (Y2/Y3), kojeg kontrolirše bistabilni razvodnik. Za ocjenu 2/3, izvlače se klipovi cilindra A i C (Y0 i Y4), koje kontroliršu monostabilni razvodnici. Ocjene 1/3 i 2/3 mogu se odabrati uz pomoć tastera T1 i T2 respektivno. Ako se pritisnu tasteri S1 i S2 istovremeno, odabrana je ocjena 3/3 i svi klipovi cilindra, A, B i C se izvlače (slika Slika 7.25).

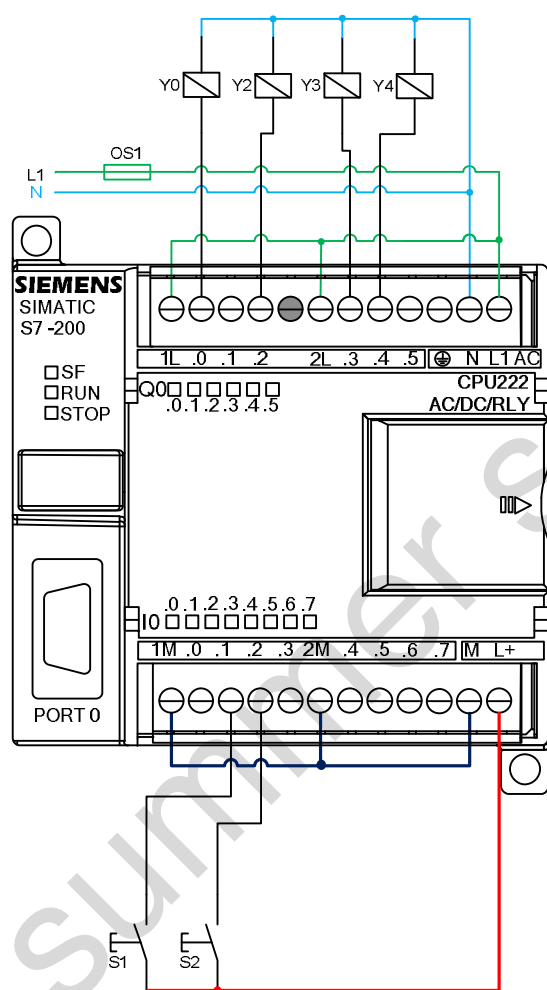


Slika 7.25 Uređaj za kontrolu kvaliteta

Lista dodjele adresa sensorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                       |
|--------|--------|--------------------------------|
| I0.1   | S1     | Taster 1                       |
| I0.2   | S2     | Taster 2                       |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen |
| Q0.2   | Y2     | Špula cilindra B -klip izvučen |
| Q0.3   | Y3     | Špula cilindra B -klip uvučen  |
| Q0.4   | Y4     | Špula cilindra C -klip izvučen |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa sensorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Ovaj zadatak rješen je u četiri linije.

(*Network 1-3*): U prvoj liniji izvlači se samo klip cilindra B, ako je pritisnut taster S1, a u drugoj liniji se izvlače klipovi cilindra A i C ukoliko je pritisnut taster S2. Pošto klipom cilindra B upravlja bistabilni razvodnik, mora se setovati Y3 zadužen za uvlačenje klipa cilindra B. Ovaj izlaz se automatski setuje 1s nakon što je bio pritisnut taster S1. U trećoj liniji taster S1 aktivira tajmer podešen na 1s.

(*Network 4*): U četvrtoj liniji se uvlači klip cilindra B ako su zatvoreni kontakti tajmera (prošla je 1s) i ako je pušten taster S1. Ako su kontakti tajmera zatvoreni, a taster nije pušten, klip cilindra se uvlači tek kad se taster pusti.

### Rješenje (STL):

TITLE=Uredjaj za kontrolu kvaliteta

#### Network 1 // Taster T1 \_ Ocjena 1/3 = Izvlačenje klipa cilindra B

LD I0.1  
= Q0.2

#### Network 2 // Taster T1 \_ Ocjena 2/3 = Izvlačenje klipova cilindra A i C

LD I0.2  
= Q0.0  
= Q0.4

#### Network 3 // Tajmer 1s

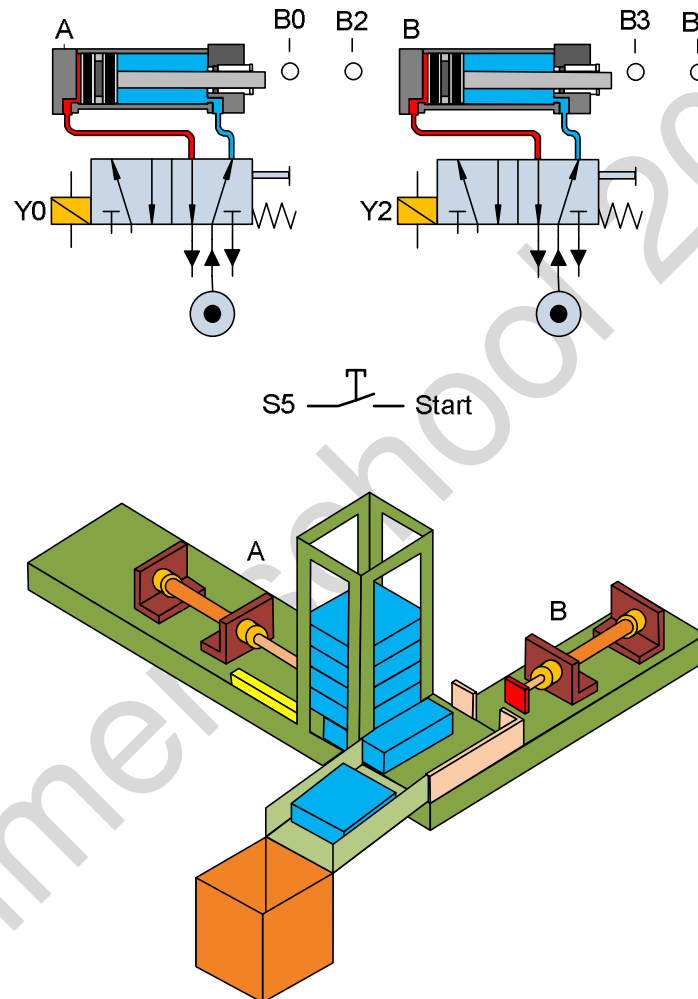
LD I0.1  
TOF T37, 10

#### Network 4 // Uvlačenje klipa cilindra B

LD T37  
AN I0.1  
= Q0.3

### Zadatak 21: Linija za pakovanje

Programabilni logički kontroler treba da upravlja linijom za pakovanje predmeta u kutiju. Naime, kada se pritisne taster START (S5), ukoliko su klipovi cilindara A i B bili uvučeni (B0 i B3), izvlači se klip cilindra A (Y0) koji gura predmet iz magacina na platformu. Kada se klip cilindra A izvuče do kraja (B2), automatski se vraća nazad do svoje početne pozicije uvučen (B0). Tada se izvlači klip cilindra B (Y2) koji gura predmet u kutiju. Kada se klip cilindar B nađe u krajnjem položaju izvučen (B4), automatski se vraća nazad u svoj početni položaj uvučen (B3) i proces može ponovo da počne (ako se pritisne taster START). Oba cilindra kontrolišu monostabilni razvodnici (slika Slika 7.26).

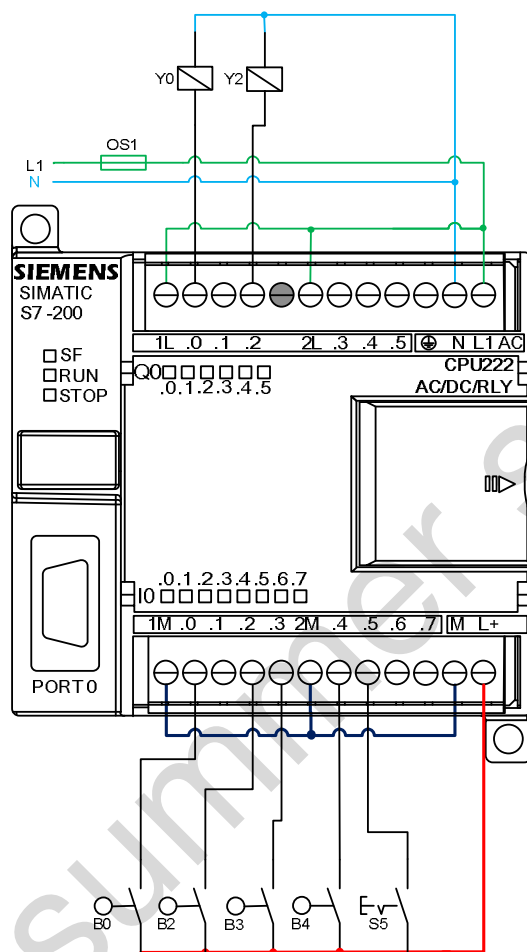


Slika 7.26 Linija za pakovanje

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                            |
|--------|--------|-------------------------------------|
| I0.0   | B0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen  |
| I0.2   | B2     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen |
| I0.3   | B3     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen  |
| I0.4   | B4     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen |
| I0.5   | S5     | START taster                        |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen      |
| Q0.2   | Y2     | Špula cilindra B -klip izvučen      |

Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

Zadatak je riješen u 4 koraka.

U prvom koraku se ispituju *uslovi za izvlačenje klipa cilindra A* (pritisnut START, klip cilindra A uvučen, klip cilindra B uvučen). Onda kada su ti uslovi zadovoljeni setuje se memorijski bit M0.1. Zatim se ispituju *uslovi za uvlačenje klipa cilindra A* (setovan M0.1, izvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B), kada se ti uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.2, koji resetuje bit M0.1. Zatim se u koraku 3 ispituje *uslov za izvlačenje klipa cilindra B* (setovan M0.2, uvučen klip cilindra A, uvučen klip cilindra B). Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.3, koji resetuje bit M0.2. U koraku 4 ispituje se *uslov za uvlačenje klipa cilindra B* (setovan M0.3, uvučen klip cilindra A, izvučen klip cilindra B). Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.4, koji resetuje bit M0.3. Bit M0.4 će da resetuje ponovno setovanje bita M0.1.

Karakteristično je to što se u linijama 5 i 6 vrši se izvlačenje/uvlačenje cilindara pomoću SR flip-flova. Naime, u liniji 5 se uvlači i izvlači cilindar A, s tim što se klip cilindra A izvlači onda kada je aktivan korak 1, a uvlači kada je aktivan korak 2. U liniji 6 se uvlači i izvlači klip cilindra B. Klip cilindra B se izvlači onda kada je aktivan korak 3, a uvlači kada je aktivan korak 4.

### Rješenje (STL):

TITLE=Linija za pakovanje

#### Network 1 // STEP 1 \_ Uslovi za izvlačenje klipa cilindra A

```
LD I0.5
A I0.0
A I0.3
LD M0.2
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
```

#### Network 2 // STEP 2 \_ Uslovi za uvlačenje klipa cilindra A

```
LD I0.2
A I0.3
A M0.1
LD M0.3
NOT
A M0.2
OLD
= M0.2
```

#### Network 3 // STEP 3 \_ Uslovi za izvlačenje klipa cilindra B

```
LD I0.0
A I0.3
A M0.2
LD M0.4
NOT
A M0.3
```

```
OLD
= M0.3
```

#### Network 4 // STEP 4 \_ Uslovi za uvlačenje klipa cilindra B

```
LD I0.0
A I0.4
A M0.3
LD M0.1
NOT
A M0.4
OLD
= M0.4
```

#### Network 5 // Izvlačenje/uvlačenje klipa cilindra A (SR flip-flop)

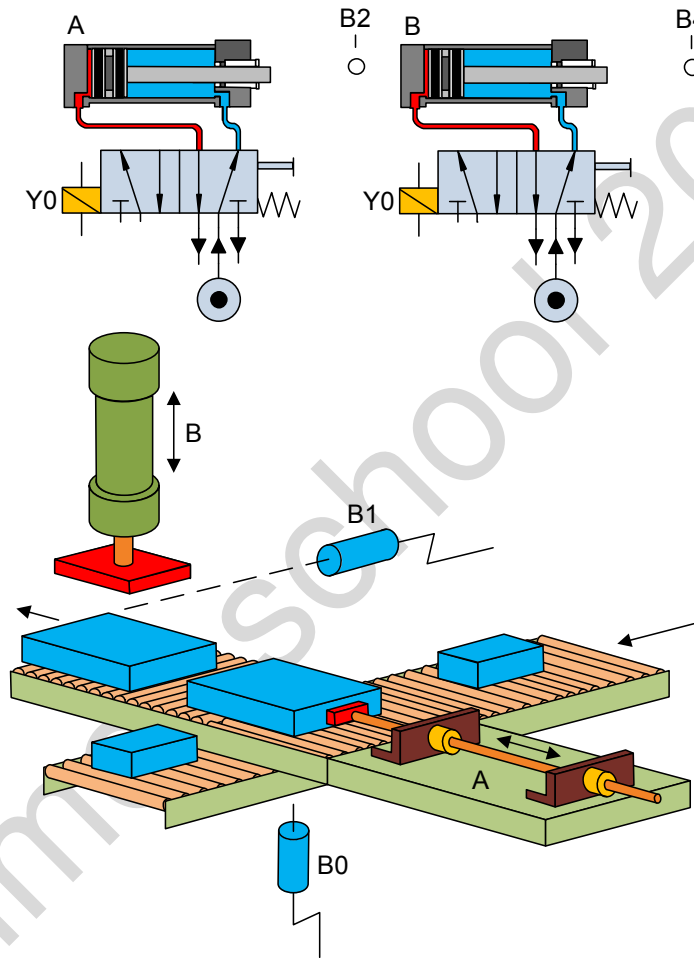
```
LD M0.1
LD M0.2
NOT
A Q0.0
OLD
= Q0.0
```

#### Network 6 // Izvlačenje/uvlačenje klipa cilindra B (SR flip-flop)

```
LD M0.3
LD M0.4
NOT
A Q0.2
OLD
= Q0.2
```

### Zadatak 22: Linija za sortiranje

Programabilni logički kontroler upravlja linijom za sortiranje dijelova na mjestu dopremanja. Naime, nakon što optički senzor B0 prepozna dio, izvlači se klip cilindra A (Y0) sa zakašnjenjem od 100ms zbog njegovog premještanja i gura ga do prese za pečatiranje. Ovo zakašnjenje je neophodno da bi se dio postavio na ispravno mjesto na pokretnoj traci. Pošto optički senzor B1 prepozna dio ispod prese, izvlači se klip cilindra B (Y2) i na njega utisne pečat. Oba cilindra se uvlače čim dostignu svoje krajnje položaje što se detektuje rid kontaktima B2 i B4. Oba cilindra A i B kontrolišu monostabilni razvodnici (slika Slika 7.27).

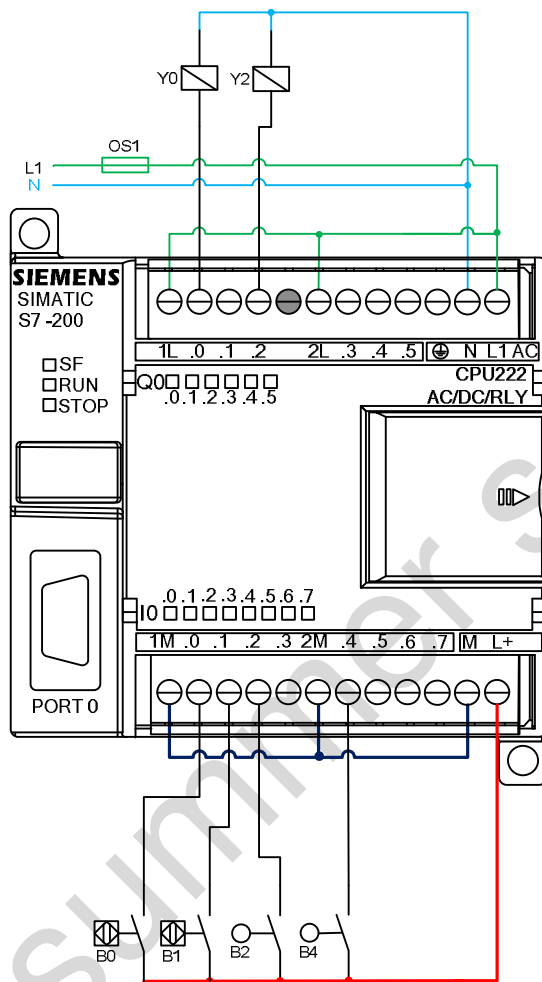


Slika 7.27 Linija za sortiranje

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                            |
|--------|--------|-------------------------------------|
| I0.0   | B0     | Senzor_sortiranje                   |
| I0.1   | B1     | Senzor_pečatanje                    |
| I0.2   | B2     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen |
| I0.4   | B4     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen |
| Q0.0   | Y0     | Špula cilindra A -klip izvučen      |
| Q0.2   | Y2     | Špula cilindra B -klip izvučen      |

## Šema povezivanja PLC S7-200 sa senzorima i aktuatorima



### Detaljan opis rješenja

(Network 1): Kada senzor B0 da znak da predmet dolazi, u liniji 1 se aktivira tajmer podešen na 100ms.

(Network 2): U liniji 2 se izvlači i uvlači klip cilindra A. Klip cilindra A se izvlači kada tajmer izmjeri vrijeme od 100ms, a uvlači se onda kada rid kontakt klipa cilindra A da signal da je klip cilindra izvučen do kraja (B2).

(Network 3): U liniji 3 je realizovano izvlačenje i uvlačenje klipa cilindra B. Klip cilindra B se izvlači kada senzor B1 da znak da je predmet na mjestu na kom treba biti da bi se klip cilindra sa pečatom spustio na njega, a uvlači se onda kada rid kontakt klipa cilindra B da signal da je klip cilindra izvučen do kraja (B4).

### Rješenje (STL):

TITLE=Sortiranje

#### Network 1 // Tajmer100ms

LD I0.0

TON T37, 1

#### Network 2 // Izvlačenje/uvlačenje klipa cilindra A

LD T37

LD I0.2

NOT

A Q0.0

OLD

= Q0.0

#### Network 3 // Izvlačenje/uvlačenje klipa cilindra B

LD I0.1

LD I0.4

NOT

A Q0.2

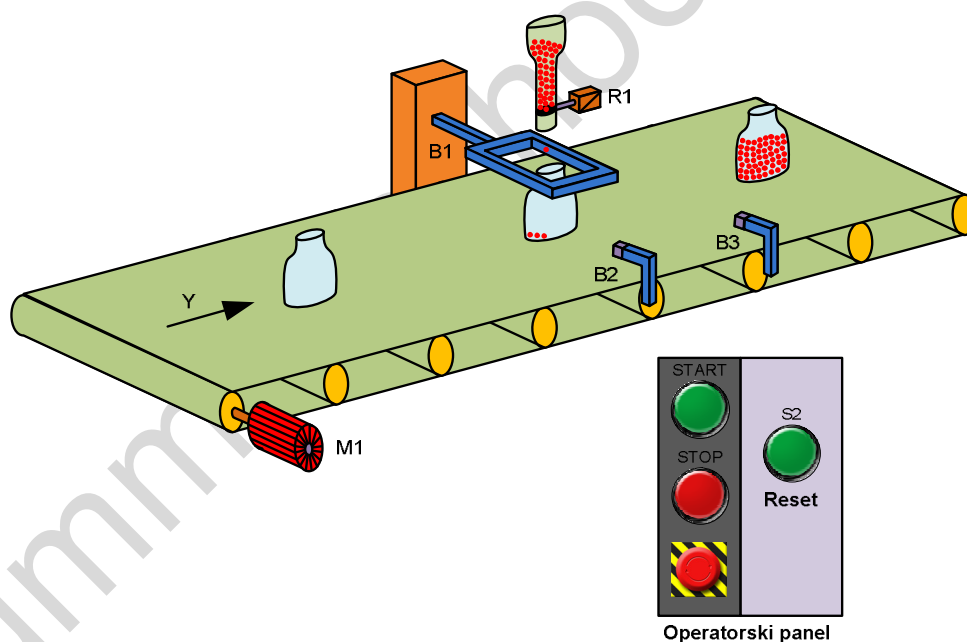
OLD

= Q0.2

## 8. ZADACI SA OSNOVNIM MODULOM PLK S7-200 I MODULIMA ZA PROŠIRENJE

### Zadatak 1: Linija za punjenje boca tabletama

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler koji će da upravlja linijom za punjenje boca tabletama koja je prikazana na slici Slika 8.1. Pritiskom na taster S1 aktivira se linija za punjenje boca tabletama. Pokretnu traku sa bocama pokreće motor M1. Kada prazna boca dođe ispod kontejnera sa tabletama A što se detektuje pomoću kapacitivnog senzora B2 potrebno je zaustaviti transportnu traku i uključiti dozator R1 koji kontroliše sistem za punjenje boca tabletama. Pomoću senzora B1 detektuju se tablete koje su napustile kontejner i ušle u bocu. Boca je puna ako sadrži 20 tableta što se registruje odgovarajućim brojačem. Kada je boca napunjena željenim brojem tableta prekida se proces punjenja, pokreće se traka i inkrementira brojač za brojanje napunjenih boca. Nakon što puna boca napusti sistem za punjenje nailazi na kapacitivni senzor B3 koji služi za resetovanje brojača tableta u boci. Nakon 10 napunjenih boca potrebno je prekinuti proces punjenja što se signalizira sijalicom H0. Pomoću tastera S2 potrebno je obezbijediti ručno resetovanje linije za punjenje njeno i ponovno pokretanje. Taster STOP S0 treba u bilo kom trenutku da prekine proces punjenja.

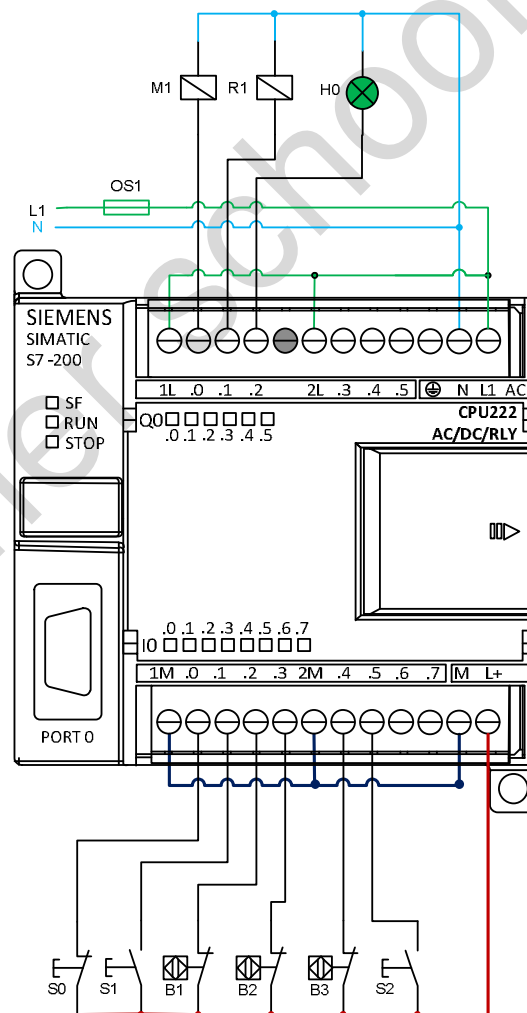


Slika 8.1 Linija za punjenje boca tabletama

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                          |
|--------|--------|-----------------------------------|
| I0.0   | S0     | STOP taster                       |
| I0.1   | S1     | START taster                      |
| I0.2   | B1     | Senzor_tableta u boci             |
| I0.3   | B2     | Senzor boca prisutna              |
| I0.4   | B3     | Senzor boca prisutna              |
| I0.5   | S2     | Resetovanje linije za punjenje    |
| Q0.0   | M1     | Motor za pogon linije za punjenje |
| Q0.1   | R1     | Dozer kontejnera sa tabletama     |
| Q0.2   | H0     | Indikacija 10 boca mapunjeno      |

Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

(Network 1,2): U liniji 1 vrši se uključanje sistema za punjenje boca tabletama. Sistem se u bilo kom trenutku zaustavlja pritiskom tastera STOP i ponovo se pokreće pritiskom tastera START. Kada se sistem ponovo pokrene nastavlja sa radom u od trenutka u kom je bio zaustavljen. U liniji 2 pokreće motor za pogon pokretne trake M1. Motor se pokreće ako je setovan memorijski bit M0.0 i ako senzor B2 ne detektuje praznu bocu ispod kontejnera sa bocama, ili ako je brojač tableta je izbrojao 20 tableta u boci. Motor se zaustavlja ako brojač punih boca izbroji da je napunjeno svih 10 boca.

(Network 3): Kada senzor B2 detektuje praznu bocu setuje se memorijski bit kojim se zaustavlja traka, tako da se prazna boca nalazi tačno ispod kontejnera za punjenje. Traka će biti zaustavljena sve dok se prazna boca ne napuni.

(Network 4): Pokreće se dozer za punjenje boce tabletama. Dozer je aktiviran sve dok se boca ne napuni sa 20 tableta. Svaka tableta koja upadne u bocu detektuje se senzorom B2.

(Network 5, 6 i 7): U linijama 4 i 5, realizovani su brojač tableta, odnosno brojač punih boca, respektivno. Brojač tableta se resetuje kada senzor B3 detektuje punu bocu, a brojač punih boca se resetuje pritiskom na taster S2. Kao što je već rečeno, kada se napuni 10 boca tabletama zaustavlja se motor koji pokreće pokretnu traku i uključuje se signalna sijalica H0 kao znak da je proces punjenja završen.

### Rješenje STL:

TITLE=Punjenje boca tabletama

#### Network 1 // Uključenje i isključenje sistema

LDN I0.0

LD I0.1

O M0.0

ALD

= M0.0

#### Network 2// Pokretanje trake – uključanje motora M1

LD M0.0

LDN M0.1

O C10

ALD

AN C15

= Q0.0

#### Network 3 // Detektovana je boca – setuje se memorijski bit koji zaustavlja pokretnu traku

LD M0.0

A I0.3

= M0.1

#### Network 4 // Punjenje boce tabletama - traka zaustavljena, boca je prisutna, nije ubaceno 20 tableta u bocu

LD M0.0

AN Q0.0

A M0.1

AN C10

= Q0.1

#### Network 5 // Brojac tableta - resetuje se tek kada napunjena boca prodje pored senzora B3

LD I0.2

A M0.0

LD I0.4

A M0.0

CTU C10, +20

#### Network 6 // Brojac boca - inkrementira se kada je prisutna boca napunjena

LD I0.3

A C10

A M0.0

LD I0.5

A M0.0

CTU C15, +10

#### Network 7 // Signalizacija - napunjeno 10 boca

LD M0.0

A C15

= Q0.2

## Zadatak 2: Kran za dizanje tereta

Na slici Slika 8.2 prikazan je kran za dizanje tereta i njegov operatorski panel. Za uključenje i isključenje kрана na operatorskom panelu postavljeni su tasteri START (S1) i STOP (S0) respektivno. Pritiskom na taster S31 uključuje se motor M1, (kontakter K31) koji podiže teret u smjeru Z ose. Namotaji motora M1 u početku rada su spojeni u zvijezdu (kontakter K03). Nakon 10 sekundi rada u spoju zvijezda ovi namotaji se prespajaju u spoj trougao (kontakter K30) .

Podizanje tereta naviše zaustavlja se na dva načina:

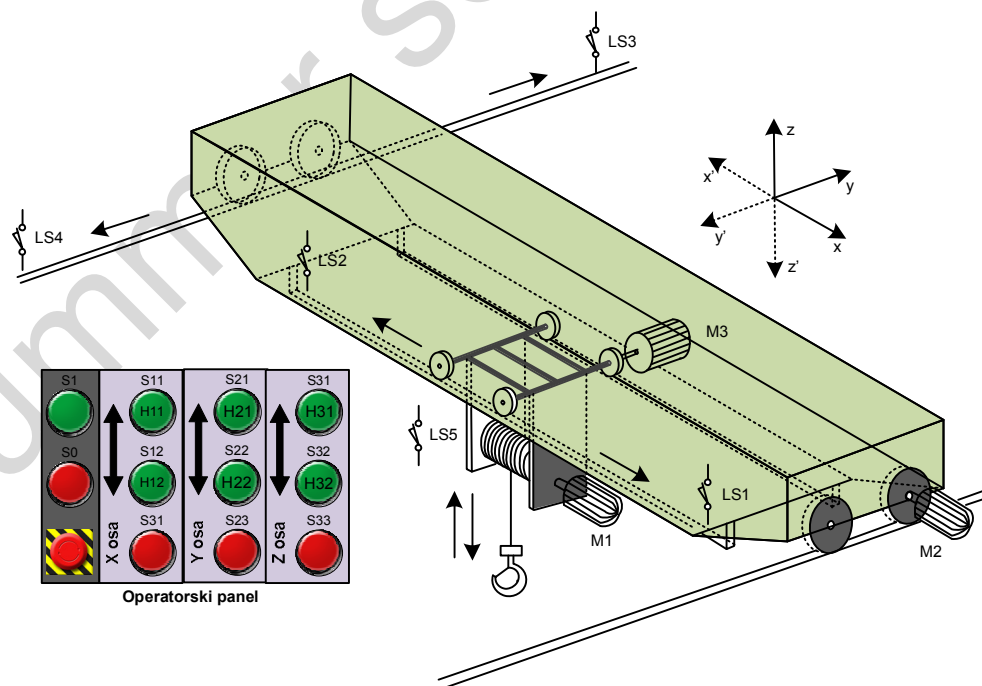
- Pritiskom na taster S30 u bilo kom trenutku podizanja tereta
- Kada teret dođe u krajnju gornju poziciju što se detektuje mehaničkim graničnim prekidačem B5.

Spuštanje tereta inicira se pritiskom na taster S32 kojim se ponovo uključuje motor M1 (kontakter K32), a koji se sada obrće u suprotnu stranu. Kao i u predhodnom slučaju nakon 10s namotaji motora se iz početnog spoja namotaja u zvijezdu K03 prebacuju u spoj trougao K30. Spuštanje tereta zaustavlja se pritiskom na taster S30 kao u predhodnom slučaju.

Za indicaciju faza podizanja i spuštanja tereta koriste se sijalice H31 i H32 respektivno, koje su postavljene uz odgovarajuće tastere za podizanje i spuštanje tereta S31 i S32.

Upravljanje kretanjem kрана po ostale dvije ose X i Y izvedeno je na identičan način.

Pri projektovanju upravljačke strukture kрана za Z osu preko pomoćnih kontakata kontaktera K31 i K32 odnosno K03 i K30 respektivno, dodatno je osigurano da kontaktori K31 i K32, kao i kontaktori K03 i K30 ne budu istovremeno uključeni jer bi to izazvalo međufazni spoj u energetskom dijelu motora M1. Isto je učinjeno i sa kontaktima u ostale dvije ose K11 i K12, K01 i K10 za motor M2, kao i za K21 i K22, K02 i K20 za motor M3.

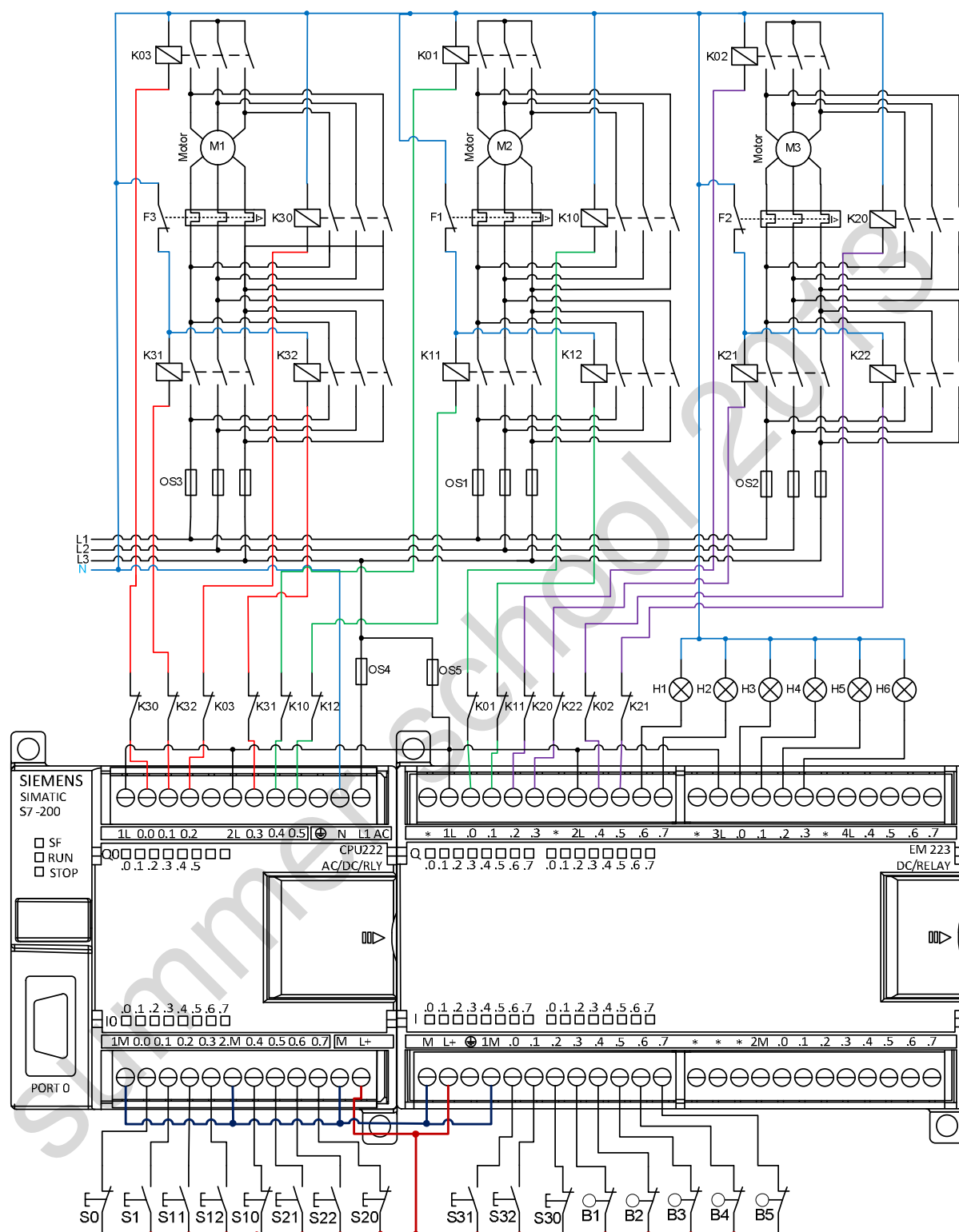


Slika 8.2 Kran za dizanje tereta

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                         |
|--------|--------|--------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za isključenje kрана                 |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje kрана                 |
| I0.2   | S11    | Taster START kretanje tereta po X osi - desno    |
| I0.3   | S12    | Taster START kretanje tereta po X osi - lijevo   |
| I0.4   | S10    | Taster STOP kretanja po X osi (lijevo - desno)   |
| I0.5   | S21    | Taster START kretanje tereta po Y osi - naprijed |
| I0.6   | S22    | Taster START kretanje tereta po Y osi - nazad    |
| I0.7   | S20    | Taster STOP kretanja po Y osi (naprijed - nazad) |
| I1.0   | S31    | Taster START podizanje tereta po Z osi           |
| I1.1   | S32    | Taster START spužtanje tereta po Z osi           |
| I1.2   | S30    | Taster STOP kretanja po Z osi (gore - dole)      |
| I1.3   | B1     | Granični prekidač kretanja po x osi - desno      |
| I1.4   | B2     | Granični prekidač kretanja po x osi - lijevo     |
| I1.5   | B3     | Granični prekidač kretanja po y osi - naprijed   |
| I1.6   | B4     | Granični prekidač kretanja po y osi - nazad      |
| I1.7   | B5     | Granični prekidač kretanja po z osi - gore       |
| Q0.0   | K03    | Kontakter za spoj natotaja motora M1 u zvijezdu  |
| Q0.1   | K31    | Kontakter motora M1 za dizanje tereta po z osi   |
| Q0.2   | K30    | Kontakter za spoj natotaja motora M1 u trougao   |
| Q0.3   | K32    | Kontakter motora M1 za spužtanje tereta po z osi |
| Q0.4   | K01    | Kontakter za spoj natotaja motora M2 u zvijezdu  |
| Q0.5   | K11    | Kontakter motora M2 za kretanje kрана u desno    |
| Q1.0   | K10    | Kontakter za spoj natotaja motora M2 u trougao   |
| Q1.1   | K12    | Kontakter motora M2 za kretanje kрана u lijevo   |
| Q1.2   | K02    | Kontakter za spoj natotaja motora M3 u zvijezdu  |
| Q1.3   | K21    | Kontakter motora M3 za kretanje kрана naprijed   |
| Q1.4   | K20    | Kontakter za spoj natotaja motora M3 u trougao   |
| Q1.5   | K22    | Kontakter motora M3 za kretanje kрана nazad      |
| Q1.6   | H31    | Indikator sijalica podizanje tereta              |
| Q1.7   | H32    | Indikator sijalica spužtanje tereta              |
| Q2.0   | H11    | Indikator sijalica kretanja kрана desno          |
| Q2.1   | H12    | Indikator sijalica kretanja kрана lijevo         |
| Q2.2   | H21    | Indikator sijalica kretanja kрана naprijed       |
| Q2.3   | H22    | Indikator sijalica kretanja kрана nazad          |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

(Network 1): U prvoj liniji vrši se uključivanje kрана.

(Network 2-5): U linijama 2 – 5 vrši se upravljanje motorom koji podiže/spušta teret u smjeru Z-ose. U liniji 2 pokreće se motor koji podiže teret u smjeru Z ose. Motor za podizanje tereta M1 se pokreće pritiskom tastera S31, ako spuštanje tereta nije u toku i ukoliko teret već nije maksimalno podignut (nije aktivan granični prekidač – S5). Ovaj motor se zaustavlja pritiskom tastera S33 ili dostizanjem maksimalne visine podizanja tereta (aktivan granični prekidač – S5). U liniji 3 realizovano je spuštanje tereta na isti način kako i podizanje tereta, s tim što ne postoji granični prekidač – teret spušten. U liniji 4 aktivira se tajmer na zadržku pri uključanju (TON) od 10s, nakon koga se namotaja motora iz početnog spoja zvijezda prespoje u spoj trougao. Tajmer se aktivira započinjanjem spuštanja ili podizanja tereta (kontaktri K31 i K32).

(Network 6-13): U linijama 6 – 9 vrši se pomijeranje tereta po X osi, a u mrežama 10 – 13 pomijeranje tereta po Y osi, na isti način kako je to urađeno u mrežama 2 – 5 kada je bilo u pitanju podizanje/spuštanje tereta po Z osi.

### Rješenje (STL):

TITLE=Kran

#### Network 1 // Uključivanje kрана

LD I0.1

O M0.0

AN I0.0

= M0.0

#### Network 2 // Uključenje motora koji podize teret u smjeru Z ose

LD M0.0

LD I1.0

O Q0.1

ALD

AN I1.2

AN I1.7

AN Q0.3

= Q0.1

= Q1.6

#### Network 3 // Uključenje motora koji spušta teret u smjeru Z ose

LD M0.0

LD I1.1

O Q0.3

ALD

AN I1.2

AN Q0.1

= Q0.3

= Q1.7

#### Network 4 // Tajmer 10s

LD Q0.1

O Q0.3

TON T37, 100

#### Network 5 // Uključenje kontaktera spoj zvijezda/spoj trougao

LD Q0.1

O Q0.3

LPS

AN T37

= Q0.0

LPP

A T37

= Q0.2

#### Network 6 // Uključenje motora koji pomijera teret u desno smjeru X ose

LD M0.0

LD I0.2

O Q0.5

ALD

AN I0.4

AN I1.3

AN Q1.1

= Q0.5

= Q2.0

#### Network 7 // Uključenje motora koji pomijera teret u lijevo smjeru X ose

LD M0.0

LD I0.3  
O Q1.1  
ALD  
AN I0.4  
AN I1.4  
AN Q0.5  
= Q1.1  
= Q2.1

**Network 8 // Tajmer 10s**

LD Q0.5  
O Q1.1  
TON T38, 100

**Network 9 // Uključenje kontaktera spoj  
zvijezda/spoj trougao**

LD Q0.5  
O Q1.1  
LPS  
AN T38  
= Q0.4  
LPP  
A T38  
= Q1.0

**Network 10 // Uključenje motora koji pomijera  
teret naprijed smjeru Y ose**

LD M0.0  
LD I0.5  
O Q1.3  
ALD  
AN I0.7

AN I1.5  
AN Q1.5  
= Q1.3  
= Q2.2

**Network 11 // Uključenje motora koji pomijera  
teret nazad smjeru Y ose**

LD M0.0  
LD I0.6  
O Q1.5  
ALD  
AN I0.7  
AN I1.6  
AN Q1.3  
= Q1.5  
= Q2.3

**Network 12 // Tajmer 10s**

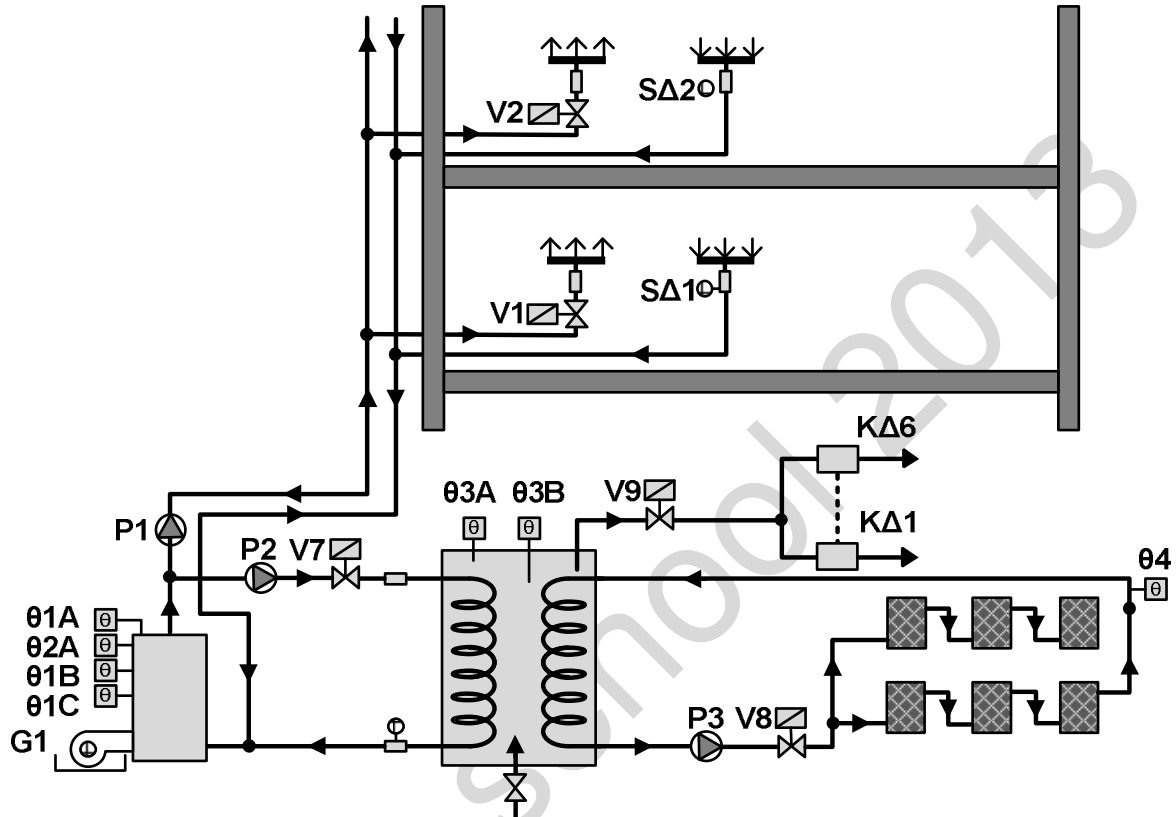
LD Q1.3  
O Q1.5  
TON T39, 100

**Network 13 // Uključenje kontaktera spoj  
zvijezda/spoj trougao**

LD Q1.3  
O Q1.5  
LPS  
AN T39  
= Q1.2  
LPP  
A T39  
= Q1.4

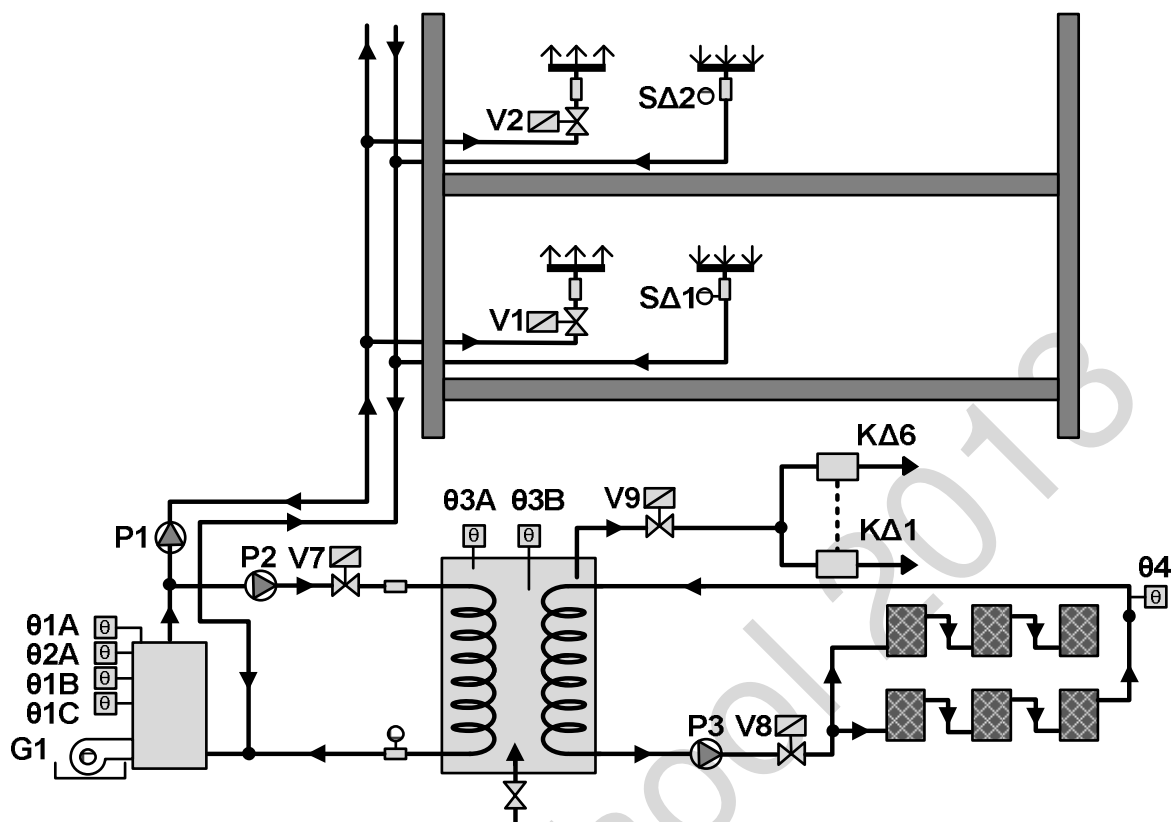
### Zadatak 3: Sistem za zagrijavanje stanova i sanitarne vode u stanovima

Zgrada se sastoji od šest stanova. Cijene grijanja u pojedinim stanovima dobija se kalorimetrovski, tako što se mjeri i temperatura i protok tople vode na ulazu i izlazu iz pojedinih stanova u datom periodu grejne sezone. Sistem za zagrijavanje zgrade prikazan je na slici



**Slika 8.3.**

U svakom stanu postavljeni su termostati SΔ1, ..., SΔ6 respektivno, kojim se aktivira gorionik G1 za zagrijavanje tople vode u bojleru. Kada temperatura u bojleru pređe 40°C (termostat Θ1B) uključuje se pumpa P1, odogvarajući ventil V1 ... V6 i tajmeri u stanu H1, ..., H6 respektivno za mjerenje vremena rada grijanja.



Slika 8.3 Sistem za zagrijavanje stanova i sanitarne vode u stanovima

a) **Topla voda za zagrijavanje stana**

Pretpostavimo da je neki od sobnih termostata u stanu,  $S\Delta 1$ , ...,  $S\Delta 6$ , postavljen na željenu temperaturu od  $20^{\circ}\text{C}$ . Ukoliko je sobna temperatura u nekom od stanova manja od postavljene  $\Theta 1$ , ...,  $\Theta 6 < 20^{\circ}$  izvede se sljedeće radnje:

1. Pali se gorionik G1, ako je temperatura vode za zagrijavanje stanova u bojleru manja od  $85^{\circ}\text{C}$  (termostat  $\Theta 1A$  sa normalno zatvorenim kontaktima),
2. Nakon što temperatura vode u bojleru pređe  $40^{\circ}\text{C}$  (termostat  $\Theta 1B$  zatvara kontakte) uključuje se pumpa P1 za cirkulaciju vode između bojlera i stanova, kao i odgovarajući električni ventil u stanu  $V1$ , ...,  $V6$  respektivno, koji propušta toplu vodu u odgovarajući stan,
3. Istovremeno sa aktiviranjem nekog od ventila za toplu vodu  $V1$ , ...,  $V6$  u odgovarajućem stanu uključuje se i tajmer za mjerenje vremena rada grijanja ( $H1$ , ...,  $H6$ ).

Kada temperatura u stanu pređe podešenu vrijednost ( $\Theta 1$ , ...,  $\Theta 6 > 20^{\circ}\text{C}$ ) sobni termostat  $S\Delta 1$ , ...,  $S\Delta 6$  otvara kontakte čime se gasi gorionik G1, pumpa P1 i odgovarajući tajmera za mjerenje vremena rada grijanja ( $H1$ , ...,  $H8$ ) respektivno.

Takođe, čim temperatura bojlera pređe  $85^{\circ}\text{C}$  (termostat  $\Theta 1A$  otvara kontakte) gorionik G1 se isključuje. Na bojleru pored radnih termostata  $\Theta 1A$ ,  $\Theta 2A$  i  $\Theta 2B$ , postavljen je i sigurnosni termostat  $\Theta 2A$  koji otvara kontakte u slučaju kvara termostata  $\Theta 1A$ , odnosno kada temperatura vode u bojleru pređe

95°C. Ugradnjom ovog termostata treba da se spriječi ključanje vode u bojleru i druge neželjene situacije.

#### **b) Zagrijavanje sanitarne vode u stanovima**

Sistem za zagrijavanje sanitarne vode u stanovima sastoji se od bojlera, ismjenjivača toplote i solarnih kolektora za zagrijavanje vode u ljenoj sezoni. Potrebno je obezbijediti dva režima rada ovog sistema: zimski i ljetni.

##### **1. Zimski režim zagrijavanja sanitarne vode**

Zimski režim rada bira se ručno postavljanjem prekidača S2 u položaj zatvoren. Ako je temperatura sanitarne vode u izmjenjivaču manja od 65°C (termostat u izmjenjivaču Θ3A ima zatvorene kontakte) i ako je temperatura vode (kojom se zagrijava sanitarna voda) u bojleru veća od 65°C (termostat Θ1C ima zatvorene kontakte), uključuje se ventil V7 i pumpa P2 za cirkulaciju tople vode iz bojlera u izmjenjivač toplote da bi se sanitarna voda zagrijala na željenu temperaturu. Cirkulaciju vode iz bojlera ka izmjenjivaču se prekida (isključiti ventil V7 i pumpu P2) kada temperatura sanitarne vode u izmjenjivaču dostigne temperaturu od 65°C (termostat Θ3A otvara kontakte) ili ako temperatura vode u bojleru padne ispod 65°C (termostat Θ1C otvara kontakte). Čim temperatura u izmjenjivaču pređe 40°C (termostat Θ3B ima zatvorene kontakte) otvara se ventil V9, čime se stanarima omogućava potrošnja tople sanitarne vode. Potrošnja sanitarne vode se registruje kalorimetrima KΔ1, ..., KΔ6 koji su ugrađeni u svakom od stanova.

##### **2. Ljetni režim zagrijavanja sanitarne vode**

Ljetni režim zagrijavanja vode bira se postavljanjem prekidača S2 u položaj otvoren. U ljetnom režimu rada za zagrijavanje sanitarne vode koriste se i solarno-termalni kolektori. Kada temperatura antifrizne tečnosti kojom su napunjeni solarno-termalni kolektori pređe 50°C (termostat Θ4 zatvara svoje kontakte) uključuje se ventil V8 i pumpa za cirkulaciju antifrizne tečnosti iz solarnog kolektora ka izmjenjivaču P3 u cilju zagrijavanja sanitarne vode. Kada temperatura antifrizne tečnosti pade ispod 50°C (termostat Θ4 ima otvorene kontakte) isključuje se pumpa P3 i ventil V8 da bi se spriječila cirkulacija antifrizne tečnosti (npr. u noćnim satima) i rashlađivanje sanitarne vode u izmjenjivaču.

Kao i u prethodno opisanom postupku čim temperatura u izmjenjivaču toplote pređe 40°C (termostat Θ3B ima zatvorene kontakte) otvara se ventil V9, čime se stanarima omogućava potrošnja tople sanitarne vode.

Za uključenje/isključenje sistema zagrijavanja stanova i sanitarne vode u stanovima predviđena su dva tasteta, START S1 i STOP S0.

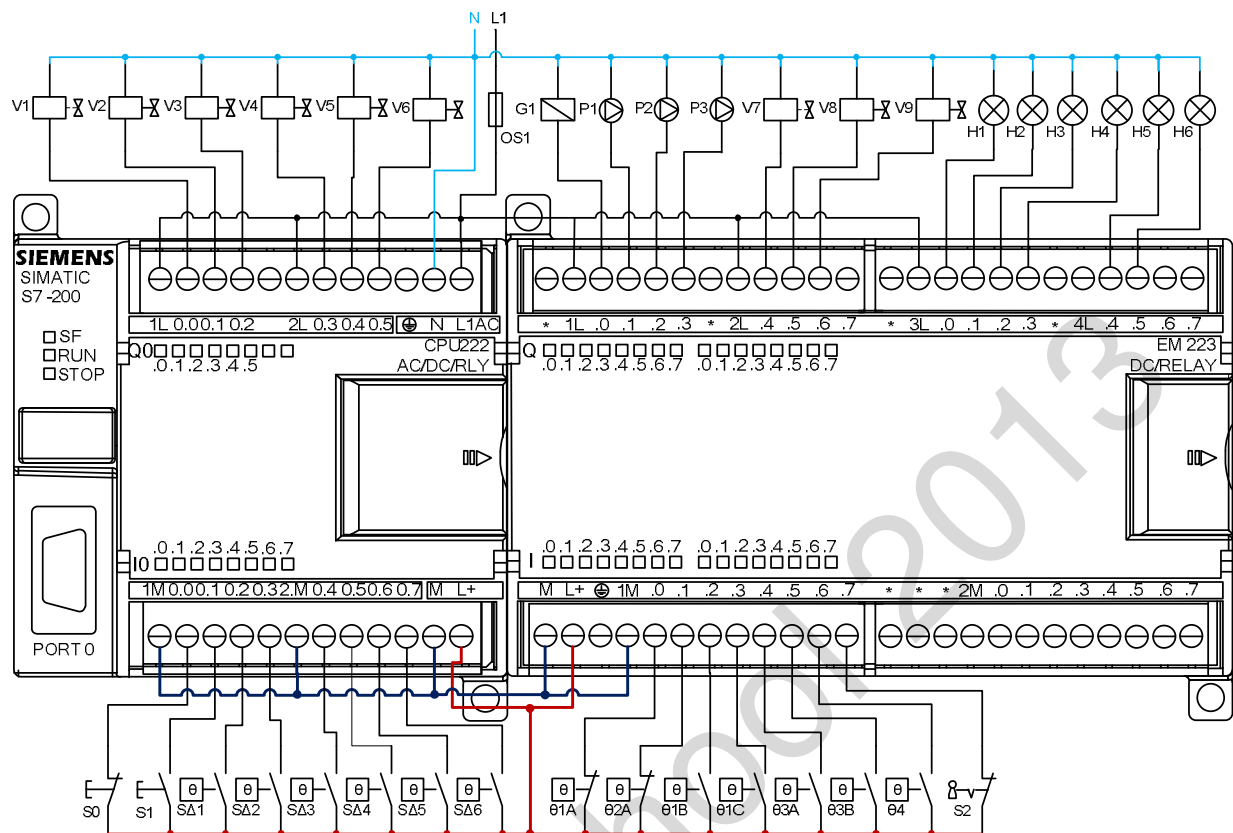
(Izmjenjivač toplote i bojler se obično postavljaju u istu termički izolovanu prostoriju tako da imaju male termičke gubitke za razliku od solarnih kolektora koji su na vanjskoj temperaturi).

#### **Lista ulaza i izlaza**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                    |
|--------|--------|---------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za isključenje sistema grijanja |

|      |     |                                                                                    |
|------|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| I0.1 | S1  | Taster START za uključenje sistema grijanja                                        |
| I0.2 | SΔ1 | Sobni termostat u stanu I                                                          |
| I0.3 | SΔ2 | Sobni termostat u stanu II                                                         |
| I0.4 | SΔ3 | Sobni termostat u stanu III                                                        |
| I0.5 | SΔ4 | Sobni termostat u stanu IV                                                         |
| I0.6 | SΔ5 | Sobni termostat u stanu V                                                          |
| I0.7 | SΔ6 | Sobni termostat u stanu VI                                                         |
| I1.0 | Θ1A | Radni termostat na bojleru otvara kontakte za $\Theta > 85^{\circ}\text{C}$        |
| I1.1 | Θ2A | Sigurnosni termostat na bojleru otvara kontakte za $\Theta > 95^{\circ}\text{C}$   |
| I1.2 | Θ1B | Radni termostat na bojleru zatvara kontakte za $\Theta > 40^{\circ}\text{C}$       |
| I1.3 | Θ1C | Radni termostat na bojleru zatvara kontakte za $\Theta > 65^{\circ}\text{C}$       |
| I1.4 | Θ3A | Termostat u izmjenjivaču toplote zatvara kontakte za $\Theta < 65^{\circ}\text{C}$ |
| I1.5 | Θ3B | Termostat u izmjenjivaču toplote zatvara kontakte za $\Theta > 40^{\circ}\text{C}$ |
| I1.6 | Θ4  | Termostat solarnog kolektora zatvara kontakte za $\Theta > 50^{\circ}\text{C}$     |
| I1.7 | S2  | Izbor režima zagrijavanja sanitarne vode ljetni/zimski                             |
| Q0.0 | V1  | Elektromagnetni ventil u stanu I                                                   |
| Q0.1 | V2  | Elektromagnetni ventil u stanu II                                                  |
| Q0.2 | V3  | Elektromagnetni ventil u stanu III                                                 |
| Q0.3 | V4  | Elektromagnetni ventil u stanu IV                                                  |
| Q0.4 | V5  | Elektromagnetni ventil u stanu V                                                   |
| Q0.5 | V6  | Elektromagnetni ventil u stanu VI                                                  |
| Q1.0 | G1  | Gorionik za zagrijavanje bojlera                                                   |
| Q1.1 | P1  | Cirkulaciona pumpa bojler - stanovi                                                |
| Q1.2 | P2  | Cirkulaciona pumpa bojler – izmjenjivač toplote                                    |
| Q1.3 | P3  | Cirkulaciona pumpa solarni kolektori – izmjenjivač toplote                         |
| Q1.4 | V7  | Elektromagnetni ventil bojler – izmjenjivač toplote                                |
| Q1.5 | V8  | Elektromagnetni ventil solarni kolektori – izmjenjivač toplote                     |
| Q1.6 | V9  | Elektromagnetni ventil sanitarna voda – stanovi                                    |
| Q2.0 | H1  | Sistem grijanja u uključen u stanu I                                               |
| Q2.1 | H2  | Sistem grijanja u uključen u stanu II                                              |
| Q2.2 | H3  | Sistem grijanja u uključen u stanu III                                             |
| Q2.3 | H4  | Sistem grijanja u uključen u stanu IV                                              |
| Q2.4 | H5  | Sistem grijanja u uključen u stanu V                                               |
| Q2.5 | H6  | Sistem grijanja u uključen u stanu VI                                              |

Šema povezivanja ulaza i izlaza sa PLCom



### Detaljan opis rješenja:

(Network 1-3): Uključen je sistem za zagrijavanje stanova i sanitarne vode. U drugoj liniji setuje se memorijski bit M0.1, ukoliko je temperatura u bilo kom stanu manja od 20°C. U trećoj liniji uključuje se gorionik za zagrijavanje vode u bojleru ako je memorijski bit M0.1 setovan (temperatura u nekom od stanova manja od 20°C) i ukoliko je temperatura u bojleru manja od 85°C (Θ1A), odnosno od 95°C (Θ2A).

(Network 4,5): U četvrtoj liniji uključuje se pumpa za cirkulaciju vode iz bojlera prema stanovima, čim temperatura vode u bojleru postane veća od 40°C (Θ1B). U petoj liniji otvaraju se ventili za cirkulaciju tople vode u svakom stanu u kome je sobna temperatura manja od 20°C i ako je pri tome temperatura u bojleru veća od 40°C. Istovremeno sa uključivanjem ventila uključuje se i tajmer za mjerenje vremena rada grijanja.

(Network 6-9): U šestoj liniji bira se režima zagrijavanja sanitarne vode u stanovima. Ukoliko se radi o zimskom režimu (prekidač S2 = „1“) setuje se memorijski bit M0.2, a ukoliko se radi o ljetnom režimu (S2 = „0“) setuje se memorijski bit M0.3. U sedmoj liniji isprogramiran je zimski, a u osmoj ljetni režim zagrijavanja sanitarne vode. U zimskom režimu sanitarna voda se zagrijava ako je temperatura vode u bojleru veća od 65°C (Θ1C), a temperatura vode u izmjenjivaču toplote manja od 65°C (Θ3A). U ljetnom režimu sanitarna voda se zagrijava ako je temperatura vode u solarnom kolektoru veća od 50°C.

Potrošnja sanitarne vode i u ljetnom i u zimskom režimu moguća je samo ako je temperatura u izmjenjivaču toplote veća od 40°C, što je određeno u liniji devet.

### Rješenje (STL):

TITLE= Sistem za grijanje stanova i sanitarne vode u stanovima

#### Network 1 // Uključenje sistema grijanja

LDN I0.0

LD I0.1

O M0.0

ALD

= M0.0

#### Network 2 // U jednom od stanova je temperatura ispod 20 stepeni

LD M0.0

LD I0.2

O I0.3

O I0.4

O I0.5

O I0.6

O I0.7

ALD

= M0.1

#### Network 3 // Uključenje gorionika za zagrijavanje vode u bojleru

LD M0.1

AN I1.0

AN I1.1

= Q1.0

#### Network 4 // Uključenje pumpe bojler - stanovi

LD M0.1

A I1.2

= Q1.1

#### Network 5 // Uključenje grijača stanova

LD M0.0

A I1.2

LPS

A I0.2

= Q0.0

= Q2.0

LRD

A I0.3

= Q0.1

= Q2.1

LRD

A I0.4

= Q0.2

= Q2.2

LRD

A I0.5

= Q0.3

= Q2.3

LRD

A I0.6

= Q0.4

= Q2.4

LPP

A I0.7

= Q0.5

= Q2.5

#### Network 6 // Izbor režima zagrijavanja sanitarne vode

LD M0.0

LPS

A I1.7

= M0.2

LPP

AN I1.7

= M0.3

#### Network 7 // Grijanje sanitarne vode zimski režim

LD M0.2

A I1.4

A I1.3

= Q1.4

= Q1.2

#### Network 8 // Grijanje sanitarne vode ljetni režim

LD M0.3

A I1.6

= Q1.5

= Q1.3

#### Network 9 // Sanitarna voda

LD M0.0

A I1.5

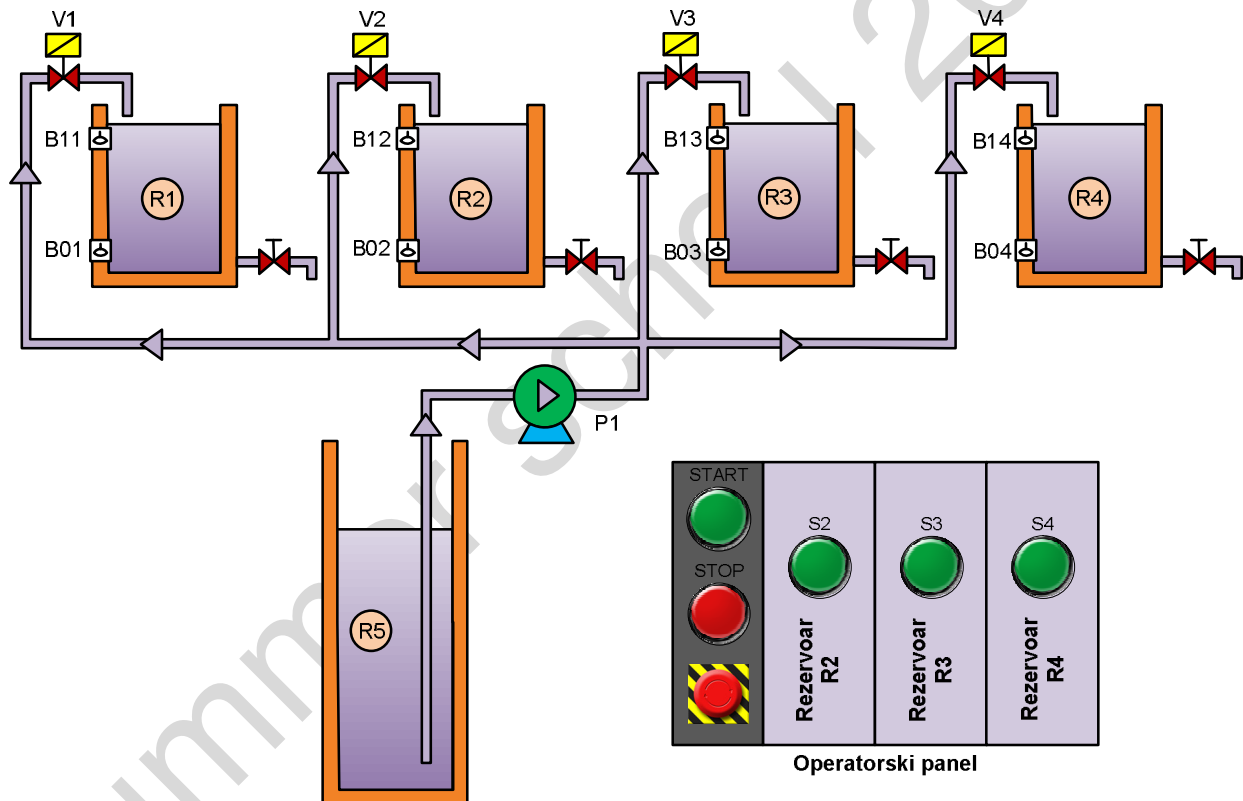
= Q1.6

#### Zadatak 4: Punjenje rezervoara vodom

Svaki od prikazanih rezervoara na slici Slika 8.4 R1,..., R4 potrebno je dopuniti vodom ukoliko je nivo vode u rezervoaru ispod nivoa koji detektuju senzori nivoa tečnosti u rezervoaru B01, B02, B03, B04 i ukoliko nivo tečnosti u prethodnim rezervoarima ima maksimalnu vrijednost što detektuju senzori nivoa B11, B12, B13, B14, respektivno.

Pored ovog automatskog načina punjenja, rezervoari se mogu puniti i ručno samo ukoliko je nivo vode u rezervoaru ispod maksimalnog dozvoljenog nivoa (B01,...,B04). Operator sa kontrolnog panela pritiskom na odgovarajući taster S2, S3, ili S4 inicira proces punjenja rezervoara bez obzira na nivo vode u ustalim rezervoarima, zaustavljajući pri tom punjenje nekog drugog rezervoara ukoliko je ono u toku.

Rezervoari se pune tako što se uključuje pumpa P1 i otvara se odgovarajući ventil: V1, V2, V3 ili V4. Ukoliko je neki od rezervoara prazan uključuju se signalne sijalice: H6, H7, H8 ili H9, respektivno.

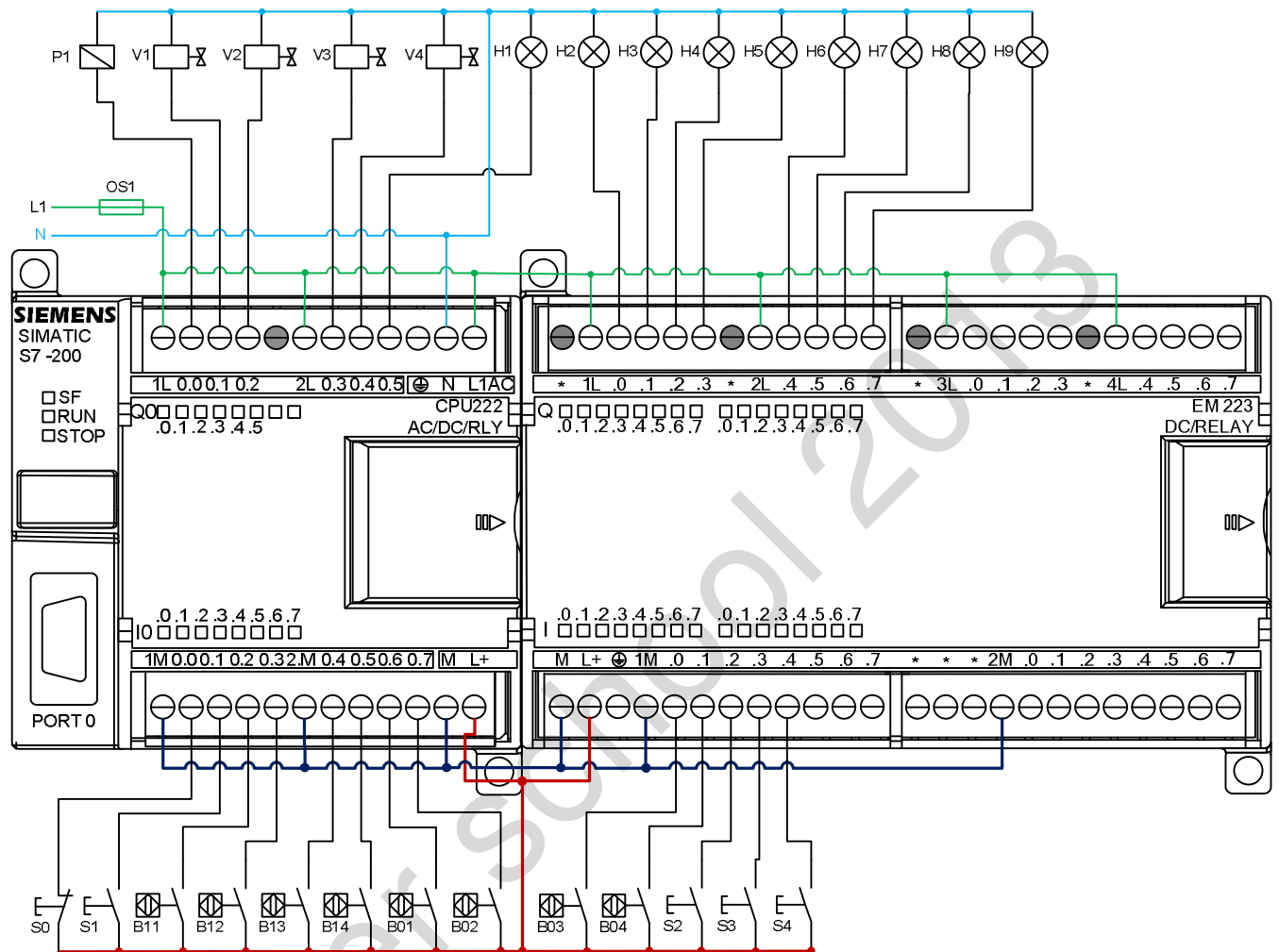


Slika 8.4 Sistem za punjenje rezervoara vodom.

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                              |
|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za isključenje procesa punjenja rezervoara                |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje procesa punjenja rezervoara                |
| I0.2   | B11    | Kapacitivni senzor za detekciju maksimalnog nivoa vode u rezervoaru 1 |
| I0.3   | B12    | Kapacitivni senzor za detekciju maksimalnog nivoa vode u rezervoaru 2 |
| I0.4   | B13    | Kapacitivni senzor za detekciju maksimalnog nivoa vode u rezervoaru 3 |
| I0.5   | B14    | Kapacitivni senzor za detekciju maksimalnog nivoa vode u rezervoaru 4 |
| I0.6   | B01    | Kapacitivni senzor za detekciju minimalnog nivoa vode u rezervoaru 1  |
| I0.7   | B02    | Kapacitivni senzor za detekciju minimalnog nivoa vode u rezervoaru 2  |
| I1.0   | B03    | Kapacitivni senzor za detekciju minimalnog nivoa vode u rezervoaru 3  |
| I1.1   | B04    | Kapacitivni senzor za detekciju minimalnog nivoa vode u rezervoaru 4  |
| I1.2   | S2     | Taster za ručno punjenje rezervoara 2 vodom                           |
| I1.3   | S3     | Taster za ručno punjenje rezervoara 3 vodom                           |
| I1.4   | S4     | Taster za ručno punjenje rezervoara 4 vodom                           |
| Q0.0   | P1     | Rele za uključenje pumpe za punjenje rezervoara                       |
| Q0.1   | V1     | Elektromagnetni ventil za rezervoar R1                                |
| Q0.2   | V2     | Elektromagnetni ventil za rezervoar R2                                |
| Q0.3   | V3     | Elektromagnetni ventil za rezervoar R3                                |
| Q0.4   | V4     | Elektromagnetni ventil za rezervoar R4                                |
| Q0.5   | H1     | Indikacija uključenosti ventila V1                                    |
| Q1.0   | H2     | Indikacija uključenosti ventila V2                                    |
| Q1.1   | H3     | Indikacija uključenosti ventila V3                                    |
| Q1.2   | H4     | Indikacija uključenosti ventila V4                                    |
| Q1.3   | H5     | Indikacija uključenosti pumpe MA                                      |
| Q1.4   | H6     | Indikacija nižeg nivoa vode od minimalnog u rezervoaru R1             |
| Q1.5   | H7     | Indikacija nižeg nivoa vode od minimalnog u rezervoaru R2             |
| Q1.6   | H8     | Indikacija nižeg nivoa vode od minimalnog u rezervoaru R3             |
| Q1.7   | H9     | Indikacija nižeg nivoa vode od minimalnog u rezervoaru R4             |

# Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

Ovaj zadatak riješen je u 14 linija.

(*Network 1-5*): U prvoj liniji se uključuje, odnosno isključuje sistem za punjenje rezervoara. U naredne četiri linije uključuju se signalne sijalice ukoliko je nivo vode u rezervoaru ispod minimalnog nivoa.

(*Network 6-9*): U linijama 6, 7, 8 i 9, vrši se setovanje memorijskih bitova ukoliko rezervoar nije napunjen do maksimalnog nivoa. Ovaj memorijski bit se setuje kada je nivo vode u rezervoaru manji od minimalnog, a resetuje kada nivo tečnosti postane jednak maksimalnom nivou. U zavisnosti od nivoa vode u rezervoarima R1, R2, R3 i R4, koriste se memorijski bitovi M0.1, M0.2, M0.3 i M0.4, respektivno.

(*Network 10-13*): U nastavku se, u mrežama 10, 11, 12 i 13 pune rezervoari. Prvi rezervoar se puni u liniji 10 i to ukoliko rezervoar nije napunjen i ukoliko se neki drugi rezervoar već ne puni. Drugi rezervoar se puni u liniji 10 ukoliko je prvi rezervoar napunjen do maksimalnog nivoa, a u drugom je nivo tečnosti ispod minimalnog i ukoliko ranije nije počelo punjenje trećeg ili četvrtog rezervoara. Drugi rezervoar se takođe može puniti i ručno i ako nije napunjen do maksimalnog nivoa i ako se pritisne taster S2. Na isti način se puni i treći i četvrti rezervoar u linijama 12 i 13, s tim što su uslovi za punjenje trećeg rezervoara prethodno napunjeni prvi i drugi rezervoar i ne puni se četvrti rezervoara, dok je uslov za punjenje četvrtkog rezervoara, prethodno napunjena prva tri rezervoara.

(*Network 4*): U posljednoj liniji uključuje se pumpa P1 koja ispumpava vodu iz rezervoara R5 ka rezervoarima R1-R4. Pumpa se uključuje ako je otvoren jedan od ventila V1, V2, V3 ili V4.

### Rješenje (STL):

TITLE=Pumpa

#### Network 1 // Uključenje sistema za punjenje rezervoara

LDN I0.0

LD I0.1

O M0.0

ALD

= M0.0

#### Network 2 // Rezervoar 1 prazan\_uključenje indikacije

LD M0.0

AN I0.6

= Q1.4

#### Network 3 // Rezervoar 2 prazan\_uključenje indikacije

LD M0.0

AN I0.7

= Q1.5

#### Network 4 // Rezervoar 3 prazan\_uključenje indikacije

LD M0.0

AN I1.0

= Q1.6

#### Network 5 // Rezervoar 4 prazan\_uključenje indikacije

LD M0.0

AN I1.1  
= Q1.7

**Network 6 // Memorijski bit - rezervoar 1 nije napunjen**

LD M0.0  
LDN I0.6  
O M0.1  
ALD  
AN I0.2  
= M0.1

**Network 7 // Memorijski bit - rezervoar 2 nije napunjen**

LD M0.0  
LDN I0.7  
O M0.2  
ALD  
AN I0.3  
= M0.2

**Network 8 // Memorijski bit - rezervoar 3 nije napunjen**

LD M0.0  
LDN I1.0  
O M0.3  
ALD  
AN I0.4  
= M0.3

**Network 9 // Memorijski bit - rezervoar 4 nije napunjen**

LD M0.0  
LDN I1.1  
O M0.4  
ALD  
AN I0.5  
= M0.4

**Network 10 // Punjenje 1. rezervoara**

LD M0.0  
A M0.1  
AN Q0.2  
AN Q0.3  
AN Q0.4  
= Q0.1  
= Q0.5

**Network 11 // Punjenje 2. rezervoara**

LD M0.0  
LD I0.2  
O Q0.2  
AN Q0.3  
AN Q0.4  
O I1.2  
ALD  
A M0.2  
= Q0.2  
= Q1.0

**Network 12 // Punjenje 3. rezervoara**

LD M0.0  
LD I0.2  
A I0.3  
O Q0.3  
AN Q0.4  
O I1.3  
ALD  
A M0.3  
= Q0.3  
= Q1.1

**Network 13 // Punjenje 4. rezervoara**

LD M0.0  
LD I0.2  
A I0.3  
A I0.4  
O Q0.4  
O I1.4  
ALD  
A M0.4  
= Q0.4  
= Q1.2

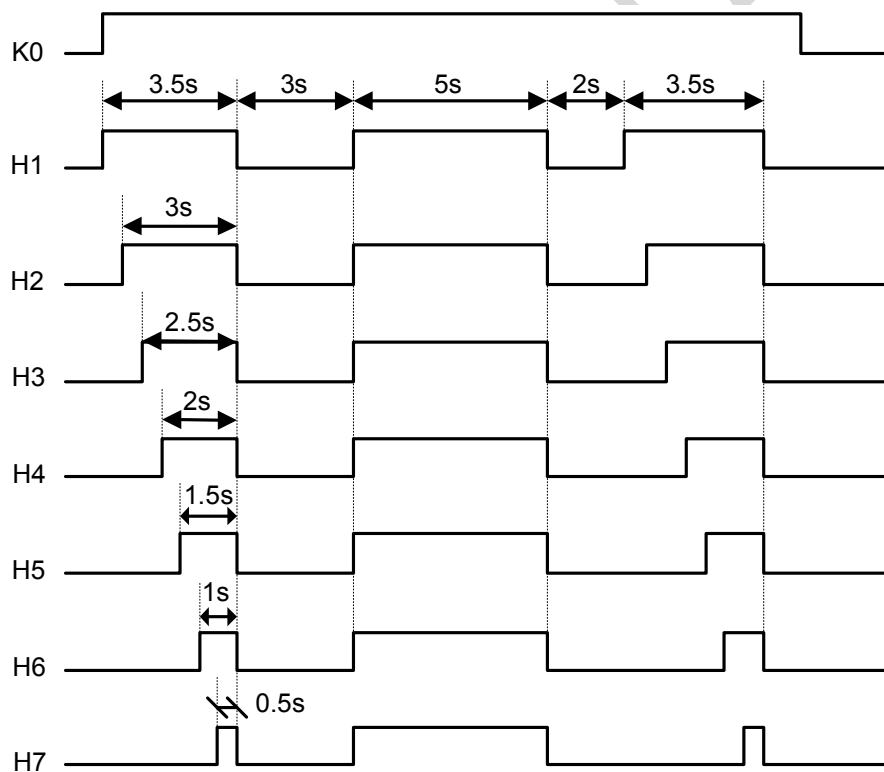
**Network 14 // Uključenje pumpe P1**

LD M0.0  
LD Q0.1  
O Q0.2  
O Q0.3  
O Q0.4  
ALD  
= Q0.0  
= Q1.3

### Zadatak 5: Svijetleća reklama

Napisati program za programabilni logički kontroler koji će da upravlja radom svijetleće reklame. Svijetleća reklama se sastoji od 7 segmenata označenih sa H1, H2,..., H7. Pritiskom na taster START (S1) ciklus uključivanja segmenata reklame počinje. Segmenti reklame se sukcesivno uključuju počevši od prvog segmenta. Dakle, prvo se uključuje prvi segment H1 i tajmer T1 koji je podešen na 0,5s. Kada istekne 5s uključuje se segment H2 i tajmer T2 koji je takođe podešen na 0.5s. Nakon isteka ovih 5s uključuje se naredni segment reklame H3 i odgovarajući tajmer T3. Ista procedura se ponavlja, sve dok se ne uključi posljednji segment H7 i tajmer T7.

Nakon isteka 0,5s koje mjeri tajmer T7, uključuje se tajmer T8 podešen na 3s i isključuju se svi predhodno uključeni segmenti reklame H1,...,H7. Nakon isteka 3s uključuju se istovremeno svi segmenti reklame i tajmer T9 podešen na 5s. Nakon ovih 5s isključuju se svi segmenti reklame i uključuje se tajmer T10 podešen na 0,5s. Nakon 0,5s uključuje se prvi segment reklame H1 i tajmer T1. Dalje sekvence uključjenja segmenata reklame se ponavljaju. Vremenski dijagram sekvence uključjenja i isključenja segmenata reklame prikazan je na slici Slika 8.5.

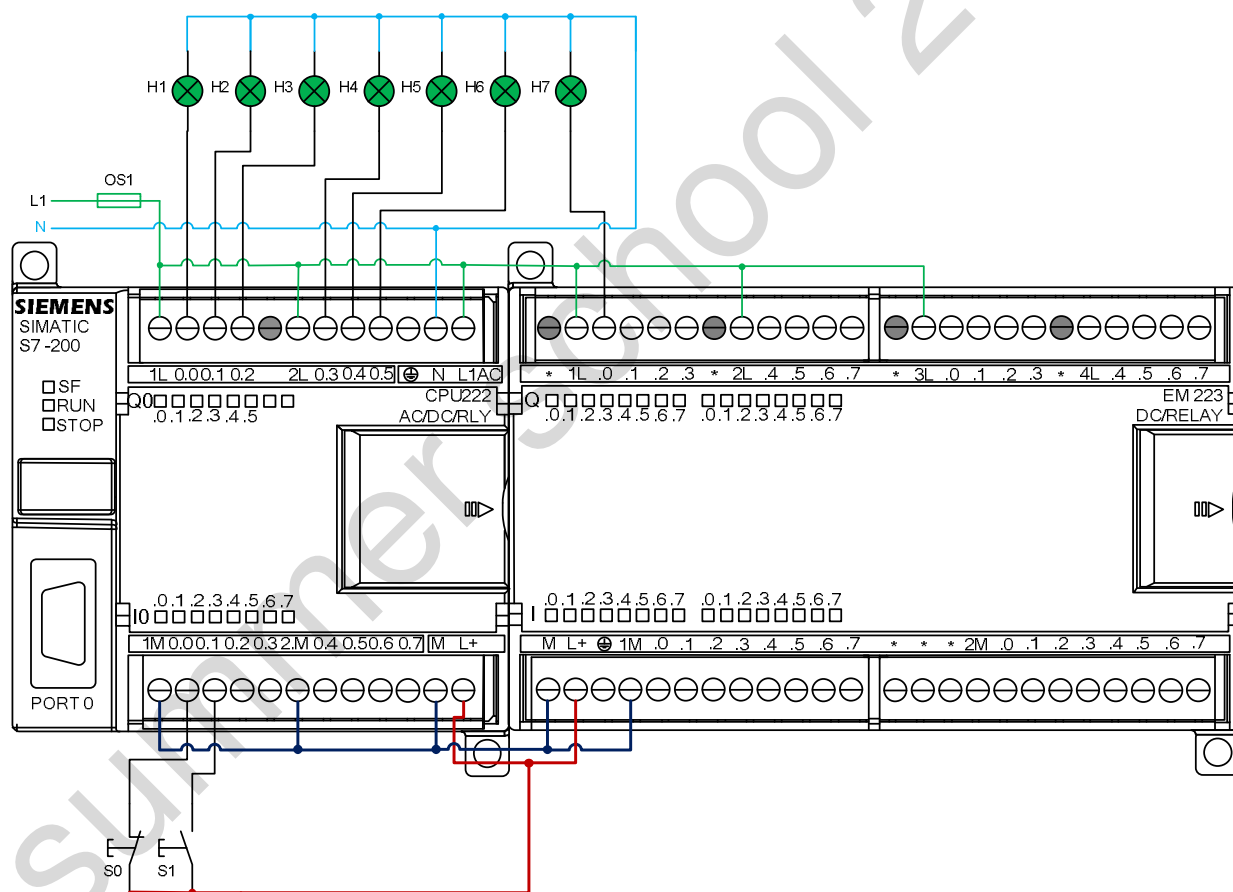


Slika 8.5 Vremenski dijagram sekvence uključjenja i isključenja segmenata reklame

### Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                           |
|--------|--------|------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za isključenje reklame |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje reklame |
| Q0.0   | H1     | Segment 1                          |
| Q0.1   | H2     | Segment 2                          |
| Q0.2   | H3     | Segment 3                          |
| Q0.3   | H4     | Segment 4                          |
| Q0.4   | H5     | Segment 5                          |
| Q0.5   | H6     | Segment 6                          |
| Q1.0   | H7     | Segment 7                          |

### Šema povezivanja PLCa sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

Zadatak svijetleća reklama realizovan je u 22 linije.

(*Network 1, 2*): U prvoj liniji se vrši uključivanje/isključivanje reklame. U drugoj liniji setuje se memorijski bit M0.4 koji je zadužen za uključivanje prvog segmenta svijetleće reklame. Prvi segment reklame se uključuje na početku ciklusa rada reklame i onda kada su svi segmenti uključeni.

(*Network 3-9*): U linijama 3-9 realizovan je rad tajmera koji kontrolišu uključivanje/isključivanje pojedinačnih segmenata reklame. Svi tajmeri su podešeni na 0,5s i aktiviraju se onda kada prethodni tajmer izmjeri vrijeme od 0.5s. Tajmeri se resetuju onda kada se setuje memorijski bit M0.2 odnosno u trenutku kada se svi segmenti istovremno uključe.

(*Network 10-16*): U linijama 10 – 16 uključuju se pojedinačni segmenati reklame. U liniji 10 uključuje se prvi segment i to na početku ciklusa i onda kada su uključeni svi segmenti, kao što je već rečeno. U liniji 11 se uključuje drugi segment reklame onda kada je prvi već bio uključen 0,5s i onda kada su uključeni svi segmenti. Na isti način se uključuju ostalih segmenata.

(*Network 17-22*): U liniji 17 isključuju se svi segmenti reklame odnosno setuje se memorijski bit M0.1 koji je zadužen za ovu akciju. Svi segmenti će biti isključeni 3s (linija 18). Kada isteknu ove 3s (tajmer T8) istovremno se uključuju svi segmenti reklame (memorijski bit M0.2). Reklama će ostati uključena narednih 5s (tajmer T9). Na kraju se u linijama 21 i 22 vrši ponovno isključivanje svih segmenata. Svi segmenti su isključeni 2s, nakon čega ponovo otpočinje proces postepenog uključivanja segmenata, te uključivanja i isključivanja svih segmenata istovremeno na prethodno opisan način i u skladu sa vremenskim dijagramom na slici 7.5.

### Rješenje (STL):

TITLE=Svijetleća reklama

#### **Network 1 // Uključenje reklame**

LDN I0.0

LD I0.1

O M0.0

ALD

= M0.0

#### **Network 2 // Uslov za uključenje I segmenta reklame**

LD M0.0

AN M0.1

AN M0.3

= M0.4

#### **Network 3 // Tajmer 5s - I segment**

LD M0.4

AN M0.2

TON T41, +5

#### **Network 4 // Tajmer 5s - II segment**

LD T41

AN M0.2

TON T42, +5

#### **Network 5 // Tajmer 5s - III segment**

LD T42

AN M0.2

TON T43, +5

#### **Network 6 // Tajmer 5s - IV segment**

LD T43

AN M0.2

TON T44, +5

#### **Network 7 // Tajmer 5s - V segment**

LD T44

AN M0.2

TON T45, +5

**Network 8 // Tajmer 5s - VI segment**

LD T45  
AN M0.2  
TON T46, +5

**Network 9 // Tajmer 5s - VII segment**

LD T46  
AN M0.2  
TON T47, +5

**Network 10 // Uključenje I segmenta reklame**

LD M0.4  
= Q0.0

**Network 11 // Uključenje II segmenta reklame**

LD M0.4  
LD T41  
O M0.2  
ALD  
= Q0.1

**Network 12 // Uključenje III segmenta reklame**

LD M0.4  
LD T42  
O M0.2  
ALD  
= Q0.2

**Network 13 // Uključenje IV segmenta reklame**

LD M0.4  
LD T43  
O M0.2  
ALD  
= Q0.3

**Network 14 // Uključenje V segmenta reklame**

LD M0.4  
LD T44  
O M0.2  
ALD  
= Q0.4

**Network 15 // Uključenje VI segmenta reklame**

LD M0.4  
LD T45  
O M0.2  
ALD

= Q0.5

**Network 16 // Uključenje VII segmenta reklame**

LD M0.4  
LD T46  
O M0.2  
ALD  
= Q1.0

**Network 17 // Isključenje svih segmenata reklame**

LD T47  
O M0.1  
AN M0.2  
= M0.1

**Network 18 // Tajmer 3s - isključeni svi segmenti**

LD M0.1  
TON T38, +30

**Network 19 // Uključenje svih segmenata reklame**

LD T38  
O M0.2  
AN T39  
= M0.2

**Network 20 // Tajmer 5s - uključeni svi segmenti**

LD M0.2  
TON T39, +50

**Network 21 // Isključenje svih segmenata reklame**

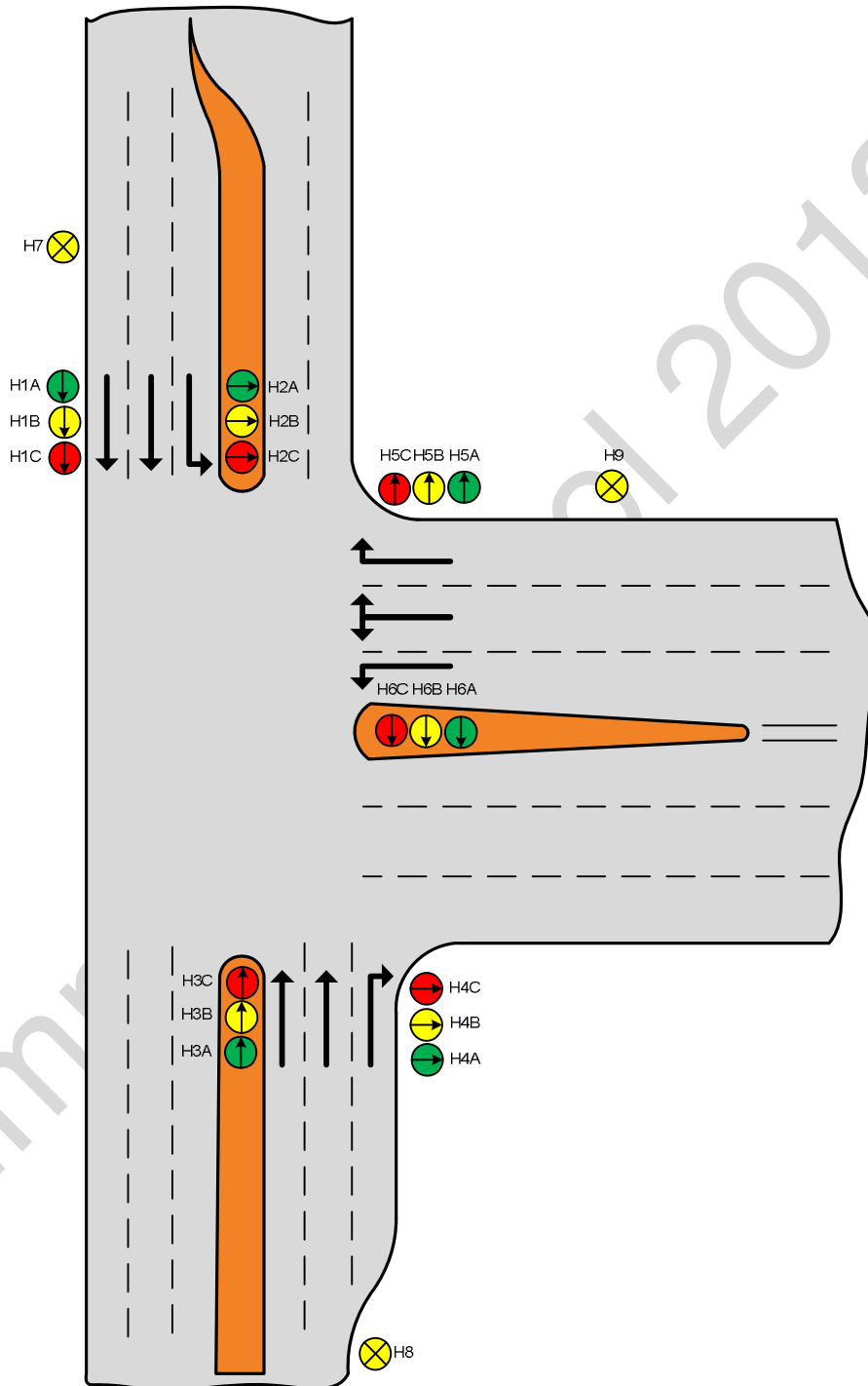
LD T39  
O M0.3  
AN T40  
= M0.3

**Network 22 // Tajmer 2s - isključeni svi segmenti**

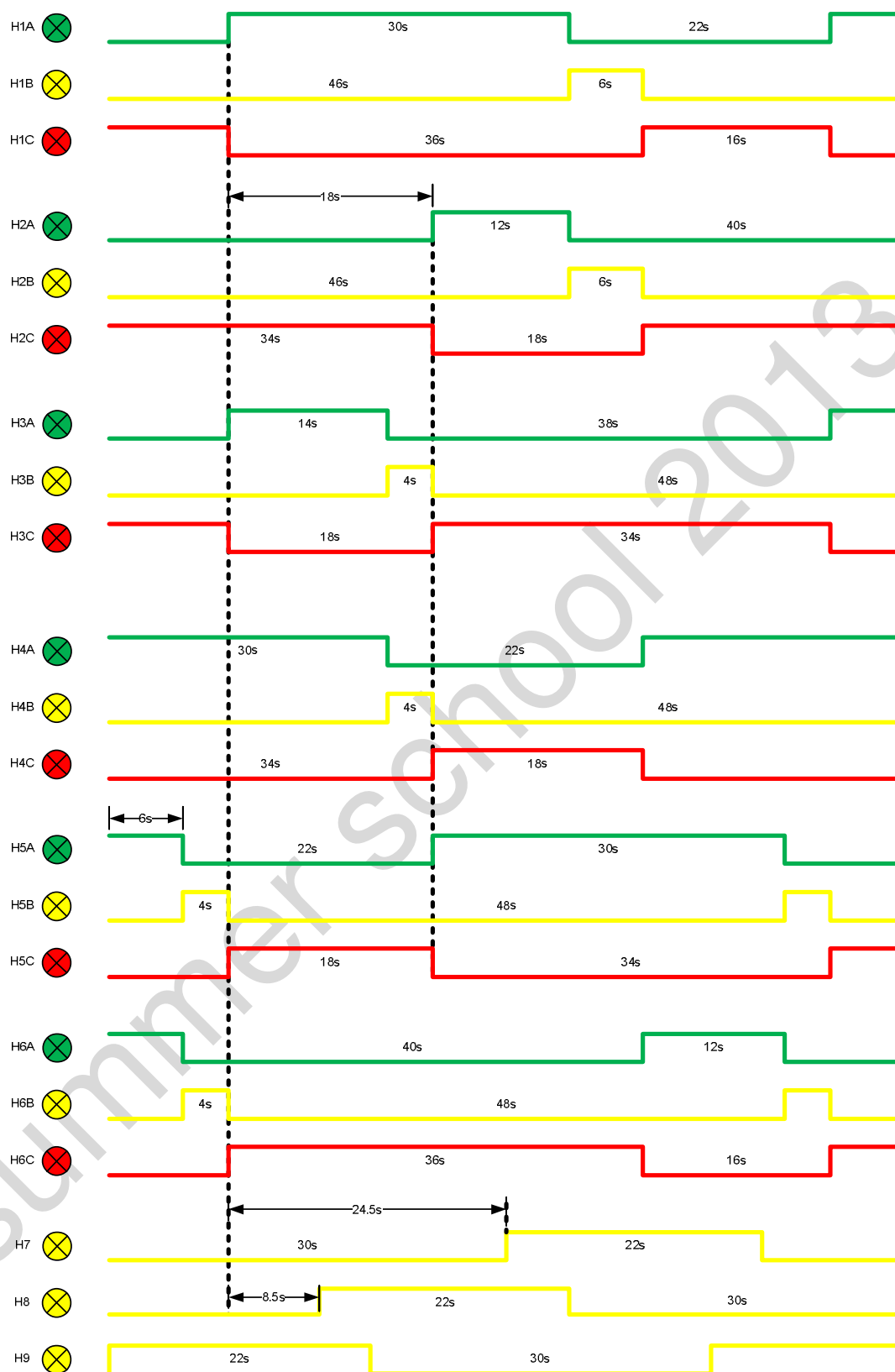
LD M0.3  
TON T40, +20

**Zadatak 6:** T raskrsnica sa semaforima

T raskrsnica sa semaforima prikazana je na slici Slika 8.6. Pritiskom tastera S1 uključuju se semafori na T raskrsnici, a tastera S0 sistem semafora se isključuje. Vremenski dijagram rada pojedinih svjetala semafora na T raskrsnici prikazan je na slici Slika 8.7.



**Slika 8.6** T raskrsnica sa semaforima

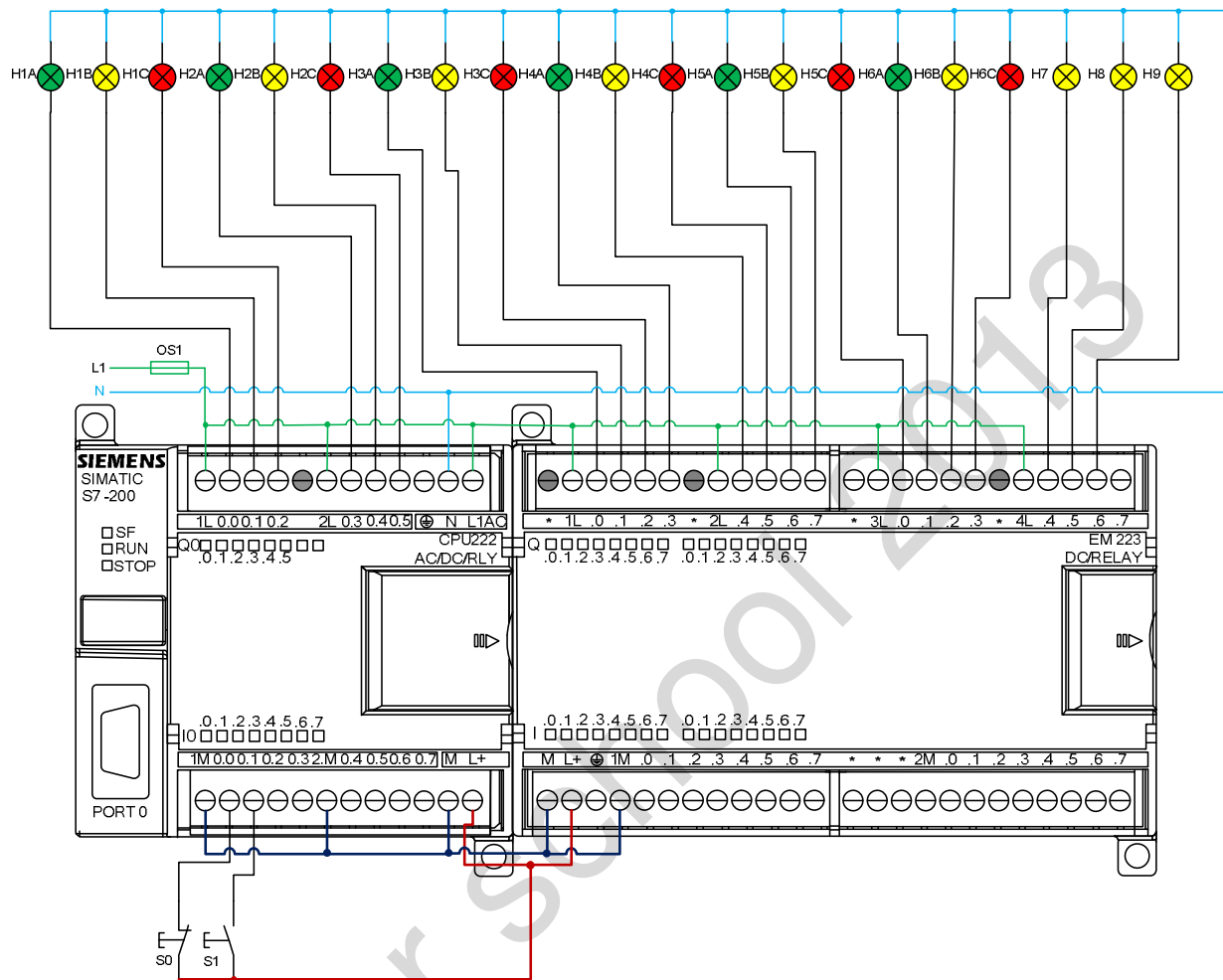


Slika 8.7 Vremenski dijagram rada semafora na T raskrsnici

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                            |
|--------|--------|-----------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za isključenje semafora na T raskrsnici |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje semafora T na raskrsnici |
| Q0.0   | H1A    | Zeleno svjetlo u smijeru 1                          |
| Q0.1   | H1B    | Žuto svjetlo u smijeru 1                            |
| Q0.2   | H1C    | Crveno svjetlo u smijeru 1                          |
| Q0.3   | H2A    | Zeleno svjetlo u smijeru 2                          |
| Q0.4   | H2B    | Žuto svjetlo u smijeru 2                            |
| Q0.5   | H2C    | Crveno svjetlo u smijeru 2                          |
| Q1.0   | H3A    | Zeleno svjetlo u smijeru 3                          |
| Q1.1   | H3B    | Žuto svjetlo u smijeru 3                            |
| Q1.2   | H3C    | Crveno svjetlo u smijeru 3                          |
| Q1.3   | H4A    | Zeleno svjetlo u smijeru 4                          |
| Q1.4   | H4B    | Žuto svjetlo u smijeru 4                            |
| Q1.5   | H4C    | Crveno svjetlo u smijeru 4                          |
| Q1.6   | H5A    | Zeleno svjetlo u smijeru 5                          |
| Q1.7   | H5B    | Žuto svjetlo u smijeru 5                            |
| Q2.0   | H5C    | Crveno svjetlo u smijeru 5                          |
| Q2.1   | H6A    | Zeleno svjetlo u smijeru 6                          |
| Q2.2   | H6B    | Žuto svjetlo u smijeru 6                            |
| Q2.3   | H6C    | Crveno svjetlo u smijeru 6                          |
| Q2.4   | H7     | Žuto treptuće svjetlo u smijeru 7                   |
| Q2.5   | H8     | Žuto treptuće svjetlo u smijeru 8                   |
| Q2.6   | H9     | Žuto treptuće svjetlo u smijeru 9                   |

## Šema povezivanja PLCa sa senzorima i aktuatorima:



## Detaljan opis rješenja:

Zadatak "T semafor" riješen je upotrebom jednog tajmera podešenog da mjeri vrijeme od 52 sekunde, koliko je vrijeme jednog ciklusa rada semafora.

(Network 1-2) Semafor se uključuje/isključuje u prvoj liniji pristiskom na tastere S0 i S1. U drugoj liniji se podešava tajmer na 52s koji nakon isteka 52 sekunde resetuje sam sebe i počinje ponovo mjeriti vrijeme.

U nastavku se sa vremenskog dijagrama sa slike X.X jednostavno očitava vrijeme uključjenja i isključenja određenog svjetla na semaforu i uskladu sa tim se programira naredba za uključjenje tog svjetla u datom vremenskom intervalu. Tako je na primjer zeleno svjetlo H1A uključeno kada je trenutna vrijednost tajmera veća 0, a manja od 30s, žuto svjetlo H1B je uključeno kada je trenutna vrijednost tajmera veća 30, a manja od 36s, dok je crveno svjetlo H1C uključeno kada ova dva nisu. Zeleno svjetlo H6A uključeno je kada je trenutna vrijednost tajmera veća 18, a manja od 48s, žuto svjetlo H6B je

uključeno kada je trenutna vrijednost tajmera veća 48, a manja od 52s, dok je crveno svjetlo H6C uključeno kada ova dva nisu, odnosno onda kada je vrijednost tajmera veća od 0, a manja od 18s.

Na isti način se regulišu svjetla i za sve ostale smjerove.

### Rješenje (STL):

TITLE=T semafor

#### Network 1 // Uključenje semafora

```
LD I0.1
O M0.0
AN I0.0
= M0.0
```

#### Network 2 // Tajmer 52s

```
LD M0.0
AN T37
TON T37, 520
```

#### Network 3 // Svjetla semafora - Smijer 1

```
LD M0.0
LPS
AW>= T37, 0
AW<= T37, 300
= Q0.0
LRD
AW> T37, 300
AW<= T37, 360
= Q0.1
LPP
AN Q0.0
AN Q0.1
= Q0.2
```

#### Network 4 // Svjetla semafora - Smijer 2

```
LD M0.0
LPS
AW>= T37, 180
AW<= T37, 300
= Q0.3
LRD
AW> T37, 300
AW<= T37, 360
= Q0.4
LPP
AN Q0.3
AN Q0.4
= Q0.5
```

#### Network 5 // Svjetla semafora - Smijer 3

```
LD M0.0
LPS
AW>= T37, 0
```

```
AW<= T37, 140
= Q1.0
LRD
AW> T37, 140
AW<= T37, 180
= Q1.1
LPP
AN Q1.0
AN Q1.1
= Q1.2
```

#### Network 6 // Svjetla semafora - Smijer 4

```
LD M0.0
LPS
AN Q1.4
AN Q1.5
= Q1.3
LRD
AW>= T37, 140
AW<= T37, 180
= Q1.4
LPP
AW> T37, 180
AW<= T37, 360
= Q1.5
```

#### Network 7 // Svjetla semafora - Smijer 5

```
LD M0.0
LPS
AW> T37, 180
AW<= T37, 480
= Q1.6
LRD
AW> T37, 480
AW<= T37, 520
= Q1.7
LPP
AW>= T37, 0
AW<= T37, 180
= Q2.0
```

#### Network 8 // Svjetla semafora - Smijer 6

```
LD M0.0
LPS
```

AW> T37, 360  
AW<= T37, 480  
= Q2.1

LRD

AW> T37, 480  
AW<= T37, 520  
= Q2.2

LPP

AW>= T37, 0  
AW<= T37, 360  
= Q2.3

**Network 9 // Žuto treptuće svijetlo H7**

LD M0.0

A SM0.5

AW>= T37, 245

AW<= T37, 360

= Q2.4

**Network 10 // Žuto treptuće svijetlo H8**

LD M0.0

A SM0.5

AW>= T37, 85

AW<= T37, 305

= Q2.5

**Network 11 // Žuto treptuće svijetlo H9**

LD M0.0

A SM0.5

LDW>= T37, 0

AW<= T37, 120

LDW>= T37, 425

AW<= T37, 520

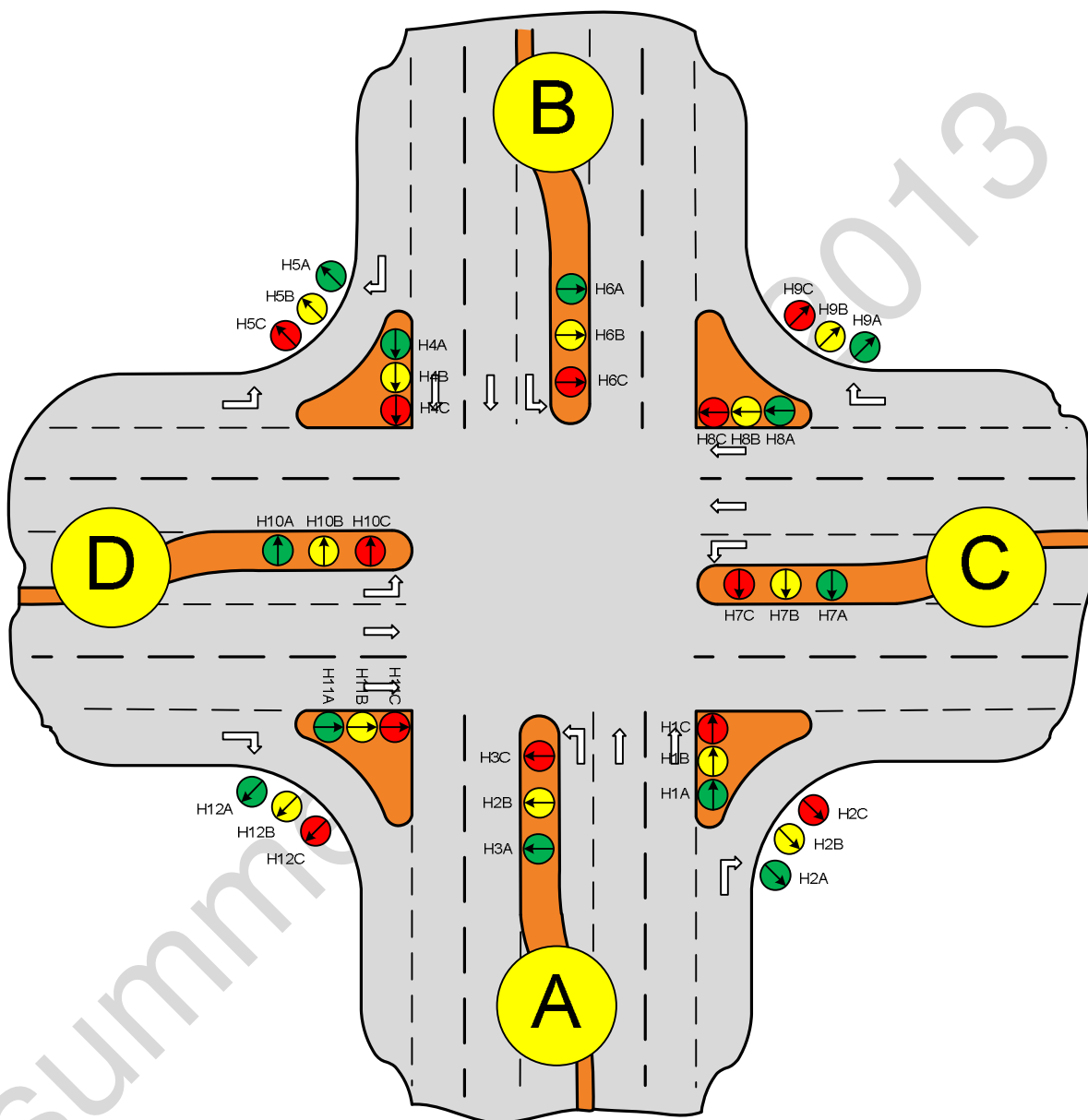
OLD

ALD

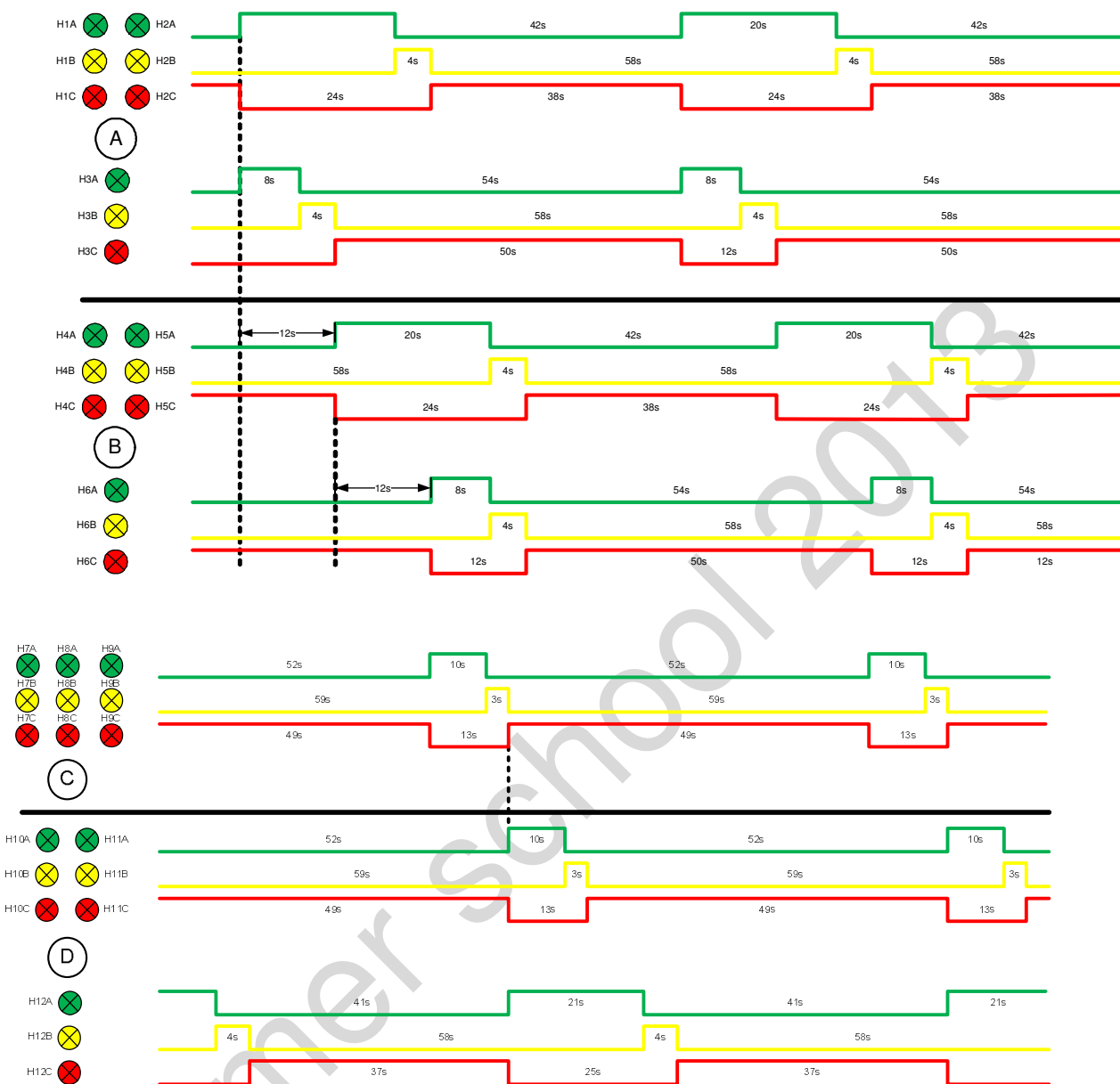
= Q2.6

**Zadatak 7:** Složena raskrsnica sa semaforima

Složena raskrsnica sa semaforima prikazana je na slici Slika 8.8. Pritiskom tastera S1 uključuju se semafori na složenoj raskrsnici, a tastera S0 sistem semafora se isključuje. Vremenski dijagram rada pojedinih svjetala semafora na raskrsnici prikazan je na slici Slika 8.9.



**Slika 8.8** Složena raskrsnica sa semaforima

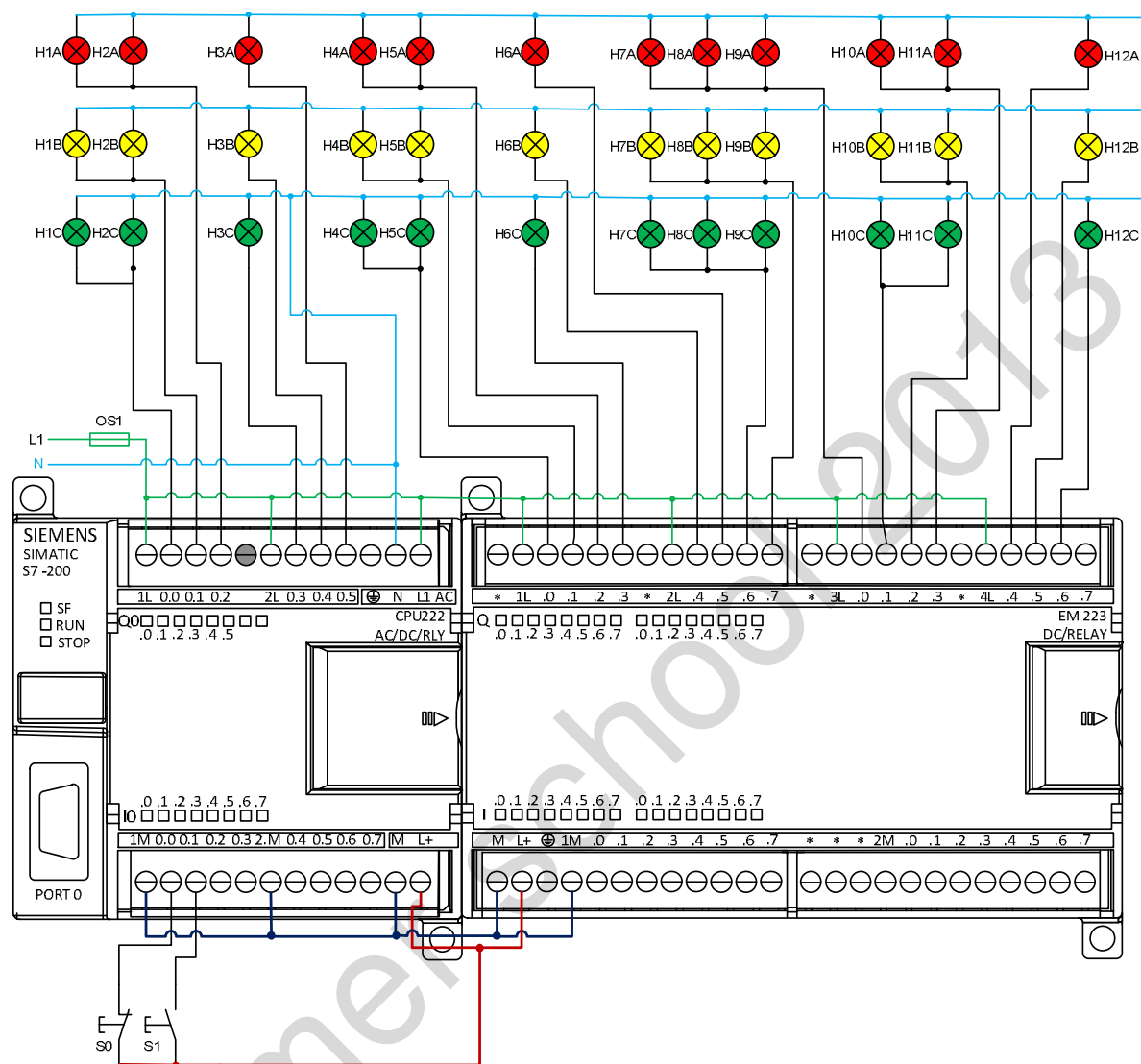


**Slika 8.9** Vremenski dijagram rada semafora na raskrsnici

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA                  | SIMBOL | KOMENTAR                                                  |
|-------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|
| I0.0                    | S0     | Taster STOP za isključenje semafora na T raskrsnici       |
| I0.1                    | S1     | Taster START za uključanje semafora T na raskrsnici       |
| <b>DIO RASKRSNICE A</b> |        |                                                           |
| Q0.0                    | H1C    | Zeleno svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice A     |
| Q0.1                    | H1B    | Žuto svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice A       |
| Q0.2                    | H1A    | Crveno svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice A     |
| Q0.0                    | H2C    | Zeleno svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice A  |
| Q0.1                    | H2B    | Žuto svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice A    |
| Q0.2                    | H2A    | Crveno svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice A  |
| Q0.3                    | H3C    | Zeleno svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice A |
| Q0.4                    | H3B    | Žuto svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice A   |
| Q0.5                    | H3A    | Crveno svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice A |
| <b>DIO RASKRSNICE B</b> |        |                                                           |
| Q1.0                    | H4C    | Zeleno svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice B     |
| Q1.1                    | H4B    | Žuto svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice B       |
| Q1.2                    | H4A    | Crveno svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice B     |
| Q1.0                    | H5C    | Zeleno svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice B  |
| Q1.1                    | H5B    | Žuto svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice B    |
| Q1.2                    | H5A    | Crveno svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice B  |
| Q1.3                    | H6C    | Zeleno svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice B |
| Q1.4                    | H6B    | Žuto svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice B   |
| Q1.5                    | H6A    | Crveno svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice B |
| <b>DIO RASKRSNICE C</b> |        |                                                           |
| Q1.6                    | H7C    | Zeleno svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice C     |
| Q1.7                    | H7B    | Žuto svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice C       |
| Q2.0                    | H7A    | Crveno svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice C     |
| Q1.6                    | H8C    | Zeleno svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice C  |
| Q1.7                    | H8B    | Žuto svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice C    |
| Q2.0                    | H8A    | Crveno svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice C  |
| Q1.6                    | H9C    | Zeleno svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice C |
| Q1.7                    | H9B    | Žuto svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice C   |
| Q2.0                    | H9A    | Crveno svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice C |
| <b>DIO RASKRSNICE D</b> |        |                                                           |
| Q2.1                    | H10C   | Zeleno svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice D     |
| Q2.2                    | H10B   | Žuto svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice D       |
| Q2.3                    | H10A   | Crveno svjetlo za smijer pravo na dijelu raskrsnice D     |
| Q2.1                    | H11C   | Zeleno svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice D |
| Q2.2                    | H11B   | Žuto svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice D   |
| Q2.3                    | H11A   | Crveno svjetlo za skretanje lijevo na dijelu raskrsnice D |
| Q2.4                    | H12C   | Zeleno svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice D  |
| Q2.5                    | H12B   | Žuto svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice D    |
| Q2.6                    | H12A   | Crveno svjetlo za skretanje desno na dijelu raskrsnice D  |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



## Detaljan opis rješenja:

Problem ovog semafora riješen je korišćenjem tajmera i setovanjem, odnosno resetovanjem izlaza (signalnih svjetala).

(Network 1-2) U prvoj liniji vrši se uključanje/isključenje semafora. Isključenjem semafora resetuju se (isključuju) sva svjetla semafora bez obzira na to koja od njih su bila uključena, a koja ne. U liniji 2 podešava se tajmer koji mjeri vrijeme od 62s koliko iznosi ciklus rada semafora na složenoj raskrsnici. Ovaj tajmer resetuje sam sebe, nakon čega ponovo počinje da mjeri vrijeme od 62s.

U narednim mrežama vrši se očitavanje svake promjene stanja na semaforu, hronološki, i na osnovu te promjene uključuju se, odnosno isključuju pojedina svjetla na semaforu.

U početnom trenutku stanja svjetala semafora su ista kao i stanja u trenutku 62s, tako da se u tom trenutku vrši setovanje: zelenog svjetla H1A, H2A i H3A, kao i H12A, crvenog svjetla H4C, H5C i H6C, H7C, H8C i H9C, kao i H10C i H11C. Takođe se vrši i resetovanje: crvenog svjetla H1C, H2C i H3C, H12C kao i zelenog svjetla H4A, H5A i H6A, H7A, H8A i H9A, kao i H10A i H11A, te žutog svjetla H10B i H11B.

Naredna promjena se dešava kada je tajmer izmjerio vrijeme 8s. U tom trenutku resetuju se svjetla H3A i H12A, a setuju se svjetla H3B i H12B. Sljedeća promjena se dešava kada tajmer izmjeri vrijeme od 12s. Tada se resetuju svjetla H3B, H4C i H5C, te H12B, a setuju se svjetla H3C, H4A i H5A, te H12C.

Na isti način se vrši podešavanja svjetala na svaki promjenu prikazanu na vremenskom dijagramu (20s, 24s, 32s, 36s, 46s, 49s i 59s).

### Rješenje (STL):

TITLE=Slozena raskrsnica

#### Network 1 // Uključenje semafora

```
LD I0.1
O M0.0
AN I0.0
= M0.0
```

#### Network 2 // Isključen semafor \_ resetovanje svih izlaza

```
LDN M0.0
R Q0.0, 1
R Q0.1, 1
R Q0.2, 1
R Q0.3, 1
R Q0.4, 1
R Q0.5, 1
R Q1.0, 1
R Q1.1, 1
R Q1.2, 1
R Q1.3, 1
R Q1.4, 1
R Q1.5, 1
R Q1.6, 1
R Q1.7, 1
R Q2.0, 1
R Q2.1, 1
R Q2.2, 1
R Q2.3, 1
R Q2.4, 1
R Q2.5, 1
R Q2.6, 1
```

#### Network 3 // Tajmer 62s rada semafora

```
LD M0.0
AN T37
TON T37, 620
```

#### Network 4 // Za T=0s i T=62s - stanje svjetala na semaforima

```
LD M0.0
AW= T37, 0
S Q0.0, 1
R Q0.2, 1
S Q0.3, 1
R Q0.5, 1
R Q1.0, 1
S Q1.2, 1
R Q1.3, 1
S Q1.5, 1
R Q1.6, 1
S Q2.0, 1
R Q2.1, 1
R Q2.2, 1
S Q2.3, 1
S Q2.4, 1
R Q2.6, 1
```

#### Network 5 // Promjena stanja svjetala semafora na T=8s

```
LD M0.0
AW= T37, 80
R Q0.3, 1
S Q0.4, 1
R Q2.4, 1
S Q2.5, 1
```

#### Network 6 // Promjena stanja svjetala semafora na T=12s

```
LD M0.0
AW= T37, 120
R Q0.4, 1
S Q0.5, 1
```

S Q1.0, 1

R Q1.2, 1

R Q2.5, 1

S Q2.6, 1

**Network 7 // Promjena stanja svjetala  
semafora na T=20s**

LD M0.0

AW= T37, 200

R Q0.0, 1

S Q0.1, 1

**Network 8 // Promjena stanja svjetala  
semafora na T=24s**

LD M0.0

AW= T37, 240

R Q0.1, 1

S Q0.2, 1

S Q1.2, 1

R Q1.5, 1

**Network 9 // Promjena stanja svjetala  
semafora na T=32s**

LD M0.0

AW= T37, 320

R Q1.0, 1

S Q1.1, 1

R Q1.3, 1

S Q1.4, 1

**Network 10 // Promjena stanja svjetala  
semafora na T=36s**

LD M0.0

AW= T37, 360

R Q1.1, 1

S Q1.2, 1

R Q1.4, 1

S Q1.5, 1

S Q1.6, 1

R Q2.0, 1

**Network 11 // Promjena stanja svjetala  
semafora na T=46s**

LD M0.0

AW= T37, 460

R Q1.6, 1

S Q1.7, 1

**Network 12 // Promjena stanja svjetala  
semafora na T=49s**

LD M0.0

AW= T37, 490

R Q1.7, 1

S Q2.0, 1

S Q2.1, 1

R Q2.3, 1

**Network 13 // Promjena stanja svjetala  
semafora na T=59s**

LD M0.0

AW= T37, 590

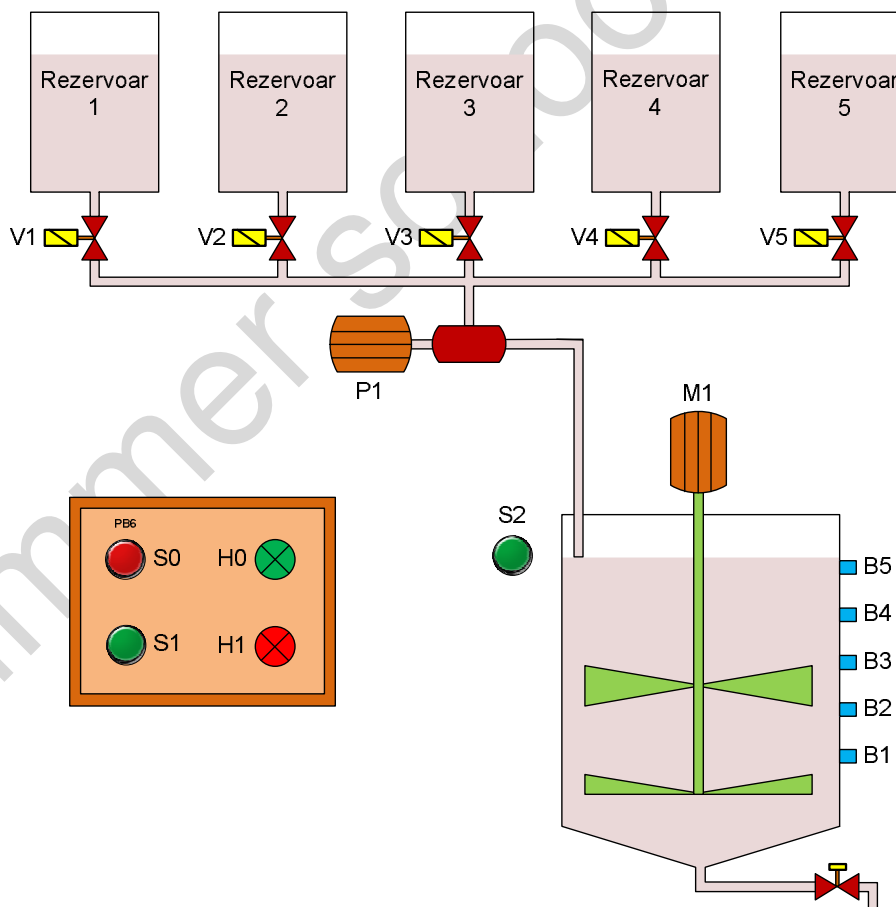
R Q2.1, 1

S Q2.2, 1

### Zadatak 8: Rezervorari za mješanje supstanci u hemijskoj industriji

Na slici Slika 8.10 prikazano je hemijsko postrojenje za mješanje različitih hemijskih supstanci. Pet različitih hemijskih supstanci u tečnom stanju, smješteno je u rezervoarima 1,2, ...,5, respektivno. Pritiskom na taster S1 počinje proces pretakanja hemijskih supstanci iz rezervoara u posudu za mješanje supstanci. Prvo se iz rezervoara 1 pretače tečna supstanca u posudu za mješanje, zatim iz rezervoara 2, i na kraju iz rezervoara 5 se peta supstanca pretače u posudu za mješanje. Kada process pretakanja supstanci počne uključuje se signalno svjetlo H0. Količina pretočenih supstanci u posudi za mješanje detektuje se senzorima nivoa B1, B2 ... B5, respektivno. Proces istakanja hemijskih supstanci iz pojedinih rezervoara kontroliše se elektromagnetnim ventilima V1,V2,...,V5 respektivno.

Istovremeno sa istakanjem tečnosti iz rezervoara 1 uključuje se mješalica M1 i pumpa za protok hemijskih supstanci P1. Uslov uključjenja pumpe P1 je predhodno uključjenje mješalice M1. Nakon što je posljednja supstance iz rezervoara R5 pretočena u posudu za mješanje, isključuje se pumpa P1, a miješalica treba da ostane aktivna još 10s. Nakon isteka 10s isključuje se sijalica H0, a uključuje sijalica H1. Uključenje sijalice H1 je znak operatoru da je smiješa u posudi za mješanje pripremljena. Pritiskom na taster S2 (normalno zatvoreni kontakt) zaustavlja se rad miješalice u bilo kom trenutku. Za isključenje sistema koristi se taster S0 koji ima normalno zatvorene kontakte.

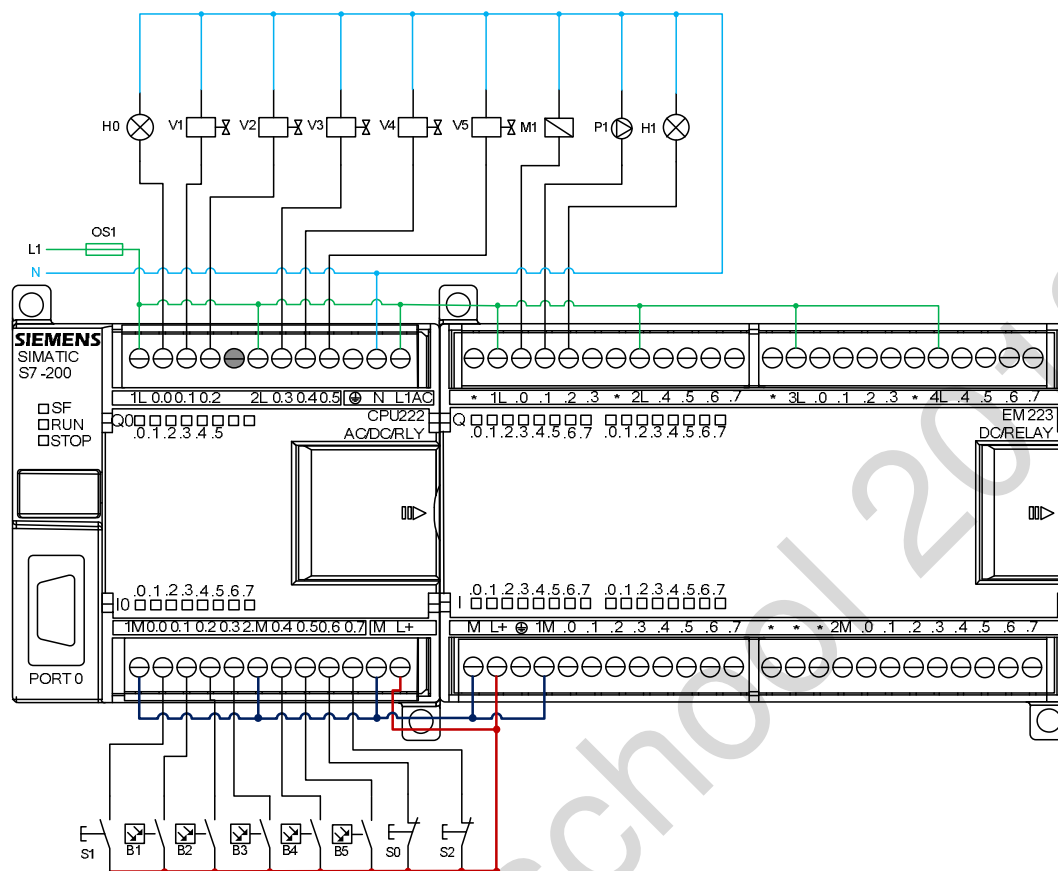


Slika 8.10 Postrojenje za mješanje hemijskih supstanci

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                                                                                                       |
|--------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I0.0   | S1     | Taster START za uključenje procesa mješanja supstanci                                                                                          |
| I0.6   | S0     | Taster STOP za isključenje procesa mješanja supstanci                                                                                          |
| I0.7   | S2     | Taster za zaustavljanje rada miješalice                                                                                                        |
| I0.1   | B1     | Kapacitivni blizinski senzori za detekciju nivoa tečnosti u posudi za mješanje.<br>(kad tečnost dostigne zadani nivo zatvaraju svoje kontakte) |
| I0.2   | B2     |                                                                                                                                                |
| I0.3   | B3     |                                                                                                                                                |
| I0.4   | B4     |                                                                                                                                                |
| I0.5   | B5     |                                                                                                                                                |
| Q0.0   | H0     | Indikacija da je proces miješanja supstanci u toku                                                                                             |
| Q0.1   | V1     | Ventil za pretakanje supstance iz rezervoara R1                                                                                                |
| Q0.2   | V2     | Ventil za pretakanje supstance iz rezervoara R2                                                                                                |
| Q0.3   | V3     | Ventil za pretakanje supstance iz rezervoara R3                                                                                                |
| Q0.4   | V4     | Ventil za pretakanje supstance iz rezervoara R4                                                                                                |
| Q0.5   | V5     | Ventil za pretakanje supstance iz rezervoara R5                                                                                                |
| Q1.0   | M1     | Mješalica za miješanje supstanci u posudi za mješanje                                                                                          |
| Q1.1   | P1     | Pumpa za pretakanje supstance iz rezervoara 1,2,...,5                                                                                          |
| Q1.2   | H1     | Indikacija da je proces miješanja supstanci završen                                                                                            |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

Zadatak miješanja supstanci riješen je u 11 linija.

(Network 1): U prvoj liniji sistem miješanja supstanci se uključenje/isključenje.

(Network 2-7): U linijama 2 – 6 otvara se ventil V1 – V5. Ventil V1 se otvara ako nije napunjen prvi rezervoar, ventil V2 se otvara ako je napunjen prvi, a nije napunjen drugi rezervoar, V3 ako je napunjen drugi, a nije treći. Pod istim uslovima se otvaraju i četvrti i peti ventil. Onog trenutka kada se napuni peti rezervoar aktivira se tajmer podešen na 10s (linija 7).

(Network 8): U liniji 8 uključuje se i isključuje miješalica M1. Miješalica se uključuje ako tajmer iz linije 7 nije izmjerio vrijeme od 10s, ako nije pritisnut taster za zaustavljanje rada mješalice i ako je u početnom trenutku bila uključena sijalica koja signalizira da je proces pretakanja i miješanja u toku. Miješalica se isključuje nakon 10s.

(Network 9-11): U liniji 9 se upravlja radom pumpe P1. Pumpa se uključuje onda kada se uključi miješalica M1, a isključuje se onda kada se zatvori ventil V5 za pretakanje supstanci iz rezervoara R5 u

rezervoar R6. Sijalica koja signalizira da je proces pretakanja i miješanja u toku uključuje se odmah kada otpočne proces punjenja prvog rezervoara i ostaje uključena sve dok se miješalica ne isključi. Sijalica koja signalizira da je proces miješanja završen uključuje se kada se isključi miješalica, odnosno kada se isključi sijalica koja signalizira da je proces pretakanja i miješanja supstanci u toku. Uključivanje, odnosno isključivanje sijalica vrši se u linijama 10 i 11.

### Rješenje (STL):

TITLE= Mijesanje supstanci

#### Network 1 // Uključenje/isključenje procesa mjesanja

```
LD I0.0
O M0.0
AN I0.6
= M0.0
```

#### Network 2 // Uključenje ventila V1

```
LD M0.0
AN I0.1
= Q0.1
```

#### Network 3 // Uključenje ventila V2

```
LD M0.0
A I0.1
AN I0.2
= Q0.2
```

#### Network 4 // Uključenje ventila V3

```
LD M0.0
A I0.2
AN I0.3
= Q0.3
```

#### Network 5 // Uključenje ventila V4

```
LD M0.0
A I0.3
AN I0.4
= Q0.4
```

#### Network 6 // Uključenje ventila V5

```
LD M0.0
A I0.4
AN I0.5
```

```
= Q0.5
```

#### Network 7 // Tajmer 10s

```
LD M0.0
A I0.5
TON T37, 100
```

#### Network 8 // Uključenje i isključenje mješalice M1

```
LD Q0.0
O Q1.0
A M0.0
AN T37
AN I0.7
= Q1.0
```

#### Network 9 // Uključenje i isključenje pumpe P1

```
LD Q1.0
O Q1.1
AN I0.5
A M0.0
= Q1.1
```

#### Network 10 // Indikacija da je proces mješanja supstanci u toku

```
LD M0.0
AN T37
= Q0.0
```

#### Network 11 // Indikacija da je proces mješanja supstanci završen

```
LD M0.0
A T37
= Q1.2
```

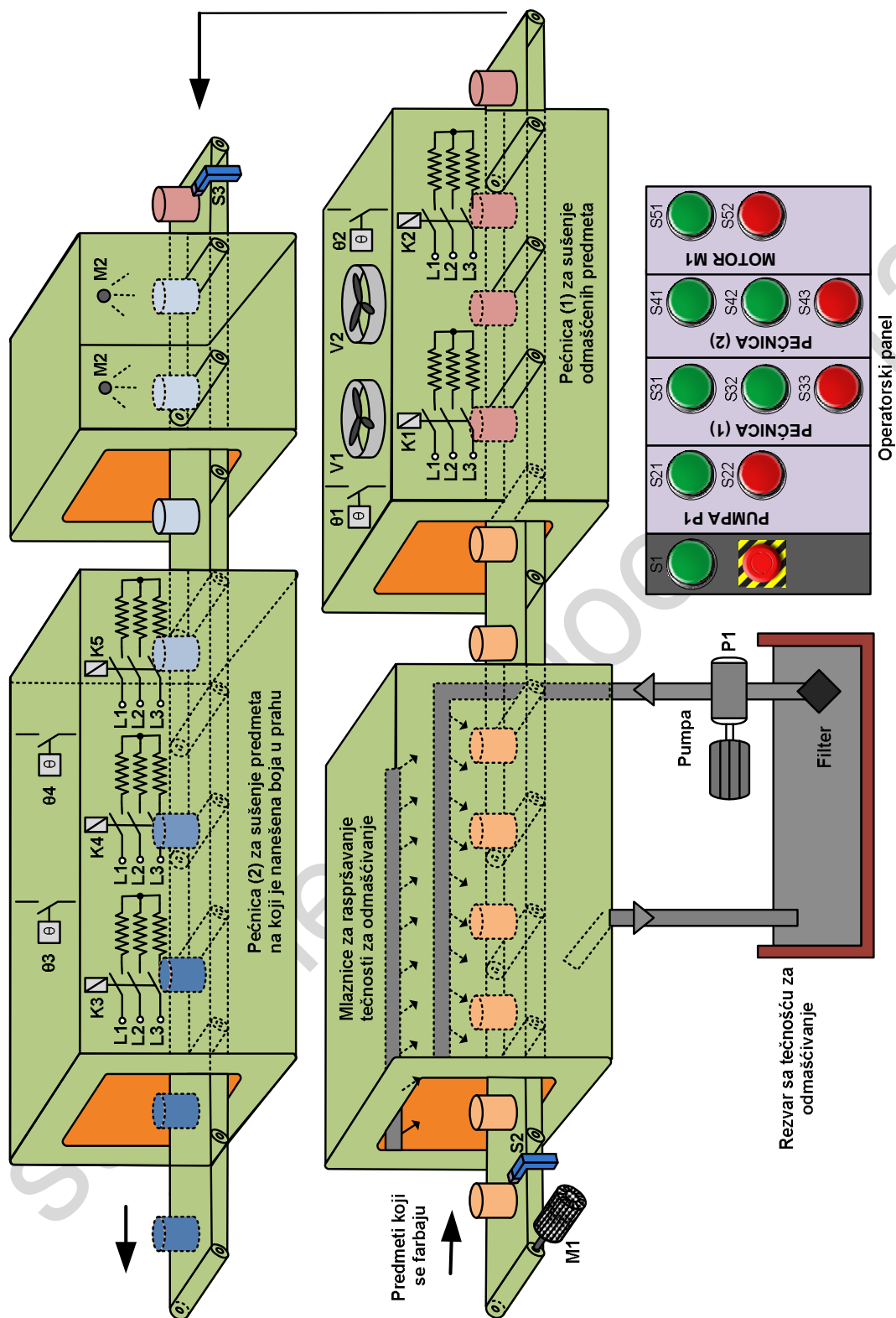
### **Zadatak 9:** Linija za farbanje

Linija za farbanje dijelova prikazana je na slici Slika **8.11**. Prvi dio linije za farbanje čini komora za odmašćivanje metalnih dijelova koji se farbaju. Na pokretnoj traci nalaze se metalni dijelovi za farbanje. Pokretnu traku pokreće motor M1, koji se ručno uključuje/isključuje pomoću tastera S51/S52. Dijelovi za farbanje prolaze između sistema mlaznica koji se nalaze sa lijeve i desne strane pokretne trake. Tečnost za odmašćivanje se, pomoću ovih mlaznica, raspršuje po površini metalnih dijelova. Potreban pritisak tečnosti za odmašćivanje obezbjeđuje se pumpom P1 koja ima dva načina uključjenja: ručno sa tasterom S21 i automatski ako je u obje pećnice postignuta radna temperatura ( $\theta_2$  i  $\theta_4$ ). Pored toga, tečnost za odmašćivanje raspršuje se samo onda kada se na pokretnoj traci nalaze predmeti za farbanje što se detektuje senzorom S2. Ostatak tečnosti za odmašćivanje skuplja se u dnu komore i kanalima vraća u rezervoar.

Nakon nanošenja tečnosti za odmašćivanje, slijedi sušenje predmeta u pećici. Pećnica se uz pomoć električnih grijača, koji se kontrolišu sa kontaktom K1, predgrijava na temperaturu  $65^{\circ}\text{C}$ , a zatim se pomoću dodatnih električnih grijača, koji se kontrolišu kontaktom K2, dodatno zagrijava na temperaturu  $85^{\circ}\text{C}$ . Proces predgrijavanja pokreće se ručno pritiskom tastera S31. Dva ventilatora u pećnici V1 i V2 se uključuju kad temperatura u pećnici pređe  $65^{\circ}\text{C}$  i direktno usmjeravaju topao zrak kojim se suše odmašćeni metalni dijelove za farbanje na pokretnoj traci. Ugrađeni termostati (temperaturni prekidači)  $\theta_1$  i  $\theta_2$  obezbjeđuju potrebne uslove za pravilan tehnološki proces u pećnici.

Treći dio sistema za farbanje čini komora za elektrostatičko nanošenje boje u prahu na površinu predmeta. Mlaznice za raspršivanje boje u prahu M2 aktiviraju se samo onda kad se predmeti za farbanje nalaze u komori što se detektuje senzorom S3 i ukoliko se pokretna traka kreće.

Četvrti dio sistema za farbanje je pećnica za sušenje ofarbanih metalnih dijelova. Ona se takođe uz pomoć električnih grijača koji se kontrolišu sa kontaktom K3 predgrijava na temperaturu do  $65^{\circ}\text{C}$ , a zatim uz pomoć električnih grijača koji se kontrolišu kontaktima K4 i K5 u pećnici postiže radna temperatura od  $200^{\circ}\text{C}$  (temperatura potrebna za sjedinjavanje praha u boju). Ugrađeni termostati (temperaturni prekidači)  $\theta_3$  i  $\theta_4$  obezbjeđuju potrebne uslove za pravilan tehnološki proces u pećnici.



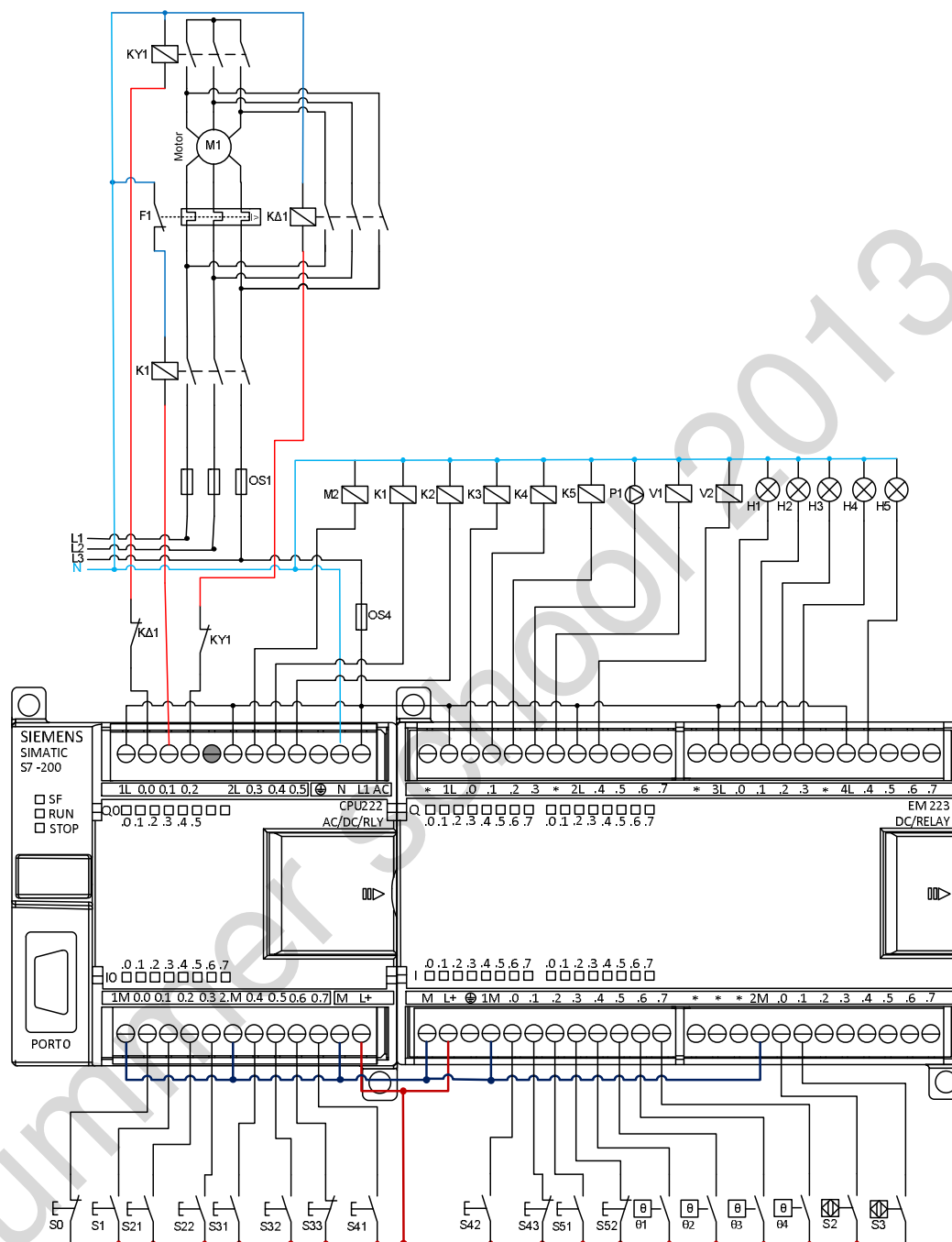
Slika 8.11 Linija za farbanje dijelova

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za gašenje sistema za bojenje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje sistema za bojenje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| I0.2   | S21    | Taster za ručno uključenje pumpe P1 za cirkulaciju tečnosti za odmašćivanje (ručni rad).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| I0.3   | S22    | Taster za isključenje pumpe P1 za cirkulaciju tečnosti za odmašćivanje (ručni rad).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| I0.4   | S31    | Taster za ručno uključenje grijača za predgrijavanje u pećnici (1). Uslov je da taster S33 nije bio predhodno aktiviran                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| I0.5   | S32    | Ukoliko je taster S33 prethodno bio pritisnut pritiskom na taster S32, a zatim na taster S31 uključuju se grijači za predgrijavanje u pećnici (1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| I0.6   | S33    | Ručno gašenje svih grijača u pećnici (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| I0.7   | S41    | Taster za ručno uključenje grijača za predgrijavanje u pećnici (2). Uslov je da taster S43 nije bio predhodno aktiviran                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| I1.0   | S42    | Ukoliko je taster S43 prethodno bio pritisnut pritiskom na taster S32, a zatim na taster S31 uključuju se grijači za predgrijavanje u pećnici (2).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| I1.1   | S43    | Ručno gašenje svih grijača u pećnici (2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| I1.2   | S51    | Taster START za pokretanje pokretne trake (motor M1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| I1.3   | S52    | Taster STOP za zaustavljanje pokretne trake (motor M1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| I1.4   | θ1     | Termostat θ1 postavljen u pećnicu (1) koji ima zatvorene kontakte za $\theta > 65^{\circ}\text{C}$ , a za $\theta < 65^{\circ}\text{C}$ ima otvorene kontakte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| I1.5   | θ2     | Termostat θ2 postavljen u pećnicu (1) koji ima zatvorene kontakte za $\theta > 85^{\circ}\text{C}$ , a za $\theta < 85^{\circ}\text{C}$ ima otvorene kontakte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| I1.6   | θ3     | Termostat θ3 postavljen u pećnicu (2) koji ima zatvorene kontakte za $\theta > 65^{\circ}\text{C}$ , a za $\theta < 65^{\circ}\text{C}$ ima otvorene kontakte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| I1.7   | θ4     | Termostat θ4 postavljen u pećnicu (2) koji ima zatvorene kontakte za $\theta > 200^{\circ}\text{C}$ , a za $\theta < 200^{\circ}\text{C}$ ima otvorene kontakte                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| I2.0   | S2     | Detekcija predmeta na pokretnoj traci ispred komore za odmašćivanje čime se omogućava rad pumpe P1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| I2.1   | S3     | Detektuje predmete za farbanje i daje uslov za početak procesa nanošenja boje u prahu elektrostatičkim postupkom. Uslov početka procesa nanošenja boje je temperatura u pećnici (1) koja treba biti veća od $85^{\circ}\text{C}$ i u pećnici (2) preko $200^{\circ}\text{C}$ , kao i kretanje trake                                                                                                                                                                           |
| Q0.1   | M1     | Motor za pokretanje trake sa predmetima za farbanje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Q0.3   | M2     | Mlaznice za automatsko nanošenje boje u prahu elektrostatskim putem. M2 se uključuju kada je uključena pokretna traka M1 i kada i zatvori svoje kontakte <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Pokretna traka se kreće</li> <li>b) Blizinski senzor S3 detektuje prisustvo objekta za farbanje</li> <li>c) Temperatura u pećnici (1) je veća od <math>85^{\circ}\text{C}</math></li> <li>d) Temperatura u pećnici (2) je veća <math>200^{\circ}\text{C}</math></li> </ul> |
| Q0.4   | K1     | Rele za uključenje električnih grijača za predgrijavanje u pećnici (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Q0.5   | K2     | Rele za uključenje dodatnih električnih grijača u pećnici (1) kada temperatura pećnice pređe $65^{\circ}\text{C}$ . Rele se isključuje kada temperatura pređe $\theta > 85^{\circ}\text{C}$ ili                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|             |    |                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |    | ručno pritiskom na taster T33                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Q1.0</b> | K3 | Rele za uključenje električnih grijača u pećnici (2)                                                                                                                                                                           |
| <b>Q1.1</b> | K4 | Rele za uključenje dodatnih električnih grijača u pećnici (1) kada temperatura pećnice pređe 65 °C . Rele se isključuje kada temperatura pređe $\Theta > 200$ °C ili ručno pritiskom na taster T43                             |
| <b>Q1.2</b> | K5 | Rele za uključenje dodatnih električnih grijača u pećnici (1) kada temperatura pećnice pređe 65 °C . Rele se isključuje kada temperatura pređe $\Theta > 200$ °C ili ručno pritiskom na taster T43                             |
| <b>Q1.3</b> | P1 | Pumpa za cirkulaciju tečnosti za odmašćivanje. Može se uključiti/Isključiti ručno pritiskom na tastere T21 T22 ili kada temperatura u pećnicama (1) i (2) pređe 65 °C i 200 °C respektivno.                                    |
| <b>Q1.4</b> | V1 | Ventilatori za sušenje toplim zrakom postavljeni u pećnici (1). ventilatori se uključuju kada temperatura u pećnici pređe $\Theta > 65$ °C. Ventilatori se isključuju kada temperatura padne ispod 65 °C ( $\Theta < 65$ °C ). |
| <b>Q1.5</b> | V2 | Ventilatori za sušenje toplim zrakom postavljeni u pećnici (1). ventilatori se uključuju kada temperatura u pećnici pređe $\Theta > 65$ °C. Ventilatori se isključuju kada temperatura padne ispod 65 °C ( $\Theta < 65$ °C ). |
| <b>Q2.0</b> | H0 | Indikacija procesa farbanja                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Q2.1</b> | H1 | Indikacija rada grijača u pećnici (1)                                                                                                                                                                                          |
| <b>Q2.2</b> | H2 | Indikacija rada grijača u pećnici (2)                                                                                                                                                                                          |
| <b>Q2.3</b> | H3 | Indikacija uključenosti pumpe za cirkulaciju tečnosti za odmašćivanje                                                                                                                                                          |
| <b>Q2.4</b> | H4 | Indikacija uključenosti ventilatora u pećnici (1)                                                                                                                                                                              |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



## Detaljan opis rješenja:

Zadatak je riješen u 8 linija.

(Network 1-2): U prvoj liniji se sistem uključuje i isključuje. Rad sistema se signalizira sijalicom H0, koja je uključena ako je sistem uključen i obratno. U drugoj liniji se uključuje motor pokretne trake sa predmetima za farbanje. Ovaj motor se uključuje ako je sistem prethodno uključen, i ako je pritisnut taster

S51, a nije pritisnut taster S52. Rad motora omogućen je kolom samoodržanja koje omogućava da motor nastavi nesmetano da radi nakon što se pusti taster S51, sve dok se ne pritisne taster S52 ili dok se sistem ne isključi.

(*Network 3*): U trećoj mreži realizovano je aktiviranje tajmera podešenog na 10s. Tip tajmera je "OFF Delay", tako da on počinje mjeriti vrijeme od 10s nakon što njegov ulazni signal postane 0, odnosno onda kada senzor na ulazu u komoru za odmašćivanje više ne detektuje predmete.

(*Network 4*): Pumpa za odmašćivanje se uključuje/isključuje u četvrtoj mreži. Pumpa se uključuje ako je na ulazu komore za odmašćivanje prisutan predmet ili ako je predmet bio prisutan prije manje od 10s i ako je pritisnut taster S21, a nije pritisnut taster S22. Rad pumpe nakon puštanja tastera S21 moguć je zahvaljujući kolu samoodržanja. Pored toga, aktiviranje pumpe omogućeno je i automatski, ukoliko je temperatura u pećnici 1 veća od 85°C, a temperatura u pećnici 2 veća od 200°C. Naravno i u automatskom režimu je neophodno da se na ulazu u komoru za odmašćivanje nalazi predmet ili se tu nalazio prije manje od 10s.

(*Network 5*): U mreži 5 vrši se aktiviranje grijača i predgrijača u pećnici 1. Predgrijač se uključuje pritiskom na taster T31, a njegov dalji rad omogućen je korišćenjem kola samoodržanja. Uključenje predgrijača moguće je samo ako je bit M0.1 resetovan. Ovaj bit se setuje pritiskom tastera S33 (ručno gašenje predgrijača/grijača), a resetuje pritiskom taster S32 (taster za omogućivanje uključenja grijača). Nakon što se predgrijačem dostigne temperatura 65°C, a nije dostignuta temperatura 85°C, automatski se uključuje grijač, koji se isključuje kad se dostigne temperatura 85°C. Uključivanje grijača takođe je moguće samo ako je resetovan bit M0.1. Pored uključivanja predgrijača i grijača, u istoj mreži vrši se i uključivanje ventilatora V1 i V2 postavljenih u pećnici 1, koji služe za sušenje toplim zrakom. Ventilatori se uključuju ukoliko je temperatura zraka u pećnici veća od 65°C.

(*Network 6*): U šestoj mreži realizovano je aktiviranje drugog tajmera podešenog na 10s. Tip tajmera je "OFF Delay", tako da on počinje mjeriti vrijeme od 10s nakon što njegov ulazni signal postane 0, odnosno onda kada senzor na ulazu u komoru za nanošenje boje u prahu ne detektuje predmete. Ovaj tajmer identičan je tajmeru iz mreže 3.

(*Network 7*): U mreži 7 se uključuje/isključuje mlaznica za raspršivanje boje u prahu. Mlaznica se aktivira ako je sistem uključen, ako se na ulazu u komoru za nanošenje boje u prahu nalazi predmet ili se nalazio prije manje od 10s, ako je se pokretna traka kreće i ako je temperatura u pećnici 1, odnosno pećnici 2 veća od 85°C, odnosno od 200°C.

(*Network 8*): U osmoj mreži vrši se uključivanje predgrijača i grijača u pećnici 2 na isti način kako je to urađeno u mreži 5 sa predgrijačem i grijačem pećnice 1.

#### **Rješenje (STL):**

TITLE=Linija za farbanje

**Network 1 // Uključenje sistema i uključenje indikacije procesa farbanja**

LD I0.1

O Q2.0

AN I0.0

= Q2.0

**Network 2 // Uključenje motora pokretne trake sa predmetima za farbanje**

LD Q2.0

LD I1.2

O Q0.1

ALD

AN I1.3

= Q0.1

**Network 3 // Kada senzor na ulazu u komoru za odmaščivanje više ne detektuje predmete, aktivira se tajmer podešen na 10s**

LD Q2.0

A I2.0

TOF T37, 100

**Network 4 // Uključenje pumpe za odmaščivanje**

LD Q2.0

LD I2.0

O T37

ALD

LD I0.2

O Q0.2

AN I0.3

LD I1.5

A I1.7

OLD

ALD

= Q0.2

= Q2.3

**Network 5 // Uključenje predgrijača i grijača u pećnici 1**

LD Q2.0

LPS

A I0.6

S M0.1, 1

LRD

A M0.1

A I0.5

R M0.1, 1

LRD

AN M0.1

LD I0.4

O Q1.0

ALD

= Q1.0

= Q2.1

LPP

A I1.4

LPS

AN I1.5

AN M0.1

= Q1.1

= Q2.1

LPP

= Q0.3

= Q0.4

= Q2.4

**Network 6 // Kada senzor na ulazu u komoru za nanošenje boje u prahu više ne detektuje predmete, aktivira se tajmer 10s**

LD Q2.0

A I2.1

TOF T38, 100

**Network 7 // Uključenje mlaznica za raspršivanje boje u prahu**

LD Q2.0

LD I2.1

O T38

ALD

A Q0.1

A I1.5

A I1.7

= Q0.1

**Network 8 // Uključenje predgrijača i grijača u pećnici 2**

LD Q2.0

LPS

A I1.1

S M0.2, 1

LRD

A M0.2

A I1.0

R M0.2, 1

LRD

AN M0.2

LD I0.7

O Q1.2

ALD

= Q1.2

= Q2.2

LPP

A I1.6

AN I1.7

AN M0.2

= Q1.3

= Q1.4

= Q2.2

#### **Zadatak 10:** Pripremanje i punjenje smješe u boce

Linija za pripremanje i punjenje smješe u boce sastoji se više rezervoara, kao što je prikazano na slici Slika 8.12. U rezervoarima R1, R2 i R3 nalaze se pojedinačne supstance koje treba izmješati u rezervoaru R7. Rezervoari R4, R5 i R6 služe za zagrijavanje supstanci iz rezervoara R1, R2 i R3 na temperaturu koja je veća od 35 °C. Pripremljena smješa iz rezervoara R7 se puni u boce.

Linija za pripremanje i punjenje smješe u posude se uključuje/isključuje tasterima S1 i S0 respektivno. Pritiskom na taster S1 (START) uključuju se ventili V14, V25, i V36 a zatim pumpe M14, M25 i M36 respektivno i započinje proces pretakanja tečnosti iz rezervoara R1, R2 i R3 u rezervoare R4, R5 i R6. Uslov za početak procesa pretakanja je da kapacitivni blizinski senzori B42, B52, B62 za detekciju srednje vrijednosti nivoa tečnosti u rezervoarima R4, R5, R6, respektivno imaju zatvorene kontakte. To se dešava kada nivo tečnosti u rezervoarima opadne ispod srednje vrijednosti. Signalizacija procesa punjenja rezervoara R4, R5 i R6 vrši se sijalicama H1, H2 i H3.

Proces pretakanja se završava kada kapacitivni blizinski senzori B41, B51, B61 za detekciju maksimalnog nivoa tečnosti u rezervoarima R4, R5 i R6, respektivno otvore svoje kontakte, što ima za posljedicu isključenja ventila V14, V25, i V36 i pumpi M14, M25 i M36.

Supstance se prije mješanja u rezervoaru R7 u rezervoarima R4, R5 i R6 zagrijavaju do temperature od 50°C. Zagrijavanje se vrši pomoću električnih grijača koji se uključuju preko kontaktera K1, K2 i K3 respektivno. Proces grijanja supstance započinje pritiskom na taster S1 ukoliko su ispunjena dva uslova:

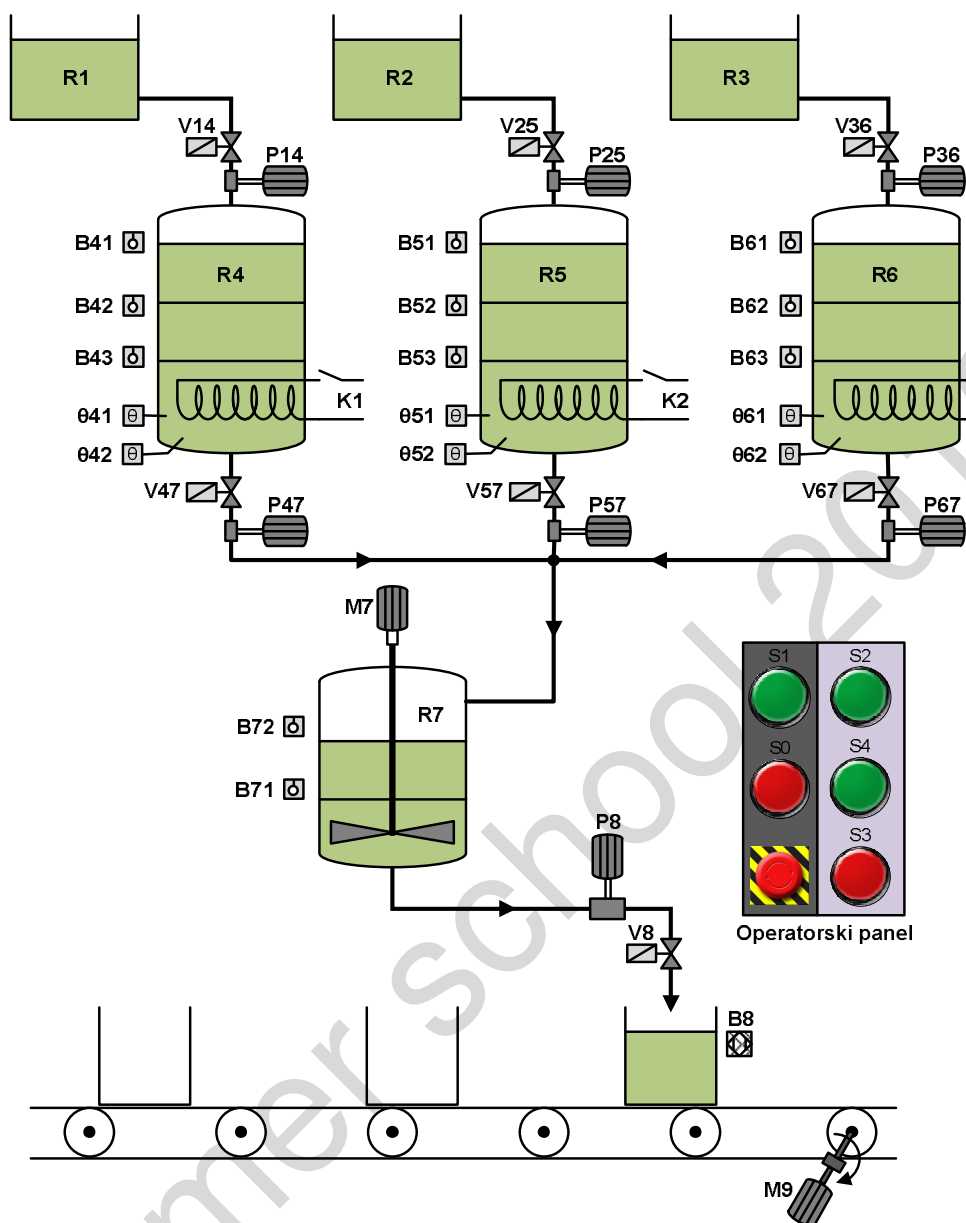
1. Nivo tečnosti u rezervoarima R4, R5 i R6 je iznad minimalnog što se detektuje kapacitivnim blizinskim senzori B43, B53, B63. Kad nivo tečnosti u rezervoarima opadne ispod minimalnog nivoa ovi senzori zatvaraju svoje kontakte i isključuju električne grijače upravljane kontakterima K1, K2 i K3 koji su spojeni u zvijezdu.

2. Temperatura u rezervoarima R4, R5 i R6 je manja od 35 °C, pa termostati  $\Theta 41, \Theta 51, \Theta 61$  u rezervoarima imaju zatvorene kontakte, kao i termostati  $\Theta 42, \Theta 52, \Theta 62$  koji otvaraju svoje kontakte kada temperatura tečnosti pređe 50 °C.

Razlika temperature 50 °C - 35 °C = 15 °C između pragova termostata  $\Theta 1A, \Theta 2A, \Theta 3A$  i  $\Theta 1B, \Theta 2B, \Theta 3B$  koji su postavljeni na dnu rezervoara R4, R5 i R6 neće izazvati veći pad temperature u rezervoarima ispod 35 °C zbog male toplotne otpornosti nove supstance koja ulazi u rezervoar između senzora nivoa B42 i B43.

Nakon što su supstance u rezervoarima R4, R5 i R6 zagrijane na željenu temperaturu slijedi njihovo pretakanje u rezervoar R7.

Proces pretakanja supstanci u rezervoar R7 je moguć ukoliko je nivo smješe u ovom rezervoaru ispod maksimalnog nivoa koji se detektuje senzorom niva B72. Punjenje rezervoara R7 sa potrebnom količinama supstanci iz rezervoara R4, R5 i R6 zavisi od postavljenih vremena tajmera T101, T102 i T103 respektivno. Proces punjenja rezervoara R7 započinje pretakanjem supstance iz rezervoara R4.



**Slika 8.12** Linija za pripremanje smješe i punjenje smješe u boce

Detaljan opis procesa pripremanja i punjenja smješe u boce:

Pritisakom na taster S1 omogućen je proces pretakanja tečnosti iz rezervoara R4 u rezervoar R7 pod sljedećim uslovima:

- Sadržaj smješe u rezervoaru R7 ne prelazi maksimalni nivo što se detektuje senzorom nivoa B72 ( kontakti B72 normalno zatvoreni),
- Temperatura supstance u rezervoaru R4 je veća od 35 °C tako da termostati Θ41 i Θ42 imaju otvorene kontakte (normalno zatvoreni kontakti za Θ <35 °C),

- c) Nivo smješe u rezervoaru R7 ispod nivoa koji detektuje senzor B71 tako da je su kontakti senzora B71 zatvoreni.

Ukoliko su zadovoljeni navedeni uslovi iniciraju se sljedeće radnje:

- a) Uključuje se tajmer T101 podešen na 160s koji određuje vrijeme pretakanja supstance iz rezervoara R4 u R7,
- b) Otvara se ventil V47 i popušta supstancu iz rezervoara R4 u rezervoar R7,
- c) Uključuje se pumpa P47 za protok supstance iz rezervoara R4 u rezervoar R7,
- d) Uključuje se sijalica H4 koja signalizira rad pumpe za protok supstance iz rezervoara R4 u rezervoar R7.

Proces punjenja rezervoara R7 sa tečnošću iz rezervoara R4 završava se nakon 160s što je određeno tajmerom T101, kao što je već napomenuto.

Nakon 160s (tajmer T101) počinje proces pretakanja supstance iz rezervoara R5 u rezervoar R7 koji se odvija u sljedećim koracima:

- a) Resetuje se tajmer T101,
- b) Isključuje se ventil V47, pumpa P47 i sijalica H4,
- c) Uključuje se tajmer T102 koji je podešen na vrijeme od 120 sekundi,
- d) Otvara se ventil V57 za protok supstance iz rezervoara R5 u rezervoar R7,
- e) Uključuje se pumpa P57 za protok supstance iz rezervoara R5 u rezervoar R7,
- f) Uključuje se sijalica H5 koja signalizira rad pumpe za protok supstance iz rezervoara R5 u rezervoar R7.

Proces punjenja rezervoara R7 sa tečnošću iz rezervoara R5 završava se nakon 120s, što je određeno tajmerom T102.

Nakon 120s (tajmer T102) počinje proces pretakanja supstance iz rezervoara R6 u rezervoar R7 koji se odvija u sljedećim koracima:

- a) Resetuje se tajmer T102,
- b) Isključuje se ventil V57, pumpa P57 i sijalica H5,
- c) Uključuje se tajmer T103 koji je podešen na vrijeme od 140 sekundi,
- d) Otvara se ventil V67 za protok supstance iz rezervoara R6 u rezervoar R7,
- e) Uključuje se pumpa P67 za protok supstance iz rezervoara R6 u rezervoar R7,
- f) Uključuje se sijalica H6 koja signalizira rad pumpe za protok supstance iz rezervoara R6 u rezervoar R7.

Proces punjenja rezervoara R7 sa tečnošću iz rezervoara R6 završava se nakon 140s, što je određeno tajmerom T103.

Nakon 140s (tajmer T103) završava se proces pretakanja supstanci iz rezervoara R4, R5 i R6 u rezervoar R7 i iniciraju se sljedeće radnje:

- a) Resetuje se tajmer T103,
- b) Isključuje se ventil V67, pumpa P67 i sijalica H6,
- c) Uključuje se rotaciona mješalica M7 za mješanje supstanci u rezervoaru R7,
- d) Tajmer T104 koji je podešen na vrijeme od 180 sekundi počinje da mjeri vrijeme određeno za miješanje supstanci. Nakon ovog vremena tajmer T104 sam sebe resetuje.

Nakon što je smješa pripremljena u rezervoaru R7 slijedi proces punjenja boca sa smješom. Prazne boce za punjenje nalaze se na pokretnoj traci koju pogoni motor M9. Pokretna traka se pokreće pritiskom na taster S2 uz sljedeće uslove:

- a) Nivo smješe u rezervoaru R7 je iznad minimalnog nivoa (senzor S71 ima otvorene kontakte),
- b) Supstance u rezervoaru R7 su izmješane (tajmer T104 zatvorio kontakte nakon 180 sekundi) ili ručno pritiskom na taster S4.

Pokretna traka će se zaustaviti u sljedećim slučajevima:

- a) Pritisnut taster S3 za zaustavljanje trake,
- b) Tajmer T106 zatvorio svoje kontakte nakon 15s jer na pokretnoj traci nije bilo praznih boca za punjenje (kapacitivni blizinski senzor B8),
- c) Boca za punjenje se nalazi ispod pištolja za punjenje (kapacitivni blizinski senzor B8) pa je potrebno zaustaviti traku da bi se boca napunila za smješom.

Kada senzor B8 detektuje posudu na pokretnoj traci inicira se izvršenje sljedećih događaja:

- a) Zaustavlja se pokretna traka (motor M9),
- b) Otvara se ventil V8 koji dozvoljava isticanje smješe iz rezervoara R7 u bocu na pokretnoj traci,
- c) Uključuje se pumpa P8 za pretakanje smješe ka posudama na pokretnoj traci,
- d) Uključuje se tajmer T105 na vrijeme od 20 sec koje je dovoljno da se posuda na pokretnoj traci napuni smješom iz rezervoara R7 i koji nakon 20sekundi resetuje sam sebe,
- e) Uključuje se sijalica H7 koja označava da se posude na traci pune smješom iz rezervoara.

Nakon što je posuda napunjena smješom tajmer (T105) inicira se izvršenje sljedećih događaja:

- a) Resetuje se tajmer T105,
- b) Zatvara se se ventil V8 koji dozvoljava isticanje smješe iz rezervoara R7 u bocu na pokretnoj traci,
- c) Isključuje se pumpa P8 za pretakanje smješe ka posudama na pokretnoj traci,
- d) Pokreće se pokretna traka i proces punjenja se nastavlja.

Kao tehnološki zahtijev dodatno je osigurano da procesi pretakanja supstanci iz rezervoara R4, R5 i R6 u rezervoar R7 ne mogu početi ukoliko su zadovoljeni sljedeći uslovi:

- a) Uključena pokretna traka (motor M9),
- b) Posuda se puni smješom.

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                                                |
|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za zaustavljanje linije za pripremanje smješe                               |
| I0.1   | S1     | Taster START za zaustavljanje linije za pripremanje smješe                              |
| I0.2   | S2     | Taster START za pokretanje motora pokretne trake koja doprema boce do mjesta punjenja   |
| I0.3   | S3     | Taster STOP za zaustavljanje motora pokretne trake koja doprema boce do mjesta punjenja |
| I0.4   | S4     | Taster START za pokretanje motora pokretne trake koja doprema boce do mjesta punjenja   |
| I0.5   | B41    | Maksimalna vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R4 NC                                 |
| I0.6   | B42    | Srednja vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R4 NC                                    |
| I0.7   | B43    | Minimalna vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R4 NC                                  |
| I1.0   | B51    | Maksimalna vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R5 NC                                 |
| I1.1   | B52    | Srednja vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R5 NC                                    |
| I1.2   | B53    | Minimalna vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R5 NC                                  |
| I1.3   | B61    | Maksimalna vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R6 NC                                 |
| I1.4   | B62    | Srednja vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R6 NC                                    |
| I1.5   | B63    | Minimalna vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R6 NC                                  |
| I1.6   | 041    | Temperatura u rezervoaru R4 manja od 35°C NC                                            |
| I1.7   | 042    | Temperatura u rezervoaru R4 manja od 50°C NC                                            |
| I2.0   | 051    | Temperatura u rezervoaru R5 manja od 35°C NC                                            |
| I2.1   | 052    | Temperatura u rezervoaru R5 manja od 50°C NC                                            |
| I2.2   | 061    | Temperatura u rezervoaru R6 manja od 35°C NC                                            |
| I2.3   | 062    | Temperatura u rezervoaru R6 manja od 50°C NC                                            |
| I2.4   | B71    | Minimalna vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R7 NC                                  |
| I2.5   | B72    | Maksimalna vrijednost nivoa tečnosti u rezervoaru R7 NC                                 |
| I2.6   | B8     | Senzor za detekciju boce na pokretnoj traci NO                                          |
| Q0.0   | V14    | Ventil za pretakanje tečnosti iz rezervoara R1 u rezervoar R4                           |
| Q0.1   | P14    | Pumpa za pretakanje tečnosti iz rezervoara R1 u rezervoar R4                            |
| Q0.2   | V25    | Ventil za pretakanje tečnosti iz rezervoara R2 u rezervoar R5                           |
| Q0.3   | P25    | Pumpa za pretakanje tečnosti iz rezervoara R2 u rezervoar R5                            |
| Q0.4   | V36    | Ventil za pretakanje tečnosti iz rezervoara R3 u rezervoar R6                           |
| Q0.5   | P36    | Pumpa za pretakanje tečnosti iz rezervoara R3 u rezervoar R6                            |
| Q1.0   | V47    | Ventil za pretakanje tečnosti iz rezervoara R4 u rezervoar R7                           |
| Q1.1   | P47    | Pumpa za pretakanje tečnosti iz rezervoara R4 u rezervoar R7                            |
| Q1.2   | V57    | Ventil za pretakanje tečnosti iz rezervoara R5 u rezervoar R7                           |
| Q1.3   | P57    | Pumpa za pretakanje tečnosti iz rezervoara R5 u rezervoar R7                            |
| Q1.4   | V67    | Ventil za pretakanje tečnosti iz rezervoara R6 u rezervoar R7                           |
| Q1.5   | P67    | Pumpa za pretakanje tečnosti iz rezervoara R6 u rezervoar R7                            |
| Q1.6   | M7     | Mješalica tečnosti u rezervoaru R7                                                      |
| Q1.7   | V8     | Motor za pokretanje pokretne trake sa bocama                                            |
| Q2.0   | P8     | Ventil za pretakanje tečnosti iz rezervoara R7 u boce                                   |
| Q2.1   | M9     | Pumpa za pretakanje tečnosti iz rezervoara R7 u boce                                    |



### Detaljan opis rješenja:

Ovaj složeni zadatak je riješen u 27 linija.

(*Network 1-3*): U prvoj liniji sistem se uključuje i isključuje. U drugoj liniji se, otvaranjem odgovarajućeg ventila i uključivanjem odgovarajuće pumpe, pune rezervoari R4, R5 i R6. Punjenje rezervoara otpočinje ukoliko je nivo tečnosti u rezervoaru niži od srednjeg nivoa, a prestaje onda kada nivo tečnosti u rezervoaru postane jednak maksimalnom nivou. U trećoj liniji se, uključivanjem odgovarajućeg grijača, zagrijava tečnost u rezervoarima R4, R5 i R6. Grijač se uključuje ukoliko je nivo tečnosti u rezervoaru iznad minimalnog i ukoliko je temperatura manja od 35°C. Grijanje prestaje kada tečnost u rezervoaru dostigne temperatura od 50°C.

(*Network 4-12*): Rezervoar R7 puni se otvaranjem odgovarajućeg ventila (V47, V57 ili V67) i uključivanjem odgovarajuće pumpe (P47, P57 ili P67). U liniji 4 rezervoar R7 se puni tečnošću iz rezervoara R4, ukoliko je nivo tečnosti u rezervoaru R7 niži od minimalnog, te ukoliko je temperatura u rezervoaru R4 veća od 35°C. Takođe je bitno da nije u toku punjenje rezervoara R7 tečnošću iz rezervoara R5 ili R6, te da nije u toku punjenje boce ili kretanje pokretne trake, što se osigurava korišćenjem pomoćnih memorijskih bitova M0.2, M0.3 i M0.4. Ukoliko su svi ovi uslovi zadovoljeni setuju se ventil V47 i pumpa P47, se te aktivira T101, podešen na vrijeme od 16s. Nakon isteka podešenih 16s zatvara se ventil, isključuje se pumpa i setuje se pomoćni memorijski bit M1.0 koji daje znak da je punjenje rezervoara R7 tečnošću iz rezervoara R4 završeno (linija 6). Na sličan puni se rezervoar R7 tečnostima iz rezervoara R5 i R6 s tim što se u tim slučajevima ne ispituje stanje nivoa tečnosti u rezervoaru R7, već samo temperatura u rezervoaru R5, odnosno R6. Ovo se realizuje u linijama 7 – 12.

(*Network 13-16*): U liniji 13 uključuje se miješalica M7 za miješanje tečnosti u rezervoaru R7. Miješalica se uključuje nakon što je rezervoar R7 napunjen tečnošću iz rezervoara R6 (setovan memorijski bit M3.0), pri čemu se aktivira se tajmer podešen na 18s koliko miješanje supstanci traje. Nakon što istekne 18s setuje se memorijski bit M5.0 koji daje znak da je proces miješanja završen, te se isključuje miješalica (linija 16). Ovaj memorijski bit takođe omogućava pokretanje motora pokretne trake sa bocama.

(*Network 17-21*): Motor pokretne trake se uključuje u liniji 17 i to ukoliko se pritisne taster S2 ili ukoliko je boca koja se nalazi na mjestu za punjenje napunjena. Uključenje motora nije moguće ukoliko je nivo tečnosti u rezervoaru R7 niži od minimalnog nivoa. U linijama 18 i 19 omogućeno je pokretanje trake kada se boca napuni (ukoliko senzor S8 za detekciju boce na pokretnoj traci detektuje bocu, traka se zaustavlja, ali samo ako je boca prazna, ne i ako je boca koju senzor detektuje prethodno napunjena). U liniji 19 realizovano je isključenje motora pokretne trake. Traka se zaustavlja ako se pritisne taster za zaustavljanje pokretne trake S3, ako senzor za detekciju boce 15 sekundi ne daje signal da je boca prisutna ili ako je prisutna nenapunjena boca. U liniji 21 aktivira se tajmer koji mjeri vrijeme od 15s koliko je dozvoljeno kretanje pokretne trake, a da u međuvremenu nije detektovana nova boca.

(Network 22-25): U nastavku se boca puni tečnošću iz rezervoara R7, otvaranjem ventila V8 i uključivanjem pumpe P8 i to ukoliko senzor za detekciju boce da signal da je boca prisutna (linija 22). U liniji 23 aktivira se tajmer T105 koji mjeri vrijeme punjenja boce od 20s. Nakon čega se završava proces punjenja i setuje se pomoćni memorijski bit M6.0 koji omogućava pokretanje motora pokretne trake, a onemogućava otvaranje ventila V8 i uključivanje pumpe P8 sve dok se nova boca ne pojavi na mjestu za punjenje (linije 24 - 25).

(Network 26): U liniji 26 bit M0.4 se setuje ukoliko se pokretna traka kreće ili je proces punjenja boce u toku, čime se onemogućuje početak procesa punjenja rezervoara R7 sve dok se traka ne zaustavi ili dok se proces punjenja boce ne završi.

#### Rješenje (STL):

#### TITLE=Punjenje smjese u boce

##### Network 1 // Uključenje sistema za punjenje boca smješom

```
LD I0.1
O M0.0
AN I0.0
= M0.0
```

##### Network 2 // Punjenje rezervoara R4, R5 i R6 tečnostima iz rezervoara R1, R2 i R3

```
LD M0.0
LPS
LDN I0.6
O Q3.0
AN I0.5
ALD
= Q0.0
= Q0.1
= Q3.0
LRD
LDN I1.1
O Q3.1
AN I1.0
ALD
= Q0.2
= Q0.3
= Q3.1
LPP
LDN I1.4
O Q3.2
AN I1.3
ALD
= Q0.4
= Q0.5
```

```
= Q3.2
```

##### Network 3 // Grijanje tečnosti u rezervoarima R4, R5, R6

```
LD M0.0
LPS
A I0.7
AN I1.7
LDN I1.6
O Q2.2
ALD
= Q2.2
LRD
A I1.2
AN I2.1
LDN I2.0
O Q2.3
ALD
= Q2.3
LPP
A I1.5
AN I2.3
LDN I2.2
O Q2.4
ALD
= Q2.4
```

##### Network 4 // Punjenje rezervoara R7 tečnošću iz rezervoara R4

```
LD M0.0
AN I2.5
AN I2.4
A I1.6
AN M0.2
```

AN M0.3  
AN M0.4  
S Q1.0, 1  
S Q1.1, 1  
S Q3.3, 1  
S M0.1, 1  
R M5.0, 1

**Network 5 // Vrijeme punjenja tečnosti u R7 iz R4 - 16s**

LD M0.0  
A M0.1  
TON T101, 160

**Network 6 // Memorijski bit - R7 napunjen tecnošću iz R4**

LD M0.0  
A T101  
S M1.0, 1

**Network 7 // Punjenje rezervoara R7 tecnošću iz rezervoara R5**

LD M0.0  
A M1.0  
A I2.0  
AN M0.4  
R Q1.0, 1  
R Q1.1, 1  
R Q3.3, 1  
R M0.1, 1  
R M1.0, 1  
S Q1.2, 1  
S Q1.3, 1  
S Q3.4, 1  
S M0.2, 1

**Network 8 // Vrijeme punjenja tečnosti u R7 iz R5 - 12s**

LD M0.0  
A M0.2  
TON T102, 120

**Network 9 // Memorijski bit - R7 napunjen tecnošću iz R5**

LD M0.0  
A T102  
S M2.0, 1

**Network 10 // Punjenje rezervoara R7 tecnošću iz rezervoara R6**

LD M0.0  
A M2.0  
A I2.2  
AN M0.4

R Q1.2, 1  
R Q1.3, 1  
R Q3.4, 1  
R M0.2, 1  
R M2.0, 1  
S Q1.4, 1  
S Q1.5, 1  
S Q3.5, 1  
S M0.3, 1

**Network 11 // Vrijeme punjenja tečnosti u R7 iz R4 - 14s**

LD M0.0  
A M0.3  
TON T103, 140

**Network 12 // Memorijski bit - R7 napunjen tecnošću iz R6**

LD M0.0  
A T103  
S M3.0, 1

**Network 13 // Miješanje tečnosti u rezervoaru R7**

LD M0.0  
A M3.0  
R Q1.4, 1  
R Q1.5, 1  
R Q3.5, 1  
R M0.3, 1  
R M3.0, 1  
S Q1.6, 1  
S M0.5, 1

**Network 14 // Vrijeme miješanja tečnosti u R7 - 18s**

LD M0.0  
A M0.5  
TON T104, 180

**Network 15 // Memorijski bit - Izmješana tečnost u R7**

LD M0.0  
A T104  
S M5.0, 1

**Network 16 // Isključenje mješalice**

LD M5.0  
R Q1.6, 1  
R M0.5, 1

**Network 17 // Pokretanje trake sa bocama**

LD M0.0  
LD I0.2  
LD I2.6

A M6.0

OLD

ALD

LD M5.0

O I0.4

ALD

A I2.4

S Q2.1, 1

S M4.0, 1

**Network 18**

LD M0.0

A M4.0

TON T107, 50

**Network 19**

LD M0.0

A T107

R M4.0, 1

R M0.6, 1

R M6.0, 1

**Network 20 // Zaustavljanje pokretne trake sa bocama**

LD M0.0

LD I0.3

LDN I2.6

A T106

OLD

LD I2.6

AN M6.0

OLD

ALD

R Q2.1, 1

**Network 21 // Ako se za 15s ne pojavi boca na traci, traka se zaustavlja**

LD M0.0

AN I2.6

AN I0.2

TON T106, 150

**Network 22 // Punjenje boce tecnošću iz rezervoara R7**

LD M0.0

A I2.6

S Q1.7, 1

S Q2.0, 1

S Q3.6, 1

S M0.6, 1

**Network 23 // Vrijeme punjenja boce tecnošću iz R7**

LD M0.0

A M0.6

TON T105, 200

**Network 24 // Memorijski bit - Prestanak punjenja boce**

LD M0.0

A T105

S M6.0, 1

**Network 25 // Prestanak punjenja boce**

LD M0.0

A M6.0

R Q1.7, 1

R Q2.0, 1

R Q3.6, 1

**Network 26 // Onemogućeno punjenje rezervoara R7 ako se traka kreće ili se boca puni**

LD M0.0

LD Q2.1

O Q2.1

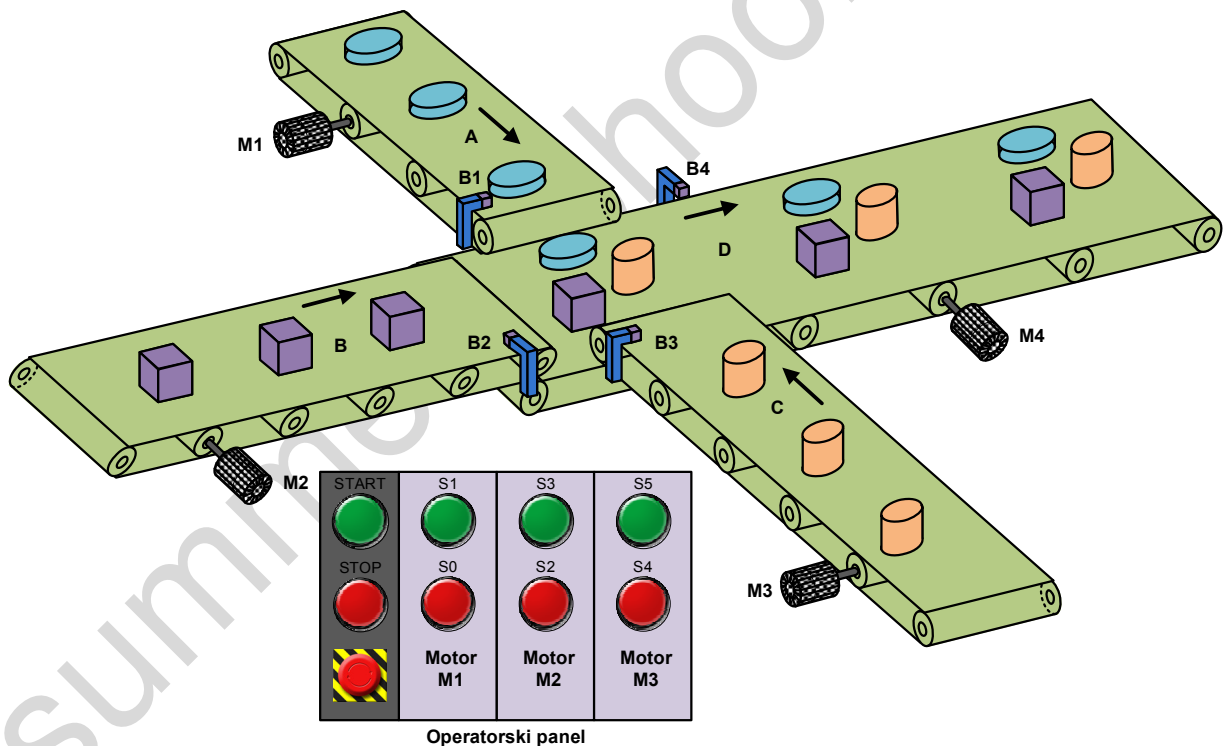
ALD

= M0.4

### Zadatak 11: Linija za montažu sa četiri pokretne trake

Tri pokretne trake označene sa A, B i C respektivno dovoze dijelove za montažu proizvoda na četvrtu pokretnu traku D kao što je prikazano na slici Slika 8.13. Tri sekunde nakon što je detektovan dio na pokretnoj traci A, induktivnim senzorom prisustva B1, traka A se zaustavlja. Pretpostavka je da su tri sekunde dovoljne da dio za montažu sa mjesta gdje je postavljen senzor B1 dođe do mjesta za prikupljanje komada na pokretnoj traci D. Na isti način se dijelovi za montažu sa pokretnih traka B i C dopremaju do pokretne trake D. Kada se u tački D skupe sva tri dijela za montažu sa pokretnih traka A, B i C respektivno, pokretna traka D se uključuje i prenosi sva tri dijela na mjesto sklapanja za vrijeme od 10s.

Nakon 10s zaustavlja se pokretna traka D, a ponovo se uključuju pokretne trake A, B i C za dopremanje novih dijelova za montažu. Nakon što 20 grupa dijelova sa pokretnih traka A, B i C, respektivno, prođe ispred senzora B4 potrebno je svjetlosnu signalizaciju i zaustaviti proces dopremanja dijelova isključenjem svih pokretnih traka. Pored tastera STOP/ START za isključenje/uključenje cijelog sistema, motori pokretnih traka M1, M2 i M3 mogu se pokrenuti i ručno pritiskom na tastere S1, S3 i S5 i zaustaviti pritiskom na tastere S0, S2 i S4 respektivno.

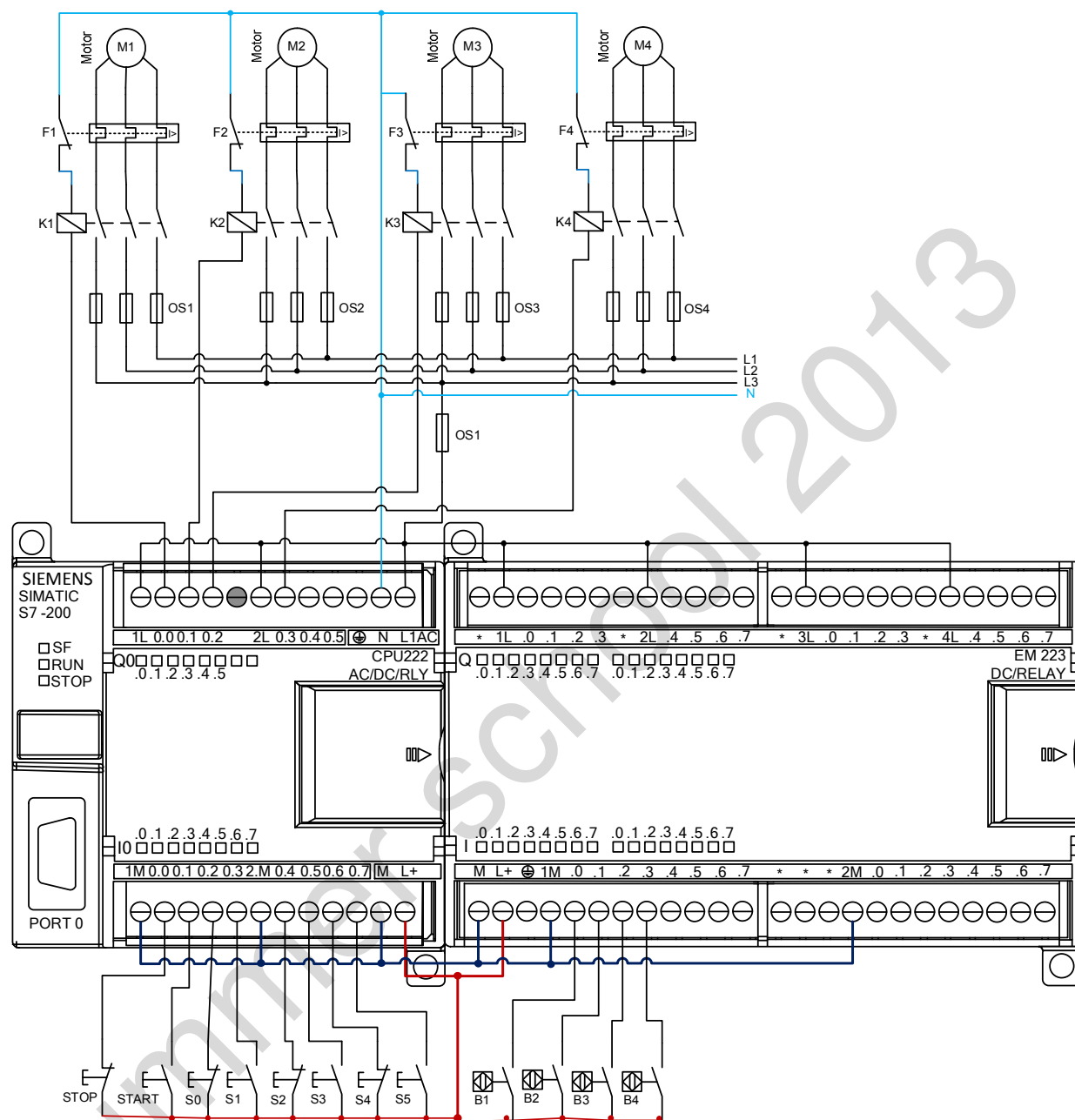


Slika 8.13 Linija za montažu sa četiri pokretne trake

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                     |
|--------|--------|--------------------------------------------------------------|
| I0.0   | STOP   | Taster START za uključenje upravljačkog sistema parkiranja   |
| I0.1   | START  | Taster STOP za isključenje upravljačkog sistema parkiranja   |
| I0.2   | S0     | Taster za zaustavljanje motora M1                            |
| I0.3   | S1     | Taster za pokretanje motora M1                               |
| I0.4   | S2     | Taster za zaustavljanje motora M2                            |
| I0.5   | S3     | Taster za pokretanje motora M2                               |
| I0.6   | S4     | Taster za zaustavljanje motora M3                            |
| I0.7   | S5     | Taster za pokretanje motora M3                               |
| I1.0   | B1     | Induktivni senzor prisustva za detekciju dijelova za montažu |
| I1.1   | B2     | Induktivni senzor prisustva za detekciju dijelova za montažu |
| I1.2   | B3     | Induktivni senzor prisustva za detekciju dijelova za montažu |
| I1.3   | B4     | Induktivni senzor prisustva za detekciju dijelova za montažu |
| Q0.0   | M0     | Motor za pogon trake A                                       |
| Q0.1   | M1     | Motor za pogon trake B                                       |
| Q0.2   | M2     | Motor za pogon trake C                                       |
| Q0.3   | M3     | Motor za pogon trake D                                       |
| Q0.4   | H      | Svjetlosna signalizacija 20 grupa dijelova                   |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

(Network 1): Sistem sa četiri pokretne trake uključuje se pritiskom na taster START i ostaje pokrenut sve dok se ne pritisne taster STOP ili dok 20 grupa dijelova ne prođe pored senzora B4 (linija 1). Kada 20 grupa dijelova prođe pored senzora B4, sistem se zaustavlja i može se ponovo pokrenuti tek resetovanjem brojača, odnosno ponovnim pritiskom tastera START.

(Network 2-7): U drugoj i trećoj liniji pokreće se traka A ručno, pritiskom tastera S1, ukoliko nije pritisnut taster S0 i ukoliko je sistem pokrenut ili automatski prilikom pokretanja sistema. Traka se kreće samo ako je pomoćni memorijski bit M1.1 resetovan. Na isti način se pokreće i traka B (linije 4 i 5), kao i traka C (linije 6 i 7).

(Network 8-10): U linijama 8 – 10 zaustavlja se traka A. Traka se zaustavlja 3s nakon što senzor B1 detektuje predmet na traci. Ovo je realizovano na sljedeći način: kada senzor detektuje predmet na traci setuje se pomoćni memorijski bit M1.0 (linija 8), koji je zadužen za aktivaciju tajmera (linija 9). Nakon isteka 3s, izlazna vrijednost tajmera je logička jedinica "1", pa je i vrijednost pomoćnog memorijskog bita M1.1 logička jedinica "1", tako da se traka zaustavlja. Na isti način je u linijama 11 – 13 realizovano zaustavljanje trake B, a u linijama 14 – 16 zaustavljanje trake C.

(Network 17-20): U linijama 17 i 18 realizovano je pokretanje trake D. Traka D se pokreće ako su zaustavljene pokretne trake A, B i C, odnosno ako je svaki od tajmera koji dogovara ovim trakama izmjerio vrijeme od 3s i ako senzor S4 detektuje dijelove na mjestu za montažu. Pokretanjem trake D u liniji 19 aktivira se tajmer koji mjeri vrijeme od 10s za koje se smatra da je potrebno da predmeti stignu do mjesta za montažu. Nakon isteka ovog vremena zaustavlja se pokretna traka D i vrši se resetovanje pomoćnih memorijskih bitova zaduženih za zaustavljanje traka A, B i C, čime se omogućava ponovno pokretanje ovih traka.

(Network 21): U liniji 21 upravlja se radom brojača grupa dijelova koji prođu pored senzora S4. Vrijednost brojača se inkrementira kada senzor S4 detektuje predmete, a resetuje se pritiskom taster START.

#### Rješenje (STL):

TITLE=Sistem sa 4 pokretne trake

##### Network 1 // Uključenje sistema

LD I0.1

O M0.0

AN I0.0

AN C10

= M0.0

##### Network 2 // Pokretanje trake A

LD I0.2

O M0.1

O M0.0

A M0.0

AN I0.3

= M0.1

##### Network 3 // Pokretanje trake A

LD M0.1

AN M1.1

= Q0.0

##### Network 4 // Pokretanje trake B

LD I0.4

O M0.2

O M0.0

A M0.0

AN I0.5

= M0.2

##### Network 5 // Pokretanje trake B

LD M0.2

AN M1.3

= Q0.1

##### Network 6 // Pokretanje trake C

LD I0.6

O M0.3

O M0.0

A M0.0

AN I0.7

= M0.3

##### Network 7 // Pokretanje trake C

LD M0.3  
AN M1.5  
= Q0.2  
**Network 8 // Memorijski bit – Senzor je detektovao predmet na traci A**  
LD I1.0  
A M0.1  
S M1.0, 1  
**Network 9 // Tajmer 3s – vrijeme kretanja trake A**  
LD M1.0  
TON T37, 30  
**Network 10 // Zaustavljanje trake A**  
LD T37  
= M1.1  
**Network 11 // Memorijski bit – Senzor je detektovao predmet na traci B**  
LD M0.2  
A I1.1  
S M1.2, 1  
**Network 12 // Tajmer 3s – vrijeme kretanja trake B**  
LD M1.2  
TON T38, 30  
**Network 13 // Zaustavljanje trake B**  
LD T38  
= M1.3  
**Network 14 // Memorijski bit – Senzor je detektovao predmet na traci C**  
LD M0.3  
A I1.2  
S M1.4, 1

**Network 15 // Tajmer 3s – vrijeme kretanja trake C**  
LD M1.4  
TON T39, 30  
**Network 16 // Zaustavljanje trake C**  
LD T39  
= M1.5  
**Network 17 // Uslovi za pokretanje trake D**  
LD T37  
A T38  
A T39  
A I1.3  
S M1.6, 1  
**Network 18 // Pokretanje trake D**  
LD M1.6  
= Q0.3  
**Network 19 // Tajmer 3s – vrijeme kretanja trake D**  
LD M0.0  
A M1.6  
TON T40, 100  
**Network 20 // Zaustavljanje trake D i pokretanje traka A, B i C**  
LD T40  
R M1.0, 1  
R M1.2, 1  
R M1.4, 1  
R M1.6, 1  
**Network 21**  
LD I1.3  
LD I0.1  
CTU C10, 20

### **Zadatak 12:** Dvije linije za montažu sa devet transportnih traka

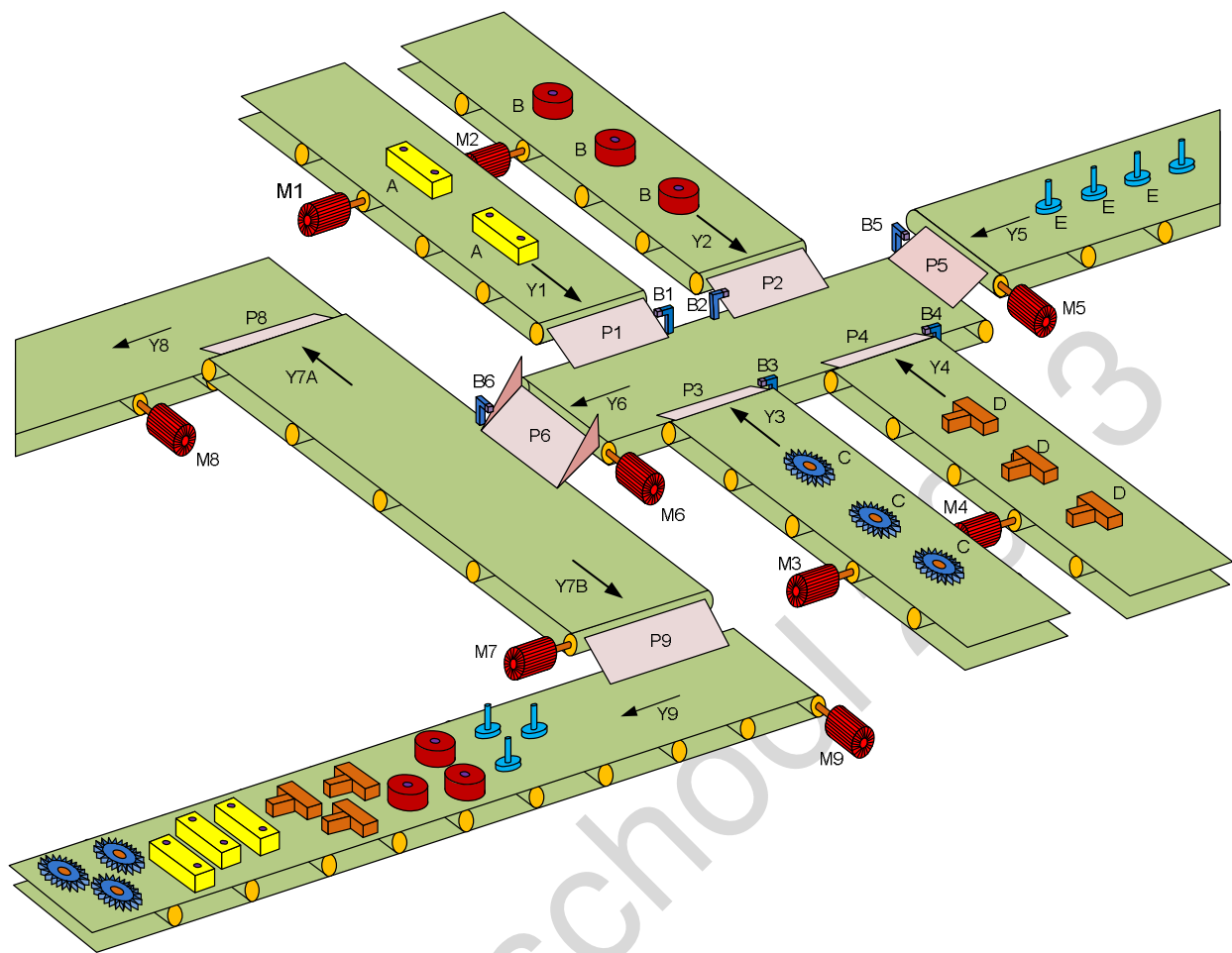
Na slici Slika 8.14 prikazana je linija za montažu uređaja koja sa sastoji od devet transportnih traka. Pet transportnih traka Y1, Y2, Y3, Y4, Y5 dovoze dijelove za montažu A, B, C, D, E u pozicije P1, P2, P3, P4, P5, na pokretnoj traci Y6 respektivno. Nakon što svaka od pokretnih traka A, B, C, D, E dopremi po dva ista dijela za montažu u odgovarajuću poziciju P1, P2, P3, P4, P5 zaustavlja svoj svoj rad. Pomoću fotoćelija B1, B2, B3, B4 i B5 detektuje se broj dijelova za montažu koji se dopremaju na pozicije P1, P2, P3, P4, P5 respektivno i daje nalog motorima M1, M2, M3, M4, M5 da se zaustave.

Nakon što se u svakoj od pozicija P1, P2 ... P5 nađu po dva ista dijela za montažu A, B, C, D, E pokretna traka Y6 se uključuje i u vremenu od 20s premješta dijelove sa početnih pozicija P1, P2 ... P5 u poziciju P6 na pokretnoj traci P7. Pokretna traka Y7 ima transporta dijelova u oba smijera. U jednom smijeru koji je označen sa Y7A prebacuju se dijelovi na pokretnu traku Y8, a u drugom smijeru koji je označen sa Y7B dijelovi se prebacuju na pokretnu traku Y9. Smjer transporta dijelova na pokretnoj traci Y7 zavisi od izabranog režima rada, da li se prebacuju po dva ili tri komada od svake komponente A, B, C, D, E u pozicije P1, P2 ... P5 respektivno.

Kada se linija za montažu tek uključi, prvo se na pozicije P1, P2, ..., P5 dopremaju po dva ista dijela za montažu A, B, C, D, E i pokretna traka Y7 transportuje te dijelove u smijeru Y7A prema pokretnoj traci Y8. Nakon što su ove komponente prebačene na pokretnu traku Y8 ponovo se uključuju pokretne trake Y1, Y2, Y3, Y4, Y5 koje sada dopremaju po tri ista dijela za montažu A, B, C, D i E na pozicije P1, P2 ... P5. Kada se na odgovarajućim pozicijama nađu po tri ista dijela pokretna traka Y7 transportuje dijelove za montažu u smijeru Y7B prema pokretnoj traci Y9. Nakon što se svi dijelovi nađu na pokretnoj traci Y9 pokretne trake Y1, Y2, Y3, Y4, Y5 pri narednom uključenju ponovo se dopremaju po dva ista dijela za montažu i proces se ponavlja.

Trake Y6, Y7 i Y8, odnosno Y9 uključuju se u isto vrijeme. Nakon 20s rada pokretne trake Y6, ona se zaustavlja, dok se pokretna traka Y7, zaustavlja 10s nakon zaustavljanja pokretne trake Y6, a traka Y8, odnosno Y9, 20s nakon zaustavljanja pokretne trake Y7. Procjena je da je vrijeme od 20s dovoljno za transport komponenti sa pozicija P1, P2 P3, P4, P5 na poziciju P6, 10s je dovoljno za transport komponenti sa pozicije P6 na poziciju P8, odnosno P9. 20s je takođe dovoljno i da se predmeti na traci Y8, odnosno Y9 pošalju dalje u sistem. Traka Y7 se kreće u smijeru Y7A ili Y7B zavisno od broja komada pojedinih komponenti kako je već objašnjeno.

Motori M1, M2, M3 ... M9 su trofazni asinhroni motori, s tim da motor M7 ima mogućnost promjene smijera. Svaki od motora M1, M2, M3, M4, M5 ima sopstveni taster START i STOP, ali takođe imaju mogućnost automatskog pokretanja nakon zaustavljanja pokretne trake Y7. Nakon pokretanja traka Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, trake Y6 i Y7 se automatski zaustavljaju.



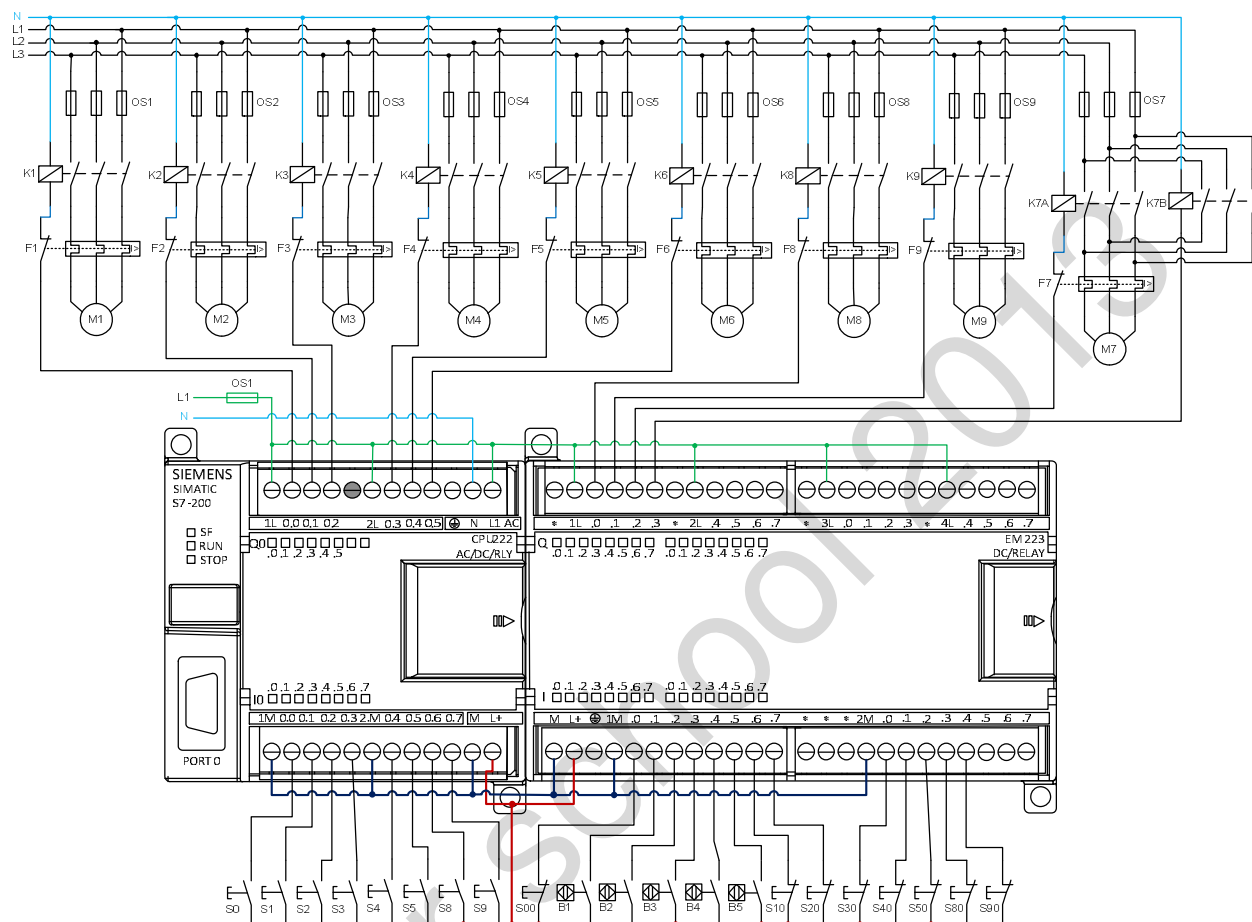
**Slika 8.14** Linije za montažu sa devet pokretnih traka

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                              |
|--------|--------|-------------------------------------------------------|
| I1.0   | S00    | Taster STOP za isključenje linije za montažu dijelova |
| I0.0   | S0     | Taster START za uključnje linije za montažu dijelova  |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključnje motora M1                   |
| I0.2   | S2     | Taster START za uključnje motora M2                   |
| I0.3   | S3     | Taster START za uključnje motora M3                   |
| I0.4   | S4     | Taster START za uključnje motora M4                   |
| I0.5   | S5     | Taster START za uključnje motora M5                   |
| I0.6   | S8     | Taster START za uključnje motora M8                   |
| I0.7   | S9     | Taster START za uključnje motora M9                   |
| I1.6   | S10    | Taster STOP za isključenje motora M1                  |
| I1.7   | S20    | Taster STOP za isključenje motora M2                  |

|             |     |                                            |
|-------------|-----|--------------------------------------------|
| <b>I2.0</b> | S30 | Taster STOP za isključenje motora M3       |
| <b>I2.1</b> | S40 | Taster STOP za isključenje motora M4       |
| <b>I2.2</b> | S50 | Taster STOP za isključenje motora M5       |
| <b>I2.3</b> | S80 | Taster STOP za isključenje motora M8       |
| <b>I2.4</b> | S90 | Taster STOP za isključenje motora M9       |
| <b>I1.1</b> | B1  | Fotočelija za detekciju komponenti A       |
| <b>I1.2</b> | B2  | Fotočelija za detekciju komponenti B       |
| <b>I1.3</b> | B3  | Fotočelija za detekciju komponenti C       |
| <b>I1.4</b> | B4  | Fotočelija za detekciju komponenti D       |
| <b>I1.5</b> | B5  | Fotočelija za detekciju komponenti E       |
| <b>Q0.0</b> | M1  | Motor pokretne trake Y1                    |
| <b>Q0.1</b> | M2  | Motor pokretne trake Y2                    |
| <b>Q0.2</b> | M3  | Motor pokretne trake Y3                    |
| <b>Q0.3</b> | M4  | Motor pokretne trake Y4                    |
| <b>Q0.4</b> | M5  | Motor pokretne trake Y5                    |
| <b>Q0.5</b> | M6  | Motor pokretne trake Y6                    |
| <b>Q1.0</b> | M8  | Motor pokretne trake Y8                    |
| <b>Q1.1</b> | M9  | Motor pokretne trake Y9                    |
| <b>Q1.2</b> | M7A | Motor pokretne trake Y7 u smjeru Y7A       |
| <b>Q1.3</b> | M7B | Motor pokretne trake Y7 u smjeru Y7B       |
| <b>Q1.4</b> | H1  | Signalna lampa rada motora M1              |
| <b>Q1.5</b> | H2  | Signalna lampa rada motora M2              |
| <b>Q1.6</b> | H3  | Signalna lampa rada motora M3              |
| <b>Q1.7</b> | H4  | Signalna lampa rada motora M4              |
| <b>Q2.1</b> | H5  | Signalna lampa rada motora M5              |
| <b>Q2.1</b> | H6  | Signalna lampa rada motora M6              |
| <b>Q2.2</b> | H7A | Signalna lampa rada motora M7 u smjeru Y7A |
| <b>Q2.3</b> | H7B | Signalna lampa rada motora M7 u smjeru Y7B |
| <b>Q2.4</b> | H8  | Signalna lampa rada motora M8              |
| <b>Q2.5</b> | H9  | Signalna lampa rada motora M9              |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

(Network 1): U liniji 1 sistem pokretnih traka se uključuje i isključuje sistema. Sistem se pokreće pritiskom na taster S0, ako nije pritisnut taster S00.

(Network 2): U drugoj liniji uključuje se motor pokretne trake 1 i to na dva načina: ručno, pritiskom tastera S1, ako nije pritisnut taster S10 ili automatski ako je:

- zaustavljen motor M6,
- zaustavljen motor M7A odnosno M7B,
- setovan pomoćni memorijski bit M0.1, a brojač C11 koji broji 2 predmeta na traci 1 nije izbrojao do 2 ili setovan pomoćni memorijski bit M0.2 a brojač C21 koji broji 3 predmeta na traci jedan, nije izbrojao do 3.

Istovremeno sa uključenjem motora uključuje se i signalna sijalica H1. Na isti način realizovano je uključanje motora pokretnih traka 2, 3, 4 i 5 u linijama 5, 8, 11 i 14, respektivno. Važno napomenuti da se traka 2 pokreće tek kada se zaustavi traka 1, traka 3 kada su zaustavljene trake 1 i 2, itd.

(*Network 3-16*): U trećoj i četvrtoj liniji realizovani su brojači predmeta na traci 1. Brojač C12 broji do 2 (linija 3), a brojač C22 do 3 (linija 4).

Brojač C12 inkrementira svoju vrijednost kada predmet naiđe pored senzora B1 i ukoliko je setovan pomoćni memorijski bit M0.1, a resetuje se kada se setuje pomoćni memorijski bit M0.2.

Brojač C22 inkrementira svoju vrijednost kada predmet naiđe pored senzora B1 i ukoliko je setovan pomoćni memorijski bit M0.2, a resetuje se kada se setuje pomoćni memorijski bit M0.1.

Pomoćni memorijski bitovi M0.1 i M0.2 predstavljaju markere za trenutno aktuelni režim, tj. daje znak da li je u toku transport po 2 ili po 3 dijela na mjesto za montažu. Ova dva memorijska bita nikada ne mogu biti u isto vrijeme u stanju logičke jedinice.

Na isti način realizovan je rad brojača predmeta na pokretnim trakama 2, 3, 4 u 5 u linijama 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15 i 16.

(*Network 17-19*): U liniji 17 uključuje se motor pokretne trake 6, kada je setovan memorijski bit M0.1, a zaustavljene su trake 1, 2, 3, 4 i 5 ili kada je je setovan memorijski bit M0.2, a zaustavljene su trake 1, 2, 3, 4 i 5. Istovremeno sa uključenjem motora trake 6, uključuje se i signalna sijalica H6. U liniji 18 se odmah po uključanju motora aktivira tajmer podešen na 20s. Nakon isteka ovog vremena motor trake 6 se isključuje.

(*Network 21-22*): U liniji 21 se pokreće se traka 7, kada se isključe motori 1, 2, 3, 4 i 5. Smijer kretanja trake zavisi od stanja bitova M0.1 i M0.2. Ako je setovan bit M0.1 uključuje se motor M7A, pa se traka kreće ka traci 8, a ako je setovan bit M0.2 uključuje se motor M7B, pa se traka kreće ka traci 9. U liniji 19 se, odmah po uključanju jednog od ova dva motora, aktivira tajmer podešen na 30s. Nakon isteka ovog vremena motor M7A, odnosno M7B se isključuje i traka se zaustavlja.

(*Network 21-22*): U liniji 23 uključuju se motor M8 ili motor M9, kao i odgovarajuće signalne sijalice. Motor M8 se uključuje ukoliko je prethodno bila pokrenuta traka M7A ili ukoliko se pritisne taster za ručno pokretanje trake. Motor M9 se uključuje ukoliko je prethodno bila pokrenuta traka M7B ili ukoliko se pritisne taster za ručno pokretanje trake. Uključivanjem jednog od ova dva motora aktivira se tajmer podešen na 50s. Nakon isteka ovog vremena motor M8, odnosno M9 se isključuje, pri čemu se odgovarajuća traka zaustavlja.

(*Network 25-26*): U linijama 25 i 26 realizovana je promjena režima. Ako su se pakovala po 2 komada svake komponente, u narednom ciklusu će se pakovati po 3 komada i obratno. Režim se mijenja onda kada se zaustavi motor M7A, odnosno M7B. A promjena režima podrazumijeva setovanje bita M0.1, a resetovanje bita M0.2 i obratno.

## Rješenje (STL):

TITLE=Sistem sa 9 pokretnih traka

### Network 1 // Uključenje sistema

```
LD I0.0
O M0.0
AN I1.0
= M0.0
```

### Network 2 // Pokretanje trake 1

```
LD M0.0
LD I0.1
O Q0.0
AN I1.6
LDN Q1.2
AN Q1.3
AN Q0.5
LD M0.1
AN C11
LD M0.2
AN C21
OLD
ALD
OLD
ALD
= Q0.0
R M0.3, 1
R M0.4, 1
= Q1.4
```

### Network 3 // Brojac 2 predmeta na traci 1

```
LD M0.0
A I1.1
A M0.1
LD M0.0
A M0.2
CTU C11, 2
```

### Network 4 // Brojac 3 predmeta na traci 1

```
LD M0.0
A I1.1
A M0.2
LD M0.0
A M0.1
CTU C21, 3
```

### Network 5 // Pokretanje trake 2

```
LD M0.0
LD I0.2
O Q0.1
AN I1.7
LDN Q0.0
AN Q1.2
AN Q1.3
AN Q0.5
LD M0.1
AN C12
```

```
LD M0.2
AN C22
OLD
ALD
OLD
ALD
= Q0.1
= Q1.5
```

### Network 6 // Brojac 2 predmeta na traci 2

```
LD M0.0
A I1.2
A M0.1
LD M0.0
A M0.2
CTU C12, 2
```

### Network 7 // Brojac 3 predmeta na traci 2

```
LD M0.0
A I1.2
A M0.2
LD M0.0
A M0.1
CTU C22, 3
```

### Network 8 // Pokretanje trake 3

```
LD M0.0
LD I0.3
O Q0.2
AN I2.0
LDN Q0.1
AN Q0.0
AN Q1.2
AN Q1.3
AN Q0.5
LD M0.1
AN C13
LD M0.2
AN C23
OLD
ALD
OLD
ALD
```

```
= Q0.2
= Q1.6
```

### Network 9 // Brojac 2 predmeta na traci 3

```
LD M0.0
A I1.3
A M0.1
LD M0.0
A M0.2
CTU C13, 2
```

### Network 10 // Brojac 3 predmeta na traci 3

LD M0.0  
A I1.3  
A M0.2  
LD M0.0  
A M0.1  
CTU C23, 3

**Network 11 // Pokretanje trake 4**

LD M0.0  
LD I0.4  
O Q0.3  
AN I2.1  
LDN Q0.2  
AN Q0.1  
AN Q0.0  
AN Q1.2  
AN Q1.3  
AN Q0.5  
LD M0.1  
AN C14  
LD M0.2  
AN C24  
OLD  
ALD  
OLD  
ALD

= Q0.3  
= Q1.7

**Network 12 // Brojac 2 predmeta na traci 4**

LD M0.0  
A I1.4  
A M0.1  
LD M0.0  
A M0.2  
CTU C14, 2

**Network 13 // Brojac 3 predmeta na traci 4**

LD M0.0  
A I1.4  
A M0.2  
LD M0.0  
A M0.1  
CTU C24, 3

**Network 14 // Pokretanje trake 5**

LD M0.0  
LD I0.5  
O Q0.0  
AN I2.2  
LDN Q0.3  
AN Q0.2  
AN Q0.1  
AN Q0.0  
AN Q1.2  
AN Q1.3  
AN Q0.5

LD M0.1  
AN C15  
LD M0.2  
AN C25  
OLD  
ALD  
OLD  
ALD  
= Q0.4  
= Q2.0

**Network 15 // Brojac 2 predmeta na traci 5**

LD M0.0  
A I1.5  
A M0.1  
LD M0.0  
A M0.2  
CTU C15, 2

**Network 16 // Brojac 3 predmeta na traci 5**

LD M0.0  
A I1.5  
A M0.2  
LD M0.0  
A M0.1  
CTU C25, 3

**Network 17 // Pokretanje trake 6**

LD M0.0  
AN M0.3  
LD M0.1  
AN Q0.0  
AN Q0.1  
AN Q0.2  
AN Q0.3  
AN Q0.4  
LD M0.2  
AN Q0.0  
AN Q0.1  
AN Q0.2  
AN Q0.3  
AN Q0.4

OLD  
ALD  
= Q0.5  
= Q2.1

**Network 18 // Tajmer 20s - vrijeme kretanja trake 6**

LD Q0.5  
TON T37, 200

**Network 19**

LD T37  
S M0.3, 1

**Network 20 // Pokretanje trake 7A ili 7B**

LD M0.0  
AN M0.4  
LPS

A M0.1  
AN Q0.0  
AN Q0.1  
AN Q0.2  
AN Q0.3  
AN Q0.4  
= Q1.2  
= Q2.2

LPP

A M0.2  
AN Q0.0  
AN Q0.1  
AN Q0.2  
AN Q0.3  
AN Q0.4  
= Q1.3  
= Q2.3

**Network 21 // Tajmer 30s - vrijeme kretanja trake 7A, odnosno 7B**

LD Q1.2  
O Q1.3  
TON T38, 300

**Network 22**

LD T38  
S M0.4, 1

**Network 23 // Pokretanje trake 8 ili 9**

LD M0.0  
LPS  
LDN T39  
LD Q1.2  
O Q1.0  
ALD  
LD I0.6  
O Q1.0  
AN I2.3  
OLD  
ALD  
= Q1.0  
= Q2.4

LPP

LDN T39  
LD Q1.3  
O Q1.1  
ALD  
LD I1.0  
O Q1.1  
AN I2.5  
OLD  
ALD  
= Q1.1  
= Q2.5

**Network 24 // Tajmer 40s - vrijeme kretanja trake 8, odnosno 9**

LD M0.0  
LD Q1.0  
O Q1.1  
ALD  
TON T39, 500

**Network 25 // Sljedeći ciklus - 3 predmeta na trakama 1, 2, 3, 4 i 5**

LD M0.0  
A M0.1  
A M0.4  
A C11  
R M0.1, 1  
S M0.2, 1

**Network 26 // Sljedeći ciklus - 2 predmeta na trakama 1, 2, 3, 4 i 5**

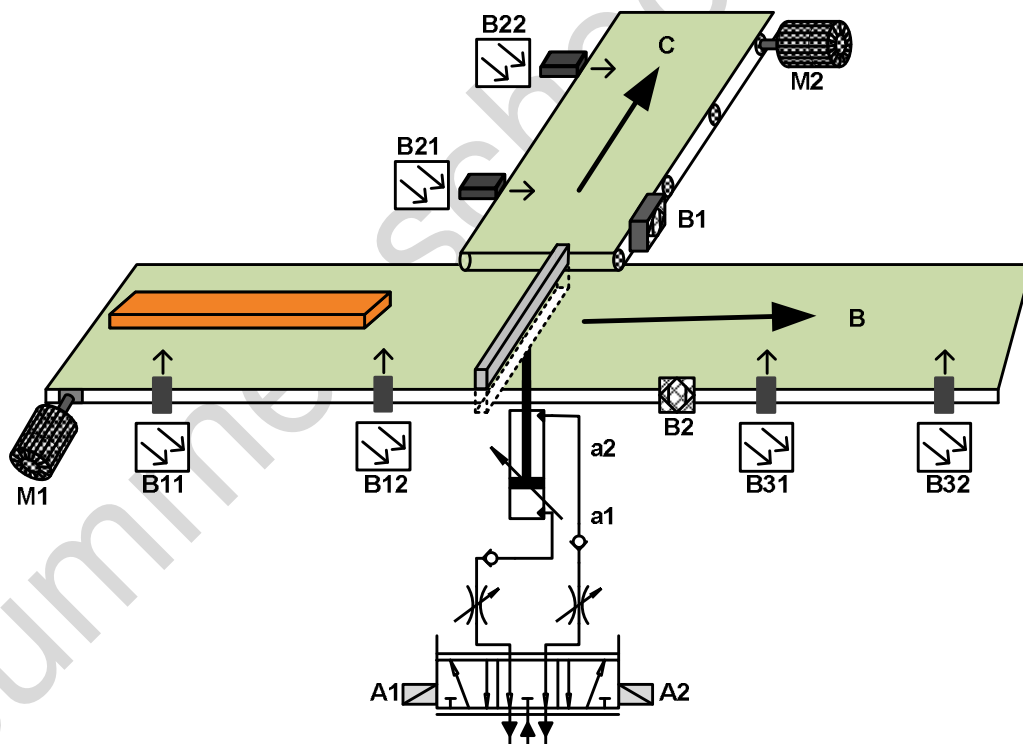
LD M0.0  
A M0.2  
A M0.4  
A C21  
LD M0.0  
EU  
OLD  
R M0.2, 1  
S M0.1, 1

### Zadatak 13: Linija za sortiranje daske

Na slici Slika 8.15 prikazana je linija za sortiranje daske. Rezana daska se nalazi na traci koju pokreće motor M1. Za mjerenje dužine daske služe fotočelije B11 i B12 zajedno sa odgovarajućim tajmerom (podešen na 1s).

Ukoliko je daska duža od rastojanja između fotočelija uključuje se ventil A2 koji dopušta protok zraka u komoru cilindra, gurajući klip naniže i pomjerajući skretnicu iz pozicije B1 u poziciju B2. Krajnji položaj skretnice detektuje se kapacitivnim senzorom B2 koji tada otvara kontakte. Postavljanjem skretnice u položaj B2 omogućeno je da daska nastavlja transport u smjeru B na istoj pokretnoj traci. Da ne bi došlo do istovremenog rada ventila A1 i A2 releji koji upravljaju ventilima moraju imati kontakte za međusobno isključenje. Kada daska prođe pored fotočelija B31 i B32 linija je spremna za prihvatanje i sortiranje nove daske.

Ukoliko je dužina daske manja od rastojanja između fotočelija uključuje se ventil A1 koji dopušta protok zraka u komoru a1 cilindra pomjerajući sada klip naviše i postavljajući skretnicu u položaj B1. Dovođenje skretnice u željeni položaj detektuje se kapacitivnim senzorom B1 koji tada otvara kontakte. Na ovaj način se daska sa jedne pokretne trake usmjerava na drugu pokretnu traku u smjeru C (slika x.1). Kada sa daska prođe pored fotočelija B21 i B22 linija je spremna za prihvatanje i sortiranje nove daske.

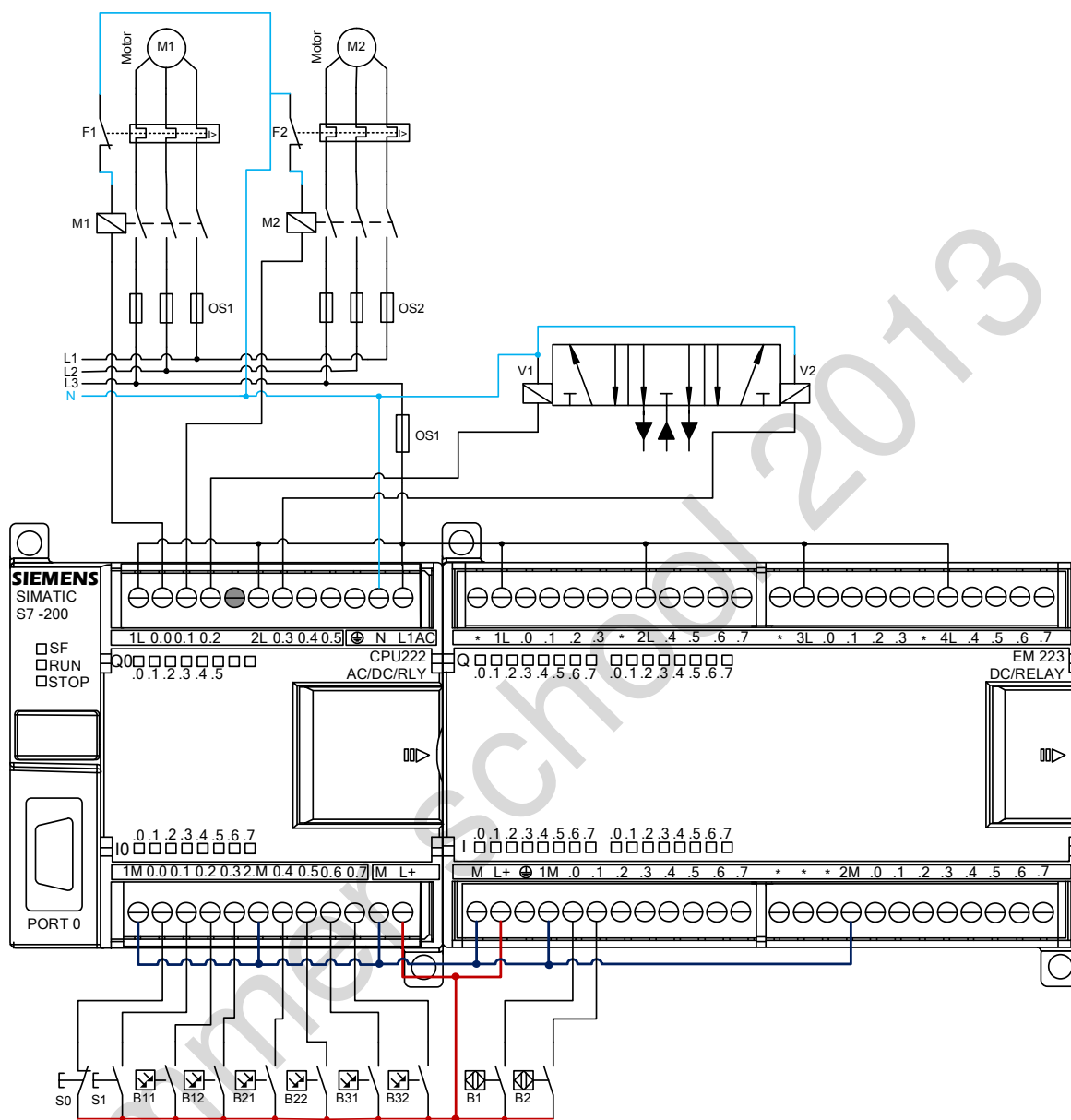


Slika 8.15 Linija za sortiranje daske

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                |
|--------|--------|---------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za gašenje sistema za za sortiranje daske   |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje sistema za sortiranje daske  |
| I0.2   | B11    | Fotoćelije za detekciju daske (NO)                      |
| I0.3   | B12    |                                                         |
| I0.4   | B21    |                                                         |
| I0.5   | B22    |                                                         |
| I0.6   | B31    |                                                         |
| I0.7   | B32    |                                                         |
| I1.0   | a2     | Detekcija položaja skretnice (klip cilindra izvučen) NC |
| I1.1   | a1     | Detekcija položaja skretnice (klip cilindra uvučen) NC  |
| Q0.0   | M1     | Motor za pokretanje pokretne trake u smjeru B           |
| Q0.1   | M2     | Motor za pokretanje pokretne trake u smjeru C           |
| Q0.2   | A1     | Špula cilindra A - klip cilindra uvučen                 |
| Q0.3   | A2     | Špula klipa cilindra A - klip cilindra izvučen          |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

(Network 1,2): U prvoj liniji se uključuje i isključuje sistem za sortiranje daske, a u drugoj liniji se uključuju motori M1 i M2 koji pokreću trake. Sve vrijeme rada sistema za sortiranje, trake se kreću.

(Network 3,4): U trećoj liniji se setuje, odnosno resetuje pomoćni memorijski bit M0.1. Ovaj bit se setuje onda kada daska prođe pored fotosenzora B11, a resetuje kada daska prođe pored senzora S22 ili S32. U narednoj liniji ovaj bit služi za aktiviranje tajmera podešenog na 1s.

(Network 5): U petoj liniji se nakon isteka 1s setuju pomoćni memorijski bitovi M0.2 i M0.3 koji ukazuju na dužinu daske. Memorijski bit M0.2 se setuje ako je istekla 1s i ako oba senzora B11 i B12 detektuju prisustvo daske, što znači da je daska duža od rastojanja između fotočelija. Memorijski bit M0.3 se setuje ako je istekla 1s i ako senzor B11 ne detektuje prisustvo daske, a senzor B12 detektuje prisustvo daske, što znači da je daska kraća od rastojanja između fotočelija.

(Network 6): Otvaraju se ventili za protok zraka u komore cilindra A1 i A2. Ako je daska koja treba da se sortira duža od rastojanja između fotočelija i ako skretnica nije u položaju B2, otvara se ventil A2 dopuštajući da vazduh ulazi u komoru a2, sve dok skretnica ne dođe u položaj B2, što se detektuje kapacitivnim senzorom B2. Ako je daska koja treba da se sortira kraća od rastojanja između fotočelija i ako skretnica nije u položaju B1, otvara se ventil A2 dopuštajući da vazduh ulazi u komoru a1, sve dok skretnica ne dođe u položaj B1, što se detektuje kapacitivnim senzorom B1.

(Network 7): U liniji 7 resetuju se memorijski bitovi M0.2 i M0.3 koji ukazuju na dužinu daske. Bitovi se resetuju onda kada se resetuje bit M0.1 odnosno kada daska prođe pored senzora S21 ili S31.

### Rješenje (STL):

TITLE=Sortiranje daske

#### Network 1 // Uključenje sistema za sortiranje daske

```
LD I0.1
O M0.0
AN I0.0
= M0.0
```

#### Network 2 // Uključenje motora M1 i M2

```
LD M0.0
= Q0.0
= Q0.1
```

#### Network 3 // Setovanje memorijskog bita svaki put kada daska prođe pored fotosenzora B11

#### Resetovanje memorijskog bita kada daska prodje pored fotocelija B22 ili B32

```
LD M0.0
A I0.2
AN T37
LD M0.0
LD I0.5
O I0.7
ALD
NOT
A M0.1
OLD
= M0.1
```

#### Network 4 // Aktiviranje tajmera kada daska prodje pored fotosenzora B11

```
LD M0.1
TON T37, 10
```

#### Network 5 // Setovanje memorijskih bitova M0.2 i M0.3 koji ukazuju na dužinu daske

```
LD M0.0
A I0.3
A T37
LPS
A I0.2
S M0.2, 1
LPP
AN I0.2
S M0.3, 1
```

#### Network 6 // Otvaranje ventila A1 i A2 u zavisnosti od dužine daske

```
LD M0.0
LPS
AN M0.3
A M0.2
AN I1.1
= Q0.2
LPP
AN M0.2
A M0.3
AN I1.0
= Q0.3
```

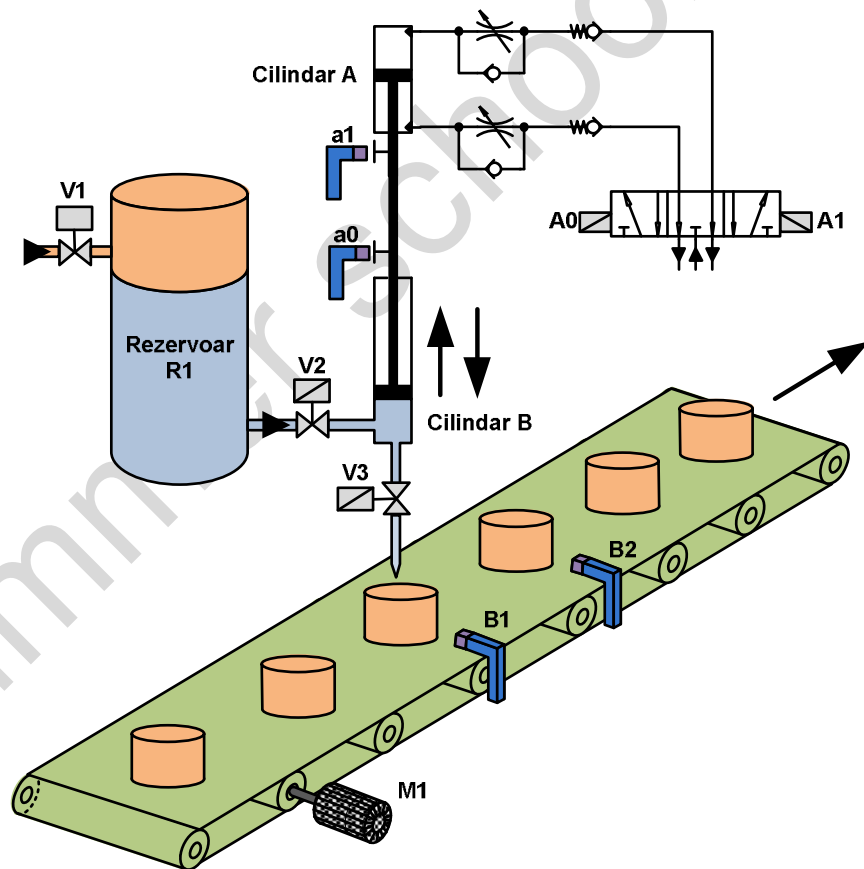
#### Network 7 // Resetovanje memorijskih bitova M0.2 i M0.3 koji ukazuju na dužinu daske

```
LDN M0.1
R M0.2, 1
R M0.3, 1
```

#### Zadatak 14: Punjenje posuda tečnošću

Potrebno je napisati program za programabilni logički kontroler koji će da upravlja linijom za punjenje posuda sa tečnošću. Istiskivanje tečnosti u posude izvodi se klipom cilindra B koji se pomoću pneumatskog cilindra A pomjera naviše - naniže, kako je prikazano na slici Slika 8.16. Pri pomjeranju klipa naviše, otvara se ventil V2 koji dozvoljava da tečnost iz rezervoara R1 napuni cilindar B. Istovremeno se uključuje se motor M1 koji pokreće transportnu traku za dopremanje praznih posuda do mehanizma za punjenje. Kada klip cilindra B dođe u poziciju a1 on se zaustavlja, istovremeno se zatvara ventil V2 i spriječava se dalje punjenje cilindra B sa tečnošću iz rezervoara R1. Kada se prazna posuda nađe ispod mehanizma za punjenje otvara se ventil V3 i klip počinje da istiska tečnost ka praznoj posudi. Kada klip cilindra B dostigne poziciju a0 on se zaustavlja, zatvara se ventil V3 i napunjena posuda se pomjera na pokretnoj traci za jedno mjesto.

Pomoću fotočelija B1 i B2 broje se napunjene posude i nakon napunjenih 50 posuda zaustavlja se proces punjenja i daje odgovarajući signal upozorenja. Količina tečnosti za punjenje koja se ubacuje u cilindar B zavisi od pozicija graničnih prekidača a0 i a1. Podešavanjem razmaka između ovih graničnih prekidača može se namjestiti željena količina tečnosti kojoj se pune posude na liniji.



Slika 8.16 Linija za punjenje posuda tečnošću

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                       |
|--------|--------|----------------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za zaustavljanje procesa punjenja                  |
| I0.1   | S1     | Taster START za pokretanje procesa punjenja                    |
| I0.2   | S2     | Taster za resetovanje brojača punih posuda                     |
| I0.3   | B1     | Fotočelija za detekciju praznih posuda (NO)                    |
| I0.4   | B2     | Fotočelija za detekciju punih posuda (NO)                      |
| I0.5   | a0     | Granični prekidač za detekciju početnog položaja cilindra (NC) |
| I0.6   | a1     | Granični prekidač za detekciju krajnjeg položaja cilindra (NC) |
| Q0.0   | M1     | Motor za pokretanje transportne trake                          |
| Q0.1   | A0     | Ventil cilindra A: klip za istiskanje tečnosti-naviše          |
| Q0.2   | A1     | Ventil cilindra A: klip za istiskanje tečnosti-naniže          |
| Q0.3   | V2     | Ventil za pretakanje tečnosti iz rezervoara R1 u cilindar C    |
| Q0.4   | V3     | Ventil za punjenje posuda tečnošću iz cilindra C               |
| Q0.5   | H1     | Signalizacija završetka procesa punjenja 50 posuda             |

**Detaljan opis rješenja:**



(Network 3): U trećoj liniji se podiže klip cilindra A, pri čemu se istovremeno otvara ventil V2 i cilindar C se puni tečnošću iz rezervoara R1. Da bi došlo do podizanja klipa cilindra A, odnosno otvaranja

ventila V2, sistem mora biti pokrenut, klip cilindra C ne smije biti u poziciji a1 i ne smije biti u toku spuštanje klipa cilindra A. Onog trenutka kada klip cilindra A stigne u poziciju a1 zaustavlja se njegovo podizanje i zatvara se ventil V2.

(Network 4): U četvrtoj liniji se upravlja radom pokretne trake, odnosno radom motora M1. Motor se kreće ako je sistem pokrenut, ako senzor B1 detektuje prisustvo posude, a klip cilindra A je u poziciji a0, ili ako senzor B1 ne detektuje prisustvo posude.

(Network 5): U petoj liniji se spušta klip cilindra A, pri čemu se istovremeno otvara ventil V1 i posuda se puni tečnošću iz cilindra C. Da bi došlo do spuštanja klipa cilindra A, odnosno otvaranja ventila V3, sistem mora biti pokrenut, senzor B1 mora detekovati posudu, klip cilindra C ne smije biti u poziciji a1 i ne smije biti u toku podizanje klipa cilindra A. Onog trenutka kada klip cilindra A stigne u poziciju a0 zaustavlja se njegovo spuštanje i zatvara se ventil V3.

(Network 6): U posljednoj liniji se uključuje signalna sijalica H1 kada brojač izbroji 50 napunjenih posuda.

#### Rješenje (STL):

TITLE=Punjenje posuda tecnosc

##### Network 1 // Uključenje i isključenje procesa punjenja posuda tečnošću

```
LD I0.1
O M0.0
AN I0.0
AN C1
= M0.0
```

##### Network 2 // Brojanje punih posuda

```
LD M0.0
A I0.4
LD I0.2
CTU C1, 50
```

##### Network 3 // Podizanje klipa cilindra C navise i punjenje cilindra C tecnosc iz rezervoara

```
LD M0.0
AN I0.6
AN Q0.2
= Q0.1
```

```
= Q0.3
```

##### Network 4 // Pokretanje trake

```
LD M0.0
LD I0.3
A I0.5
ON I0.3
ALD
= Q0.0
```

##### Network 5 // Spuštanje klipa cilindra C naniže i pretakanje tečnosti iz cilindra u posudu

```
LD M0.0
AN I0.5
A I0.3
AN Q0.1
```

```
= Q0.2
```

```
= Q0.4
```

##### Network 6 // Signalizacija zavrsetka procesa

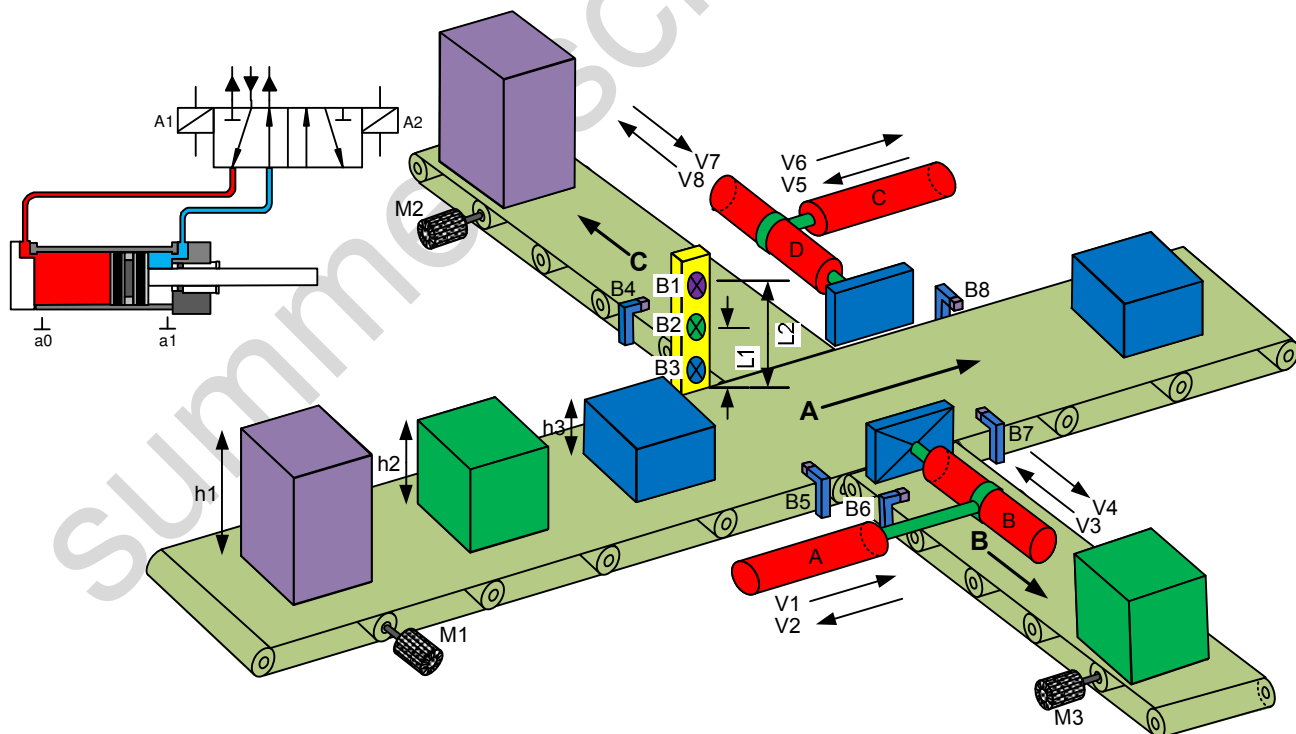
```
LD C1
= Q0.5
```

#### Zadatak 15: Linija za sortiranje kutija

Linija za sortiranje kutija prikazana je na slici Slika 8.17. Pokretna traka A (motor M1) doprema kutije dimenzija  $h_1$ ,  $h_2$  i  $h_3$  do linije za sortiranje. Kapacitivni senzori B1, B2 i B3 postavljeni su na različitim visinama i služe za detekciju tipa kutije koja prolazi ispred njih. Ukoliko je visina kutije  $h < L_1$  što se detektuje senzorom B1, takva kutija nastavlja dalje da se kreće na pokretnoj traci A. Ako je visina kutije  $h \geq L_2$  (sva tri senzora B1, B2 i B3 su aktivirana) kutija treba da se premjesti sa pokretne trake A na pokretnu traku C. Nakon što sva tri senzora B1, B2 i B3, respektivno, prvo detektuju daje visina kutije  $h \geq L_2$  kapacitivni blizinski senzori B5 i B7 zatim detektuju takvu kutiju ispred sebe i zaustavljaju traku A. Pošto je pokretna traka A zaustavljena cilindar A izvlači klip u smjeru V1 i postavlja cilindar B paralelno sa pokretnom trakom B. Nakon toga cilindar B izvlači klip u smjeru V3 i gura kutiju na pokretnu traku C koja je prethodno pokrenuta. Zatim se klipovi cilindara A i B vraćaju u prvobitni položaj i pokretna traka A se ponovo pokreće.

Ukoliko je visina kutije na pokretnoj traci A,  $L_2 > h > L_1$  takvu kutiju je potrebno sa pokretne trake A prebaciti na traku B. Pošto senzori B1 i B2 prvo detektuju taku kutiju, blizinski senzori B5 i B7 kao u prethodnom slučaju zaustavljaju pokretnu traku A. Pošto je traka A zaustavljena cilindar C izvlači klip u smjeru V5 i postavlja cilindar D paralelno sa pokretnom trakom C. Zatim cilindar B izvlači klip u smjeru V7 i gura kutiju na pokretnu traku B koja je prethodno pokrenuta. Zatim se klipovi cilindara C i D vraćaju u prvobitni položaj i pokretna traka A se ponovo pokreće.

Kapacitivni senzori B4, B6 i B8 respektivno, koriste za brojanje kutija na pokretnim trakama A, B i C za sortiranje kutija. Za pokretanje linije za sortiranje predviđeni su START/STOP tasteri. Svi korišteni cilindri su pneumatski i njima se upravlja pomoću bistabilnih razvodnika.

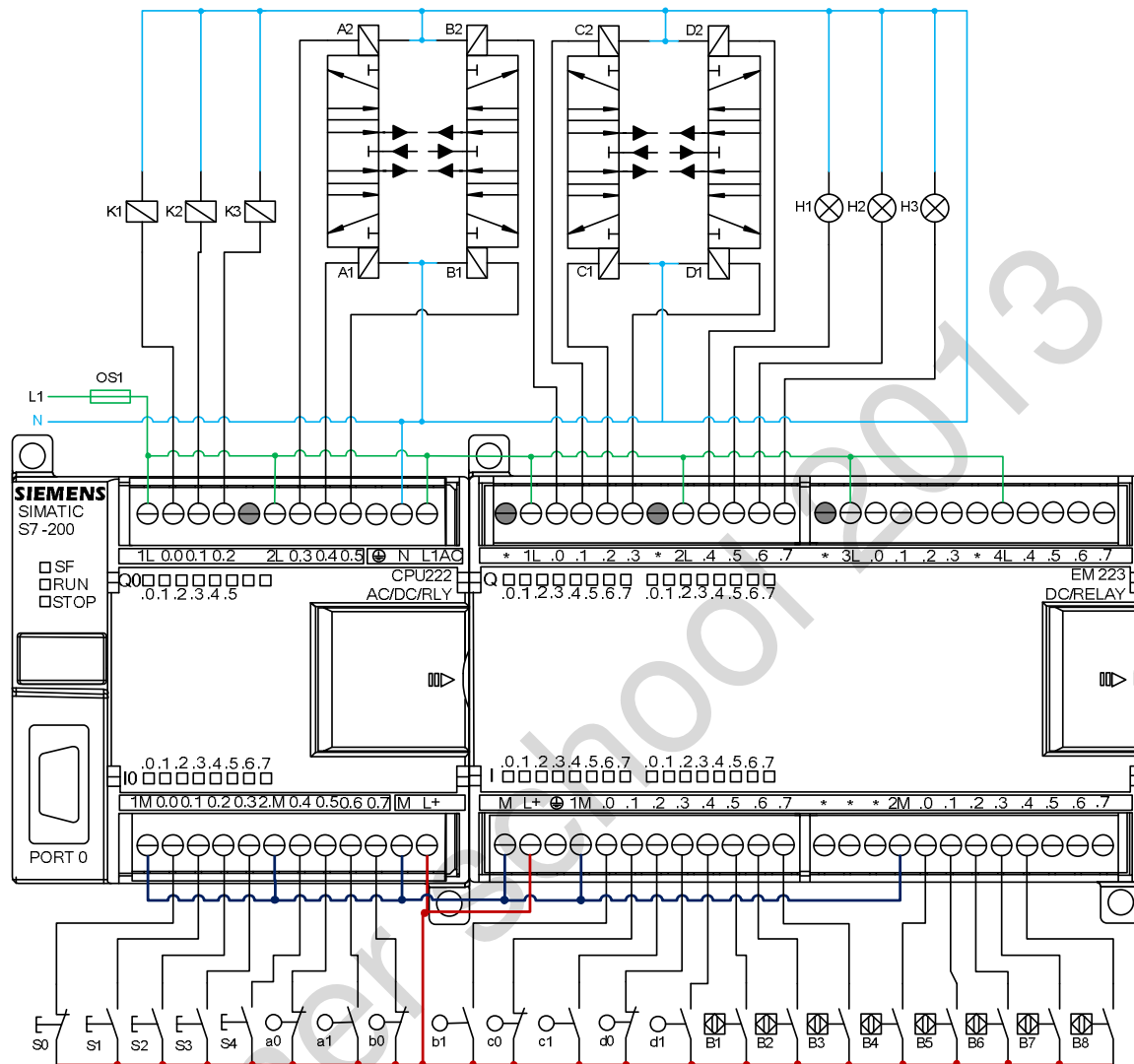


Slika 8.17 Linija za sortiranje kutija

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                   |
|--------|--------|------------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za isključenje bušilice                        |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje bušilice                        |
| I0.2   | B1     | Kapacitivni senzor za detekciju visine kutije              |
| I0.3   | B2     | Kapacitivni senzor za detekciju visine kutije              |
| I0.4   | B3     | Kapacitivni senzor za detekciju visine kutije              |
| I0.5   | B4     | Kapacitivni senzor za brojanje kutija na pokretnoj traci C |
| I0.6   | B5     | Kapacitivni senzor za detekciju položaja kutije            |
| I0.7   | B6     | Kapacitivni senzor za brojanje kutije na pokretnoj traci B |
| I1.0   | B7     | Kapacitivni senzor za detekciju položaja kutije            |
| I1.1   | B8     | Kapacitivni senzor za brojanje kutije na pokretnoj traci A |
| I1.2   | a0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen                         |
| I1.3   | a1     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen                        |
| I1.4   | b0     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen                         |
| I1.5   | b1     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen                        |
| I1.6   | c0     | Rid kontakt klip cilindra C uvučen                         |
| I1.7   | c1     | Rid kontakt klip cilindra C izvučen                        |
| I2.0   | d0     | Rid kontakt klip cilindra D uvučen                         |
| I2.1   | d1     | Rid kontakt klip cilindra D izvučen                        |
| Q0.0   | K1     | Relej za upravljanje motorom M1- pokretna traka A          |
| Q0.1   | K2     | Relej za upravljanje motorom M2- pokretna traka C          |
| Q0.2   | K3     | Relej za upravljanje motorom M3- pokretna traka B          |
| Q0.3   | A2     | Ventil cilindra A – uvlačenje klipa                        |
| Q0.4   | A1     | Ventil cilindra A – izvlačenje klipa                       |
| Q0.5   | B2     | Ventil cilindra B – uvlačenje klipa                        |
| Q1.0   | B1     | Ventil cilindra B – izvlačenje klipa                       |
| Q1.1   | C2     | Ventil cilindra C – uvlačenje klipa                        |
| Q1.2   | C1     | Ventil cilindra C – izvlačenje klipa                       |
| Q1.3   | D2     | Ventil cilindra D – uvlačenje klipa                        |
| Q1.4   | D1     | Ventil cilindra D – izvlačenje klipa                       |
| Q1.5   | H1     | Sijalica H1 signalizuje rad pokretne trake A               |
| Q1.6   | H2     | Sijalica H2 signalizuje rad pokretne trake B               |
| Q1.7   | H3     | Sijalica H3 signalizuje rad pokretne trake C               |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

(Network 1,2): U prvoj liniji se uključuje sistem, dok se u drugoj liniji klipovi cilindara koji u trenutku isključenja sistema nisu bili uvučeni, uvlače sve dok rid kontakti a0, b0, c0 i d0 ne daju znak da je klip cilindra uvučen.

(Network 3): U trećoj liniji se uključuje motor M1 pokretne trake A. Motor se uključuje setovanjem kontaktera K1 i to ukoliko je sistem pokrenut, senzor B1 detektuje kutiju, a senzori B2 i B3 ne detektuju kutiju ili ukoliko senzori B5 i B7 ne detektuju prisustvo kutije, a memorijski bitovi M0.1 i M0.2 su resetovani i ukoliko se neki od klipova cilindara B ili D ne uvlači, odnosno izvlači.

(Network 4,5): U četvrtoj liniji se izvlači klip cilindra A ukoliko je resetovan kontakter K1 koji uključuje motor M1, odnosno pokretna traka A je zaustavljena, ukoliko su senzori B1, B2 i B3 detektovali najvišu kutiju, te ukoliko je u početnom trenutku klip cilindra A bio uvučen, a nije bio izvučen i nije u stanju uvlačenja. Nakon toga se u petoj liniji izvlači klip cilindra B i setuje se kontakter K2 za uključenje motora M2, pokretne trake C, ukoliko je zaustavljena pokretna traka A, izvučen klip cilindra A, na početku izvlačenja klipa cilindra B senzori B1, B2 i B3 su još uvijek detektovali prisustvo kutije i klip cilindra B je bio uvučen, te ukoliko klip cilindra B nije izvuče, i nije u stanju uvlačenja.

(Network 6,7): U šestoj liniji uvlači se klip cilindra B i to ako je izvučen klip cilindra A, ako je u početnom trenutku bio izvučen klip cilindra B i nije u stanju izvlačenja. Klip cilindra B se uvlači sve dok rid kontakt b0 ne da znak da je klip uvučen. U sedmoj liniji se uvlači se klip cilindra A i to ako je on u početnom trenutku bio izvučen i nije u stanju izvlačenja, ako je uvučen klip cilindra B i setovan je memorijski bit M0.1. Klip cilindra B se uvlači sve dok rid kontakt b0 ne da znak da je klip uvučen. Klip cilindra A se uvlači sve dok rid kontakt a0 ne da znak da je klip uvučen.

(Network 8-11): Na isti način se u linijama 8 i 9 izvlače klipovi cilindara C i D i pokreće se traka B, a zatim se u linijama 10 i 11 ovi klipovi uvlače. S tim što se klip cilindra C izvlači ako je na traci A predmet srednje visine, odnosno ako senzori B1 i B2 detektuju kutiju koju senzor B3 ne detektuje.

(Network 12-14): U linijama 12-14 broje se kutije na pokretnim trakama A, B i C, korišćenjem signala sa senzora B8, B6 i B4, respektivno. Svaku kutiju koja se nađe na traci A registruje senzor B8 koji inkrementira vrijednost brojača za brojanje kutija na traci A, kutiju na traci C registruje senzor B4, a kutiju na traci B senzor B6. Brojači resetuju sami sebe kada dostignu zadatu vrijednost, koja je u ovom slučaju 100.

(Network 12-14): U linijama 15 i 16 setuju se, odnosno resetuju memorijski bitovi M0.1 i M0.2. Bit M0.1 se setuje kada se izvuče klip cilindra B, a resetuje se kada se uvuče klip cilindra A. Ovaj bit onemogućuje uvlačenje klipa cilindra A, prije nego što se uvuče klip cilindra B. Dok se bit M0.2 setuje kada se izvuče klip cilindra D, a resetuje se kada se uvuče klip cilindra C. Ovaj bit onemogućuje uvlačenje klipa cilindra C, prije nego što se uvuče klip cilindra D.

#### Rješenje (STL):

TITLE=Sortiranje kutija

#### Network 1 // Uključenje sistema

LD I0.1

O M0.0

AN I0.0

= M0.0

#### Network 2 // Vraćanje svih cilindara u početni položaj kada se sistem zaustavi

LDN M0.0

LPS

AN I1.2

= Q0.3

LRD

AN I1.4

= Q0.5

LRD

AN I1.6

= Q1.1

LPP

AN I2.0

= Q1.3

**Network 3 // Uključenje motora trake A**

```
LD M0.0
LD I0.2
AN I0.3
AN I0.4
LDN I1.0
AN I1.1
AN M0.1
AN M0.2
OLD
ALD
AN Q0.5
AN Q1.0
AN Q1.3
AN Q1.4
= Q0.0
```

**Network 4 // Izvlacenje klipa cilindra A**

```
LD M0.0
AN Q0.0
A I0.2
A I0.3
A I0.4
LD I1.2
O Q0.4
ALD
AN I1.3
AN Q0.3
= Q0.4
```

**Network 5 // Izvlacenje klipa cilindra B**

```
LD M0.0
AN Q0.0
A I1.3
LD I0.2
A I0.3
A I0.4
A I1.4
O Q1.0
ALD
AN I1.5
AN Q0.5
= Q1.0
= Q0.1
```

**Network 6 // Uvlacenje klipa cilindra B**

```
LD M0.0
A I1.3
AN I1.4
LD I1.5
O Q0.5
```

ALD

```
AN Q1.0
= Q0.5
```

**Network 7 // Uvlacenje klipa cilindra A**

```
LD M0.0
A I1.4
AN I1.2
LD I1.3
O Q0.3
ALD
AN Q0.4
A M0.1
= Q0.3
```

**Network 8 // Izvlacenje klipa cilindra C**

```
LD M0.0
AN Q0.0
A I0.2
A I0.3
AN I0.4
LD I1.6
O Q1.2
ALD
AN I1.7
AN Q1.1
= Q1.2
```

**Network 9 // Izvlacenje klipa cilindra D**

```
LD M0.0
AN Q1.2
A I1.7
LD I0.2
A I0.3
AN I0.4
A I2.0
O Q1.4
ALD
AN I2.1
AN Q1.3
= Q1.4
= Q0.2
```

**Network 10**

```
LD M0.0
A I1.7
AN I2.0
LD I2.1
O Q1.3
ALD
AN Q1.4
= Q1.3
```

**Network 11**

LD M0.0

A I2.0

AN I1.6

LD I1.7

O Q1.1

ALD

AN Q1.2

A M0.2

= Q1.1

**Network 12**

LD I0.5

LD C10

CTU C10, 100

**Network 13**

LD I0.6

LD C11

CTU C11, 100

**Network 14**

LD I0.7

LD C12

CTU C12, 100

**Network 15**

LD I1.5

LD I1.2

NOT

A M0.1

OLD

= M0.1

**Network 16**

LD I2.1

LD I1.6

NOT

A M0.2

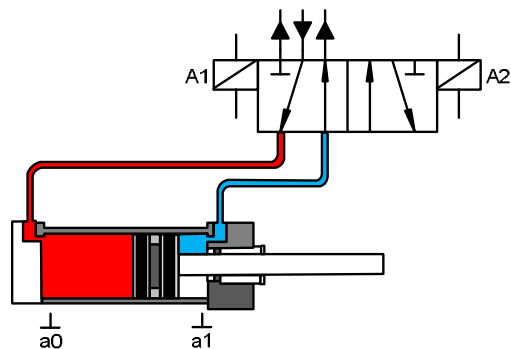
OLD

= M0.2

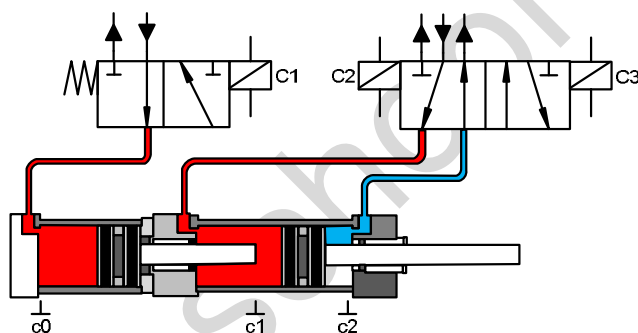
Na slici Slika 8.18 prikazana je stona bušilica za bušenje rupa u metalnom predmetu. Da bi proces bušenja započeo kapacitivni senzor B1 u magacinu prvo treba da detektuje postojanje predmeta za bušenje. Ukoliko se u magacinu nalaze predmeti za bušenje izvlači se klip cilindra D koji gura metalni predmet naprijed prema mjestu za bušenje. Pošto se radni predmet našao na mjestu za bušenje, što se detektuje kapacitivnim senzorom B2 izvlači se klip cilindra B i steže predmet za bušenje. Pošto je predmet stegnut cilindar A spušta glavu za bušenje i buši rupu na poziciji 1, a zatim se vraća se u prvobitni položaj. Potom tropoložajni cilindar C uvlači klip i pomjera radni predmeta prvo na poziciju 2, a zatim na poziciju 3, gdje rupe trebaju biti izbušene. Pošto je izbušena i treća rupa na radnom predmetu tropoložajni cilindar E izvlači klip i postavlja radni predmet u poziciju za bušenje četvrte rupe. Proces se dalje nastavlja na isti način, dok se i posljednja deveta rupa na radnom predmetu ne izbuši. Nakon toga klip cilindra B se uvlači i omogućava izvlačenje radnog predmeta sa mjesta bušenja. Proces bušenja se ponavlja pošto senzor B2 detektuje prisustvo novog predmeta na mjestu za bušenje. Proces bušenja se uključuje/isključuje pomoću tastera S0 i S1.



Svi korišteni cilindri su pneumatski. Dvo-položajni su upravljani bistabilnim razvodnicima kako je prikazano na slici Slika **8.19**, a izuzetak čine tro-položajni cilindari C i E koji je upravljan sa jednim monostabilnim i jednim bistabilnim razvodnikom kako je prikazano na slici Slika **8.20**.



**Slika 8.19** Dvo-položajni cilindar upravljan bistabilnim razvodnikom

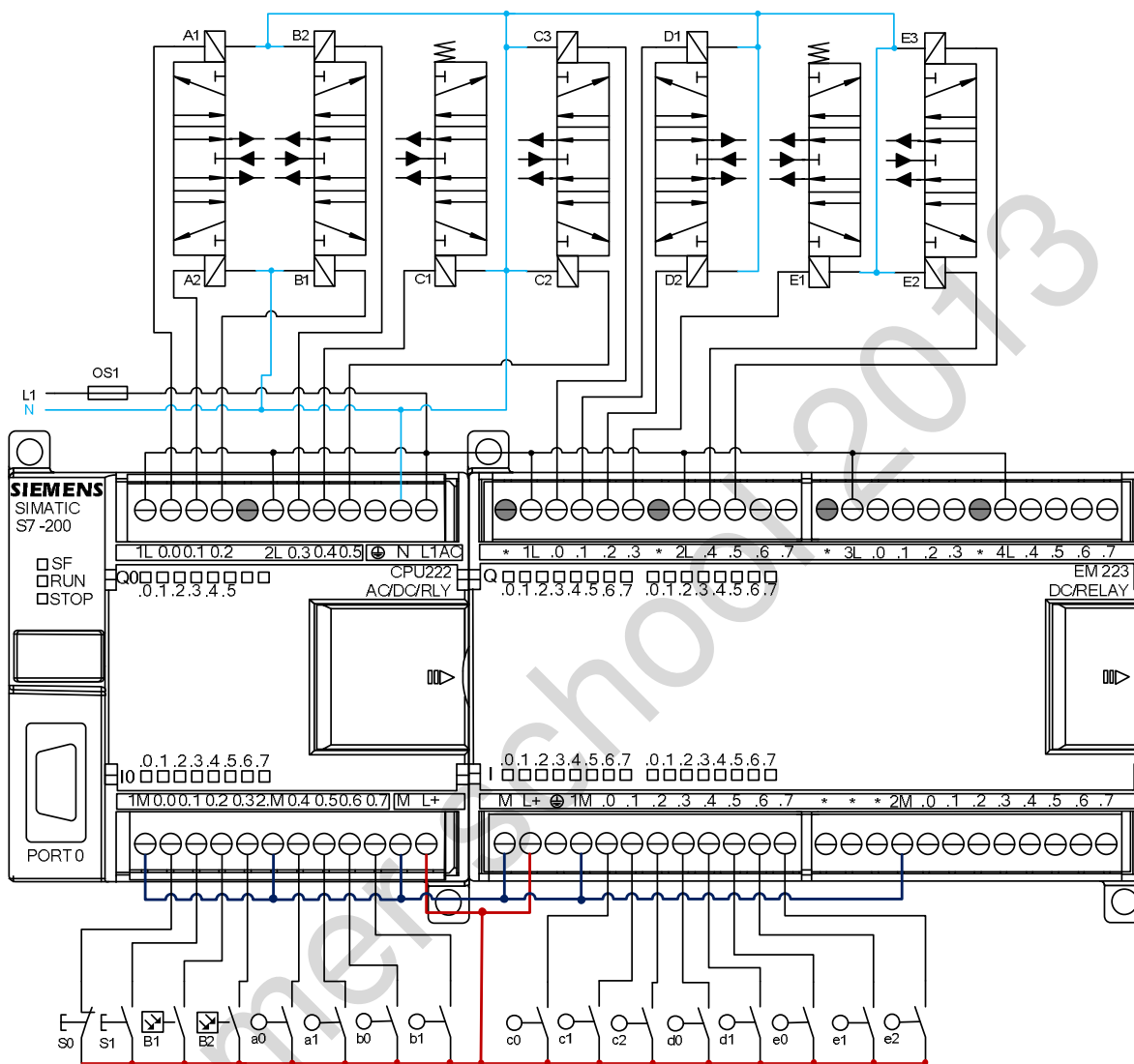


**Slika 8.20** Tro-položajni cilindar upravljan jednim bistabilnim i jednim monostabilnim razvodnikom

Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                           |
|--------|--------|----------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za isključenje bušilice                |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje bušilice                |
| I0.2   | B1     | Senzor za detekciju predmeta za bušenje u magacinu |
| I0.3   | B2     | Senzor za detekciju predmeta na mjestu bušenja     |
| I0.4   | a0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen                 |
| I0.5   | a1     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen                |
| I0.6   | b0     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen                 |
| I0.7   | b1     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen                |
| I1.0   | c0     | Rid kontakt klip cilindra C uvučen                 |
| I1.1   | c1     | Rid kontakt klip cilindra C izvučen na pola        |
| I1.2   | c2     | Rid kontakt klip cilindra C izvučen                |
| I1.3   | d0     | Rid kontakt klip cilindra D uvučen                 |
| I1.4   | d1     | Rid kontakt klip cilindra D izvučen                |
| I1.5   | e0     | Rid kontakt klip cilindra E uvučen                 |
| I1.6   | e1     | Rid kontakt klip cilindra E izvučen na pola        |
| I1.7   | e2     | Rid kontakt klip cilindra E izvučen                |
| Q0.0   | A1     | Ventil cilindra A – uvlačenje klipa                |
| Q0.1   | A2     | Ventil cilindra A – izvlačenje klipa               |
| Q0.2   | B1     | Ventil cilindra B – uvlačenje klipa                |
| Q0.3   | B2     | Ventil cilindra B – izvlačenje klipa               |
| Q0.4   | C1     | Ventil cilindra C – izvlačenje klipa 1             |
| Q0.5   | C2     | Ventil cilindra C – izvlačenje klipa 2             |
| Q1.0   | C3     | Ventil cilindra C – uvlačenje klipa 2              |
| Q1.1   | D1     | Ventil cilindra D – uvlačenje klipa                |
| Q1.2   | D2     | Ventil cilindra D – izvlačenje klipa               |
| Q1.3   | E1     | Ventil cilindra E – izvlačenje klipa 1             |
| Q1.4   | E2     | Ventil cilindra E – izvlačenje klipa 2             |
| Q1.5   | E3     | Ventil cilindra E – uvlačenje klipa 2              |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



## Detaljan opis rješenja:

(Network 1): U prvoj liniji se uključuje stolna bušilica.

(Network 2,3): U drugoj liniji se izvlači klip cilindra D, postavljajući predmet na mjesto za bušenje. Klip se izvlači ako je sistem prethodno uključen, ako senzor B1 detektuje predmet za bušenje u magacinu, senzor B2 ne detektuje da postoji predmet na mjestu za bušenje i ako je klip cilindra D prethodno uvučen. Klip cilindra D se izvlači sve dok rid kontakt d1 ne da znak da je on izvučen do kraja. U mreži 3 se ovaj klip se odmah uvlači, pošto je postavio predmet na mjesto za bušenje. Da bi se klip uvukao senzor B2 mora da detektuje da se predmet nalazi na mjestu za bušenje, te da se klip prethodno

našao u položaju izvučen (rid kontakt d1). Uvlačenje klipa se zaustavlja kada rid kontakt d0 da znak da je klip uvučen do kraja.

(*Network 4*): U četvrtoj liniji se izvlači klip cilindra B stežući predmet na mjestu za bušenje. Klip se izvlači ako senzor B2 detektuje predmet na mjestu za bušenje i ako je trenutno stanje brojača koji broji broj izbušenih rupa nula, te ako je prethodno klip cilindra B bio u položaju uvučen (rid kontakt b0). Klip se izvlači sve dok rid kontakt b1 ne da znak da je on izvučen.

(*Network 5*): Trenutno uvlačenje ili izvlačenje klipova cilindara C ili E detektuje se u petoj liniji pomoću memorijskog bita M0.1.

(*Network 6,7*): U šestoj liniji se izvlači klip cilindra A, spuštajući pri tom bušilicu ka predmetu za bušenje. Klip cilindra A se izvlači ukoliko prethodno bio u položaju uvučen (rid kontakt a0), ako je izvučen klip cilindra B, a senzor B2 detektuje predmet na mjestu za bušenje, ako nije setovan memorijski bit M0.1, odnosno nije u toku niti uvlačenje niti izvlačenje nekog od klipova C ili E i ukoliko brojač rupa nije izbrojao 9 zadatih rupa. Pored toga cilindri C i E moraju biti u nekom od stanja c0, c1, c2, odnosno e0, e1 ili e2. Klip cilindra A se izvlači sve dok rid kontakt a1 ne da znak da je klip izvučen do kraja. U sedmoj liniji se uvlači klip cilindra A ako nije u toku njegovo uvlačenje, ako je predmet i dalje na mjestu za bušenje (B2), a klip cilindra B je i dalje izvučen. Uvlačenje klipa cilindra A prestaje kada rid kontakt a0 da znak da je klip uvučen do kraja.

(*Network 8*): U sedmoj liniji je realizovan brojač probušenih rupa. Brojač se inkrementira svaki put kada se klip cilindra A izvuče do kraja. Brojač se resetuje kada senzor B2 ne detektuje predmet na mjestu za bušenje, odnosno kada se izbušeni predmet skloni.

(*Network 9-11*): U liniji 9 se izvlači klip cilindra C do pola i to kada je uvučen klip cilindra A, a trenutno stanje brojača je 1, 4 ili 7. Klip se izvlači sve dok rid kontakt c1 ne da znak da je on izvučen do pola. U liniji 10 se klip cilindra C izvlači do kraja i to kada je uvučen klip cilindra A, a trenutno stanje brojača je 2, 5 ili 8. Klip se izvlači sve dok rid kontakt c2 ne da znak da je on izvučen do kraja. U liniji 11 se uvlači klip cilindra C ako je uvučen klip cilindra A, a trenutno stanje brojača je 3, 6 ili 9. Klip se izvlači sve dok rid kontakt c0 ne da znak da je on uvučen.

(*Network 12-14*): U liniji 12 se izvlači klip cilindra E do pola i to kada je uvučen klip cilindra A, a trenutno stanje brojača je 3. Klip se izvlači sve dok rid kontakt e1 ne da znak da je on izvučen do pola. U liniji 13 se klip cilindra E izvlači do kraja i to kada je uvučen klip cilindra A, a trenutno stanje brojača je 6. Klip se izvlači sve dok rid kontakt e2 ne da znak da je on izvučen do kraja. U liniji 14 se uvlači klip cilindra E ako je uvučen klip cilindra A, a trenutno stanje brojača je 9. Klip se izvlači sve dok rid kontakt e0 ne da znak da je on uvučen.

(*Network 15*): U liniji 15 se uvlači klip cilindra B ako su klipovi cilindara C i E uvučeni do kraja i ako je trenutno stanje brojača 9. Klip se izvlači sve dok rid kontakt b0 ne da znak da je on uvučen.

## Rješenje (STL):

TITLE=Busilica

### Network 1 // Uključenje sistema za bušenje

```
LD I0.1
O M0.0
AN I0.0
= M0.0
```

### Network 2 // Izvlačenje klipa cilindra D i postavljanje predmeta za busenje na mjesto za busenje

```
LD M0.0
A I0.2
AN I0.3
AN I1.4
AN Q1.2
= Q1.1
```

### Network 3 // Uvlačenje klipa cilindra D, nakon što je predmet postavljen na mjesto za bušenje i cilindar je izvucen do kraja

```
LD M0.0
AN I1.3
A I0.3
AN Q1.1
= Q1.2
```

### Network 4 // Izvlačenje klipa cilindra B - pridržavanje predmeta na mjestu za bušenje

```
LD M0.0
A I0.3
AN I0.7
AW= C0, 0
AN Q0.3
= Q0.2
```

### Network 5 // Izvlačenje/uvlačenje klipova cilindra C i E

```
LD M0.0
LD Q0.4
O Q0.5
O Q1.0
O Q1.3
O Q1.4
O Q1.5
ALD
= M0.1
```

### Network 6 // Izvlačenje klipa cilindra A - bušenje predmeta

```
LD M0.0
```

```
A I0.3
A I0.7
LD I1.0
O I1.1
O I1.2
ALD
```

```
LD I1.5
O I1.6
O I1.7
```

```
ALD
AN I0.5
AN M0.1
AN C0
AN Q0.1
= Q0.0
```

### Network 7 // Uvlačenje klipa cilindra A

```
LD M0.0
A I0.3
A I0.7
AN I0.4
AN Q0.0
= Q0.1
```

### Network 8 // Brojač podešen na 9 - broj rupa na predmetu za bušenje

```
LD M0.0
A I0.5
LDN I0.3
CTU C0, 9
```

### Network 9 // Izvlačenje klipa cilindra C do pola

```
LD M0.0
LDW= C0, 1
OW= C0, 4
OW= C0, 7
ALD
AN I1.1
A I0.4
= Q0.4
```

### Network 10 // Izvlačenje klipa cilindra C do kraja

```
LD M0.0
LDW= C0, 2
OW= C0, 5
```

OW= C0, 8

ALD

AN I1.2

A IO.4

= Q0.5

**Network 11 // Uvlačenje klipa cilindra C**

LD M0.0

LDW= C0, 3

OW= C0, 6

OW= C0, 9

ALD

AN I1.0

A IO.4

= Q1.0

**Network 12 // Izvlačenje klipa cilindra E do pola**

LD M0.0

AW= C0, 3

AN I1.6

A IO.4

= Q1.3

**Network 13 // Izvlačenje klipa cilindra E do kraja**

LD M0.0

AW= C0, 6

AN I1.7

A IO.4

= Q1.4

**Network 14 // Uvlačenje klipa cilindra E**

LD M0.0

AW= C0, 9

AN I1.5

A IO.4

= Q1.5

**Network 15 // Uvlačenje klipa cilindra B**

LD M0.0

A I1.0

A I1.5

AW= C0, 9

AN IO.6

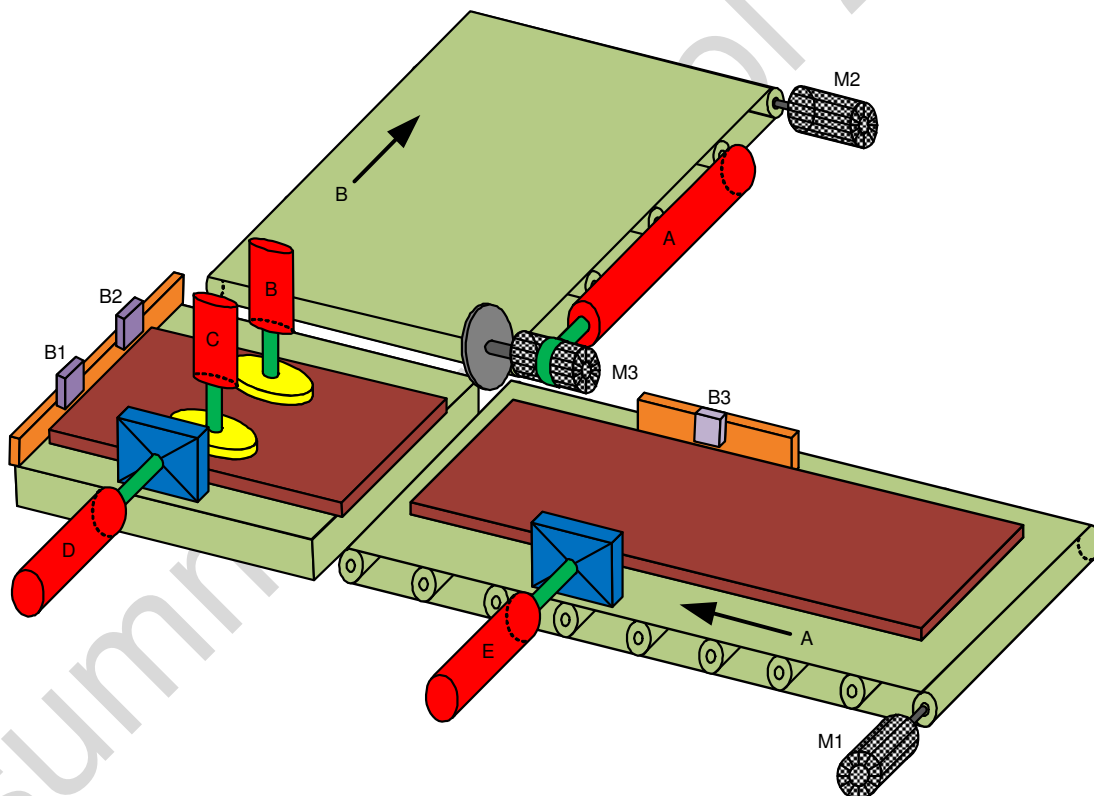
= Q0.3

### Zadatak 17: Linija za rezanje panel ploča

Linija za rezanje panel ploča prikazana je na slici Slika 8.21. Pritiskom na tastere START (S1) pokreće se linija za rezanje panel ploča. Uključuje se motor M1 koji pokreće pokretnu traku A i panel ploča se doprema do platforme za rezanje, što se detektuje kapacitivnim blizinskim senzorima B1 i B2. Nakon toga pokretna traka A se zaustavlja i ukoliko kapacitivni senzor B3 detektuje panel ploču na zaustavljenoj traci izvlači se klip cilindra E i steže panel ploču, odnosno poravnava je sa pomičnom letvom na kojoj se i nalazi senzor B3. Pošto je ploča stegnuta i poravnata izvlače se klipovi cilindara B i C i pritišću panel ploču sa platformom za rezanje.

U narednom koraku uključuje se kružna pila za rezanje (motor M3) koju klip cilindra A gura naprijed, sve dok se panel ploča ne presječe, a zatim se klip cilindra A odmah vraća u prvobitni položaj.

Kada je proces sječenja završen klipovi cilindara B i C se uvlače i otpuštaju odrezani dio panel ploče, izvlači se klip cilindra D i gura odrezani dio na pokretnu traku B (motor M2). Pošto se klip D vratio u prvobitni položaj uvlači se klip cilindra E koji otpušta ostatak panel ploče, pokreće se traka A (motor M1) koja vuče panel ploču naprijed sve dok kapacitivni senzori B1 i B2 ne detektuju njeno prisustvo. Dalji postupak sječenja se ponavlja.

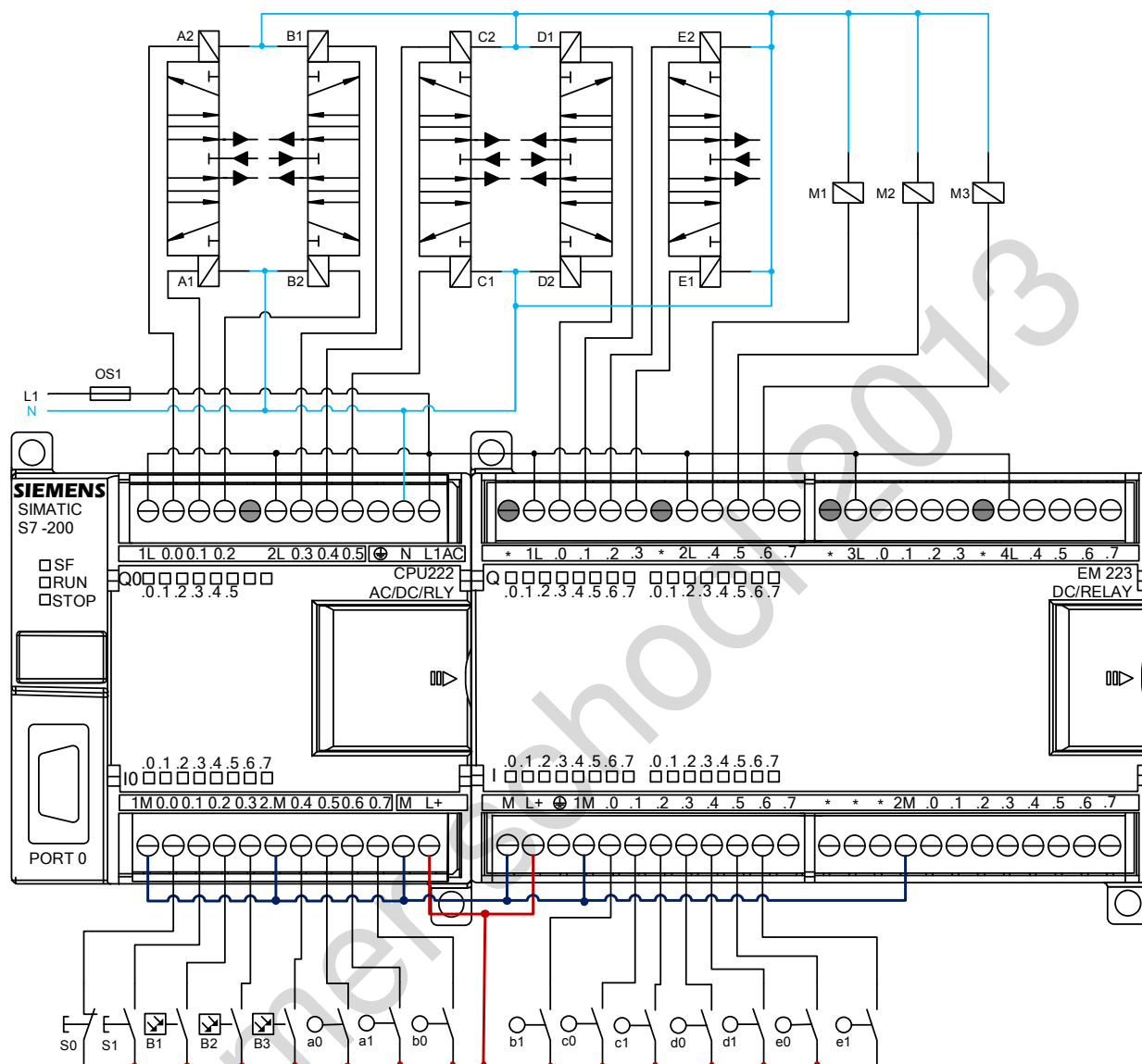


Slika 8.21 Linija za rezanje panel ploča

**Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:**

| ADRESA | SIMBOL | KOMENTAR                                                          |
|--------|--------|-------------------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Taster STOP za isključenje linije za rezanje panel ploča          |
| I0.1   | S1     | Taster START za uključenje linije za rezanje panel ploča          |
| I0.2   | B1     | Kapacitivni senzor za detekciju prisustva panel ploče             |
| I0.3   | B2     | Kapacitivni senzor za detekciju prisustva panel ploče             |
| I0.4   | B3     | Kapacitivni senzor za detekciju prisustva panel ploče             |
| I0.5   | a0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen                                |
| I0.6   | a1     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen                               |
| I0.7   | b0     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen                                |
| I1.0   | b1     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen                               |
| I1.1   | c0     | Rid kontakt klip cilindra C uvučen                                |
| I1.2   | c1     | Rid kontakt klip cilindra C izvučen                               |
| I1.3   | d0     | Rid kontakt klip cilindra D uvučen                                |
| I1.4   | d1     | Rid kontakt klip cilindra D izvučen                               |
| I1.5   | e0     | Rid kontakt klip cilindra E uvučen                                |
| I1.6   | e1     | Rid kontakt klip cilindra E izvučen                               |
| Q0.0   | A2     | Ventil cilindra A – uvlačenje klipa                               |
| Q0.1   | A1     | Ventil cilindra A – izvlačenje klipa                              |
| Q0.2   | B2     | Ventil cilindra B – uvlačenje klipa                               |
| Q0.3   | B1     | Ventil cilindra B – izvlačenje klipa                              |
| Q0.4   | C2     | Ventil cilindra C – uvlačenje klipa                               |
| Q0.5   | C1     | Ventil cilindra C – izvlačenje klipa                              |
| Q1.0   | D2     | Ventil cilindra D – uvlačenje klipa                               |
| Q1.1   | D1     | Ventil cilindra D – izvlačenje klipa                              |
| Q1.2   | E2     | Ventil cilindra E – uvlačenje klipa                               |
| Q1.3   | E1     | Ventil cilindra E – izvlačenje klipa                              |
| Q1.4   | M1     | Rele za upravljanje motorom M1- pokretna traka A                  |
| Q1.5   | M2     | Rele za upravljanje motorom M2- pokretna traka B                  |
| Q1.6   | M3     | Rele za upravljanje motorom M3- pokretanje kružne pile za rezanje |

## Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima:



### Detaljan opis rješenja:

#### Rješenje 1

(Network 1,2): U prvoj liniji se uključuje sistem, dok se u drugoj liniji klipovi cilindara koji u trenutku isključenja sistema nisu bili uvučeni, uvlače sve dok rid kontakti a0, b0, c0 i d0 ne daju znak da je klip cilindra uvučen.

(Network 3): U trećoj liniji se uključuje motor M1 pokretne trake A i to ako senzori B1 i B2 ne registruju prisustvo daske i ako nije izvučen klip cilindra E.

(Network 4-6): U četvrtoj liniji se izvlači klip cilindra E ako se traka A ne kreće, ako senzor B3 detektuje prisustvo daske, ako je klip cilindra bio uvučen u početnom trenutku, te ako nije u toku uvlačenje klipa cilindra E. Izvlačenje cilindra se zaustavlja kada se klip cilindra izvuče do kraja, što se detektuje rid kontaktom e1. U petoj liniji se izvlači klip cilindra B ako se traka A ne kreće, ako je klip cilindra E izvučen do kraja, ako nije setovan memorijski bit M0.1, ako je klip cilindra bio uvučen u početnom trenutku, te ako nije u toku uvlačenje klipa cilindra B. Izvlačenje cilindra se zaustavlja kada se klip cilindra izvuče do kraja, što se detektuje rid kontaktom b1. Na isti način se izvlači i klip cilindra C u šestoj liniji.

(Network 7,8): U liniji 7 se izvlači klip cilindra A i uključuje se motor pile M3 ako su izvučeni klipovi cilindra B i C, ako je resetovan memorijski bit M0.1, te ako je u početnom trenutku klip cilindra bio uvučen. Izvlačenje cilindra se zaustavlja kada se klip cilindra izvuče do kraja, što se detektuje rid kontaktom a1. U osmoj liniji se setuje memorijski bit M0.1 onda kada rid kontakt a1 detektuje da se klip cilindra A izvukao do kraja i ostaje setovan sve dok se sljedeći put ne uključi motor pokretne trake A.

(Network 9-11): U liniji 9 se uvlači klip cilindra A ako je klip bio izvučen u početnom trenutku, ako su izvučeni klipovi cilindra B i C i ako nije aktivno uvlačenje klipa cilindra A. Uvlačenje cilindra se zaustavlja kada se klip cilindra uvuče do kraja, što se detektuje rid kontaktom a0. U desetoj liniji se uvlači klip cilindra B ako je isključen motor M3, uvučen klip cilindra A, ako je u početnom trenutku bio izvučen klip cilindra B, te ako prethodno nije počelo izvlačenje tog istog cilindra. Uvlačenje cilindra se zaustavlja kada se klip cilindra uvuče do kraja, što se detektuje rid kontaktom b0. Na isti način se uvlači i klip cilindra C u liniji 11.

(Network 12-14): U liniji 12 se izvlači klip cilindra D i uključuje se motor pokretne trake B ukoliko je u početnom trenutku uvučen klip cilindra D, te ako je u toku uvlačenje cilindra B i C. Klip cilindra D se izvlači sve dok se ne izvuče do kraja, što se detektuje rid kontaktom d1. Ovaj isti klip cilindra se uvlači u liniji 12 ukoliko je u početnom trenutku bio izvučen do kraja, ako senzori B1 i B2 više ne detektuju prisustvo daske, te ako prethodno nije počelo uvlačenje tog klipa cilindra. Uvlačenje cilindra se zaustavlja kada se klip cilindra uvuče do kraja, što se detektuje rid kontaktom d0. U liniji 14 se uvlači klip cilindra E ako je uvučen klip cilindra D, ako senzori B1 i b2 ne detektuju prisustvo dakse, te ako je u početnom trenutku daska bila izvučena do kraja. Uvlačenje cilindra se zaustavlja kada se klip cilindra uvuče do kraja, što se detektuje rid kontaktom e0.

### Rješenje 1 (STL):

TITLE=Rezanje panel ploca

#### Network 1 // Uključenje sistema

LD I0.1

O M0.0

AN I0.0

= M0.0

#### Network 2

LDN M0.0

LPS

AN I0.5

= Q0.1

LRD

AN I0.7

= Q0.3

LRD

AN I1.1  
= Q0.5

LRD

AN I1.3  
= Q1.1

LPP

AN I1.5  
= Q1.3

**Network 3 // Pokretanje trake A**

LD M0.0

AN I0.2

AN I0.3

AN I1.6  
= Q1.4

**Network 4 // Izvlačenje klipa cilindra E**

LD M0.0

LD I1.5

O Q1.2

ALD

AN Q1.4

A I0.4

AN I1.6

AN Q1.3  
= Q1.2

**Network 5 // Izvlačenje klipa cilindra B**

LD M0.0

LD I0.7

O Q0.2

ALD

AN Q1.4

A I1.6

AN I1.0

AN Q0.3

AN M0.1

= Q0.2

**Network 6 // Izvlačenje klipa cilindra C**

LD M0.0

LD I1.1

O Q0.4

ALD

AN Q1.4

A I1.6

AN I1.2

AN Q0.5

AN M0.1

= Q0.4

**Network 7 // Izvlačenje klipa cilindra A i pokretanje motora pile**

LD M0.0

LD I0.5

O Q0.0

ALD

A I1.2

A I1.0

AN I0.6

AN M0.1

= Q0.0

= Q1.6

**Network 8**

LD I0.6

O M0.1

AN Q1.4

= M0.1

**Network 9 // Uvlačenje klipa cilindra A**

LD M0.0

LD I0.6

O Q0.1

ALD

AN I0.5

A I1.0

A I1.2

AN Q0.0

= Q0.1

**Network 10 // Uvlačenje klipa cilindra B**

LD M0.0

LD I1.0

O Q0.3

ALD

AN Q1.4

A I0.5

AN I0.7

AN Q0.2

= Q0.3

**Network 11 // Uvlačenje klipa cilindra C**

LD M0.0

LD I1.2

O Q0.5

ALD

AN Q1.6

A I0.5

AN I1.1

AN Q0.4

= Q0.5

**Network 12 // Izvlačenje klipa cilindra D i pokretanje motora trake B**

LD M0.0

```
LD I1.3
O Q1.0
ALD
AN I1.4
A Q0.3
A Q0.5
= Q1.0
= Q1.5
```

#### **Network 13 // Uvlačenje klipa cilindra D**

```
LD M0.0
LD I1.4
O Q1.1
ALD
AN I0.2
AN I0.3
```

```
AN I1.3
AN Q1.0
= Q1.1
```

#### **Network 14 // Uvlačenje klipa cilindra E**

```
LD M0.0
LD I1.6
O Q1.3
ALD
AN I0.2
AN I0.3
AN I1.5
A I1.3
AN Q1.2
= Q1.3
```

### **Rješenje 2**

(Network 1-4): U linijama 1-4 vrši se inicijalizacija sistema za rezanje daske. Prvo se sistem uključuje (linija 1), a zatim se u liniji 2 setuje memorijski bit M2.1, kada se pritisne taster START ako nije setovan memorijski bit M2.0. Setovanjem memorijskog bita M2.1 omogućuje se da se klipovi cilindra koji u trenutku isključenja sistema nisu bili uvučeni, uvlače sve dok rid kontakti a0, b0, c0 i d0 ne daju znak da je klip cilindra uvučen (linija 3). U liniji 4 se ispituje da li su svi klipovi cilindra u početnim pozicijama i ako jesu setuje se memorijski bit M2.0, koji automatski resetuje bit M2.1.

(Network 5-13): U linijama 5-13 ispituju se uslovi ulaska u određene korake. U liniji 5 ispituju se uslovi za ulazak u prvi korak, a to su: *setovan memorijski bit M2.0 ili setovan memorijski bit M1.1 (setovan korak 9), uvučen klip cilindra E, senzori B1 i B2 ne detektuju prisustvo boce*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.1, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M0.2 (setovan 2. korak). U liniji 6 ispituju se uslovi za ulazak u drugi korak, a to su: *setovan memorijski bit M0.1 (setovan korak 1), uvučeni klipovi cilindra A, B, C, D i E, senzori B1, B2 i B3 detektuju prisustvo boce*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.2, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M0.3 (setovan 3. korak). U liniji 7 ispituju se uslovi za ulazak u treći korak, a to su: *setovan memorijski bit M0.2 (setovan korak 2) i izvučen klip cilindra E*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.3, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M0.4 (setovan 4 korak). U liniji 8 ispituju se uslovi za ulazak u četvrti korak, a to su: *setovan memorijski bit M0.3 (setovan korak 3), izvučeni klipovi cilindra B i C*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.4, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M0.5 (setovan 5 korak). U liniji 9 ispituju se uslovi za ulazak u peti korak, a to su: *setovan memorijski bit M0.4 (setovan korak 4) i izvučen klip cilindra A*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.6, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M0.6 (setovan 6. korak). U liniji 10 ispituju se uslovi za ulazak u šesti korak, a to su: *setovan memorijski bit M0.5 (setovan korak 5) i uvučen klip cilindra A*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit

M0.6, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M0.7 (setovan 7. korak). U liniji 11 ispituju se uslovi za ulazak u sedmi korak, a to su: *setovan memorijski bit M0.6 (setovan korak 6) i uvučen klipovi cilindra B i C*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M0.7, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M1.0 (setovan 7. korak). U liniji 12 ispituju se uslovi za ulazak u osmi korak, a to su: *setovan memorijski bit M0.7 (setovan korak 7) i izvučen klip cilindra D*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M1.0, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M1.1 (setovan 9 korak). Za kraj se u liniji 13 ispituju se uslovi za ulazak u deveti korak, a to su: *setovan memorijski bit M1.0 (setovan korak 8) i uvučen klip cilindra D*. Kada se ovi uslovi zadovolje setuje se memorijski bit M1.1, koji se resetuje kada se sistem isključi ili kada se setuje memorijski bit M0.1 (setovan 1. korak).

(Network 14-22): U linijama 14-22 izvršavaju se naredbe zadate koracima 1-9. Naime, kada je setovan memorijski bit M0.1 resetuje se uvlačenje klipa cilindra E i uključuje se motor pokretne trake A. Kada je setovan memorijski bit M0.2 isključuje se motor pokretne trake A i izvlači se klip cilindra E. Setovan memorijski bit M0.3 resetuje izvlačenje klipa cilindra E, te setuje izvlačenje klipova cilindra B i C. Kada je setovan memorijski bit M0.4 resetuje se izvlačenje klipova cilindra B i C, setuje se izvlačenje klipa cilindra A i uključuje se motor M3. Setovan memorijski bit M0.5 resetuje izvlačenje klipa cilindra A, isključuje motor pokretne trake M3, te setuje uvlačenje klipa cilindra A. Setovan memorijski bit M0.6 resetuje uvlačenje klipa cilindra A, te setuje uvlačenje klipova cilindra B i C. Kada je setovan memorijski bit M0.7 resetuje se uvlačenje klipova cilindra B i C, a setuje se izvlačenje klipa cilindra D i uključuje se motor pokretne trake B. Setovan memorijski bit M1.0 resetuje motor pokretne trake B, te setuje uvlačenje klipa cilindra D i resetuje izvlačenje klipa cilindra D. I za kraj memorijski bit M1.1 setuje uvlačenje klipa cilindra E i resetuje se uvlačenje klipa cilindra D.

## Rješenje 2 (STL):

TITLE=Rezanje panel ploca

### Network 1 // Uključenje sistema

LD I0.1  
O M0.0  
AN I0.0  
= M0.0

### Network 2

LD I0.1  
O M2.1  
AN M2.0  
= M2.1

### Network 3 // Vraćanje svih klipova cilindra u početni položaj

LD M2.1  
LPS  
AN I0.5  
= Q0.1

LRD

AN I0.7  
= Q0.3

LRD

AN I1.1  
= Q0.5

LRD

AN I1.3  
= Q1.1

LPP

AN I1.5  
= Q1.3

### Network 4 // Svi klipovi su u početnom položaju\_uslov za ulazak u STEP sekvencu

LD I0.5  
A I0.7  
A I1.1  
A I1.3

A I1.5  
= M2.0

**Network 5 // STEP 1\_ uslovi za uključenje motora trake A**

LD M2.0  
O M1.1  
A I1.5  
AN I0.2  
AN I0.3  
LD M0.2  
ON M0.0  
NOT  
A M0.1  
OLD  
= M0.1

**Network 6 // STEP 2\_ uslovi za izvlačenje klipa cilindra E**

LD M0.1  
A I0.2  
A I0.3  
A I0.4  
A I0.5  
A I0.7  
A I1.1  
A I1.3  
A I1.5  
LD M0.3  
ON M0.0  
NOT  
A M0.2  
OLD  
= M0.2

**Network 7 // STEP 3\_ uslovi za izvlačenje klipova cilindara B i C**

LD M0.2  
A I1.6  
LD M0.4  
ON M0.0  
NOT  
LPS  
A M0.3  
= M0.3  
LPP  
ALD  
O M0.3  
= M0.3

**Network 8 // STEP 4\_ uslovi za izvlačenje klipa cilindra A i uključenje motora pile**

LD M0.3  
A I1.0  
A I1.2  
LD M0.5  
ON M0.0  
NOT  
A M0.4  
OLD  
= M0.4

**Network 9 // STEP 5\_ uslovi za uvlačenje klipa cilindra A i isključenje motora pile**

LD M0.4  
A I0.6  
LD M0.6  
ON M0.0  
NOT  
A M0.5  
OLD  
= M0.5

**Network 10 // STEP 6\_ uslovi za uvlačenje klipova cilindara B i C**

LD M0.5  
A I0.5  
LD M0.7  
ON M0.0  
NOT  
A M0.6  
OLD  
= M0.6

**Network 11 // STEP 6\_ uslovi za izvlačenje klipa cilindra D i uključenje motora pokretne B**

LD M0.6  
A I0.7  
A I1.1  
LD M1.0  
ON M0.0  
NOT  
LPS  
A M0.7  
= M0.7  
LPP  
ALD  
O M0.7  
= M0.7

**Network 12 // STEP 7\_ uslovi za uvlačenje klipa cilindra D i isključenje motora trake B**

LD M0.7  
A I1.4

LD M1.1  
ON M0.0  
NOT  
LPS  
A M1.0  
= M1.0  
LPP  
ALD  
O M1.0  
= M1.0

**Network 13 // STEP 8\_ uslovi za uvlačenje  
klipa cilindra E**

LD M1.0  
A I1.3  
LD M0.1  
ON M0.0  
NOT  
LPS  
A M1.1  
= M1.1  
LPP  
ALD  
O M1.1  
= M1.1

**Network 14 // Step 1 – izvršenje naredbe**

LD M0.1  
S Q1.4, 1  
R Q1.3, 1

**Network 15 // Step 2 - izvršenje naredbe**

LD M0.2  
R Q1.4, 1  
S Q1.2, 1

**Network 16 // Step 3 - izvršenje naredbe**

LD M0.3  
R Q1.2, 1

S Q0.2, 1  
S Q0.4, 1

**Network 17 // Step 4 - izvršenje naredbe**

LD M0.4  
R Q0.2, 1  
R Q0.4, 1  
S Q0.0, 1  
S Q1.6, 1

**Network 18 // Step 5 - izvršenje naredbe**

LD M0.5  
R Q1.6, 1  
R Q0.0, 1  
S Q0.1, 1

**Network 19 // Step 6 - izvršenje naredbe**

LD M0.6  
R Q0.1, 1  
S Q0.3, 1  
S Q0.5, 1

**Network 20 // Step 7 - izvršenje naredbe**

LD M0.7  
R Q0.3, 1  
R Q0.5, 1  
S Q1.0, 1  
S Q1.5, 1

**Network 21 // Step 8 - izvršenje naredbe**

LD M1.0  
S Q1.1, 1  
R Q1.5, 1  
R Q1.0, 1

**Network 22 // Step 9 - izvršenje naredbe**

LD M1.1  
S Q1.3, 1  
R Q1.1, 1

Vijci najmanje dužine se sortiraju u kutiji K3, srednje u kutiji K2 i najveće u kutiji K1. Kutija K1 treba biti napunjena sa 200, K2 sa 300 i K3 sa 500 vijka respektivno. Čim je neka od kutija K1, K2 ili K3 napunjena sa zadanim brojem vijaka, zaustavlja se pokretna traka (motor M1), jedan od cilindara A, B ili C izvlači svoj klip i gura napunjenu kutiju sa vijcima K1, K2 ili K3 na odgovarajuću pokretnu traku T1, T2 ili T3 koje su već u pogonu. Svaki od pomenutih cilindara na sebi ima postavljene rid kontakte za detekciju položaja klipa a0, a1, b0, b1, c0, c1, d0, d1, d2, respektivno



Pošto se napunjena kutija sa vijcima nađe na pokretnoj traci i klip cilindra (A, B ili C) koji je prethodno bio izvučen vrati u prvobitni položaj slijedi postavljanje prazne kutije na platformi za punjenje. Uslovi za ovu operaciju su:

- 1) Klip odgovarajućeg cilindra uvučen (rid kontakti a0, b0 ili c0),
- 2) Odgovarajući sensor prisustva kutije na platform za punjenje B4, B5 ili B6 detektuje da nema kutije na platformi za punjenje.

Ukoliko su navedeni uslovi ispunjeni jedan od cilindara E, F ili G spušta magacin sa praznim kutijama na platformu za punjenje, a zatim pripadajući cilindar H, I ili J izvlači klip i gura kutiju za pakovanje vijaka u prednji položaj kako je prikazano na slici x.3. Pošto se kutija za punjenje našla u željenom položaju što se detektuje senzorima B4, B5 ili B6 respektivno proces sortiranja se može nastaviti tako što se ponovo uključi pokretna traka sa vijcima (motor M1).

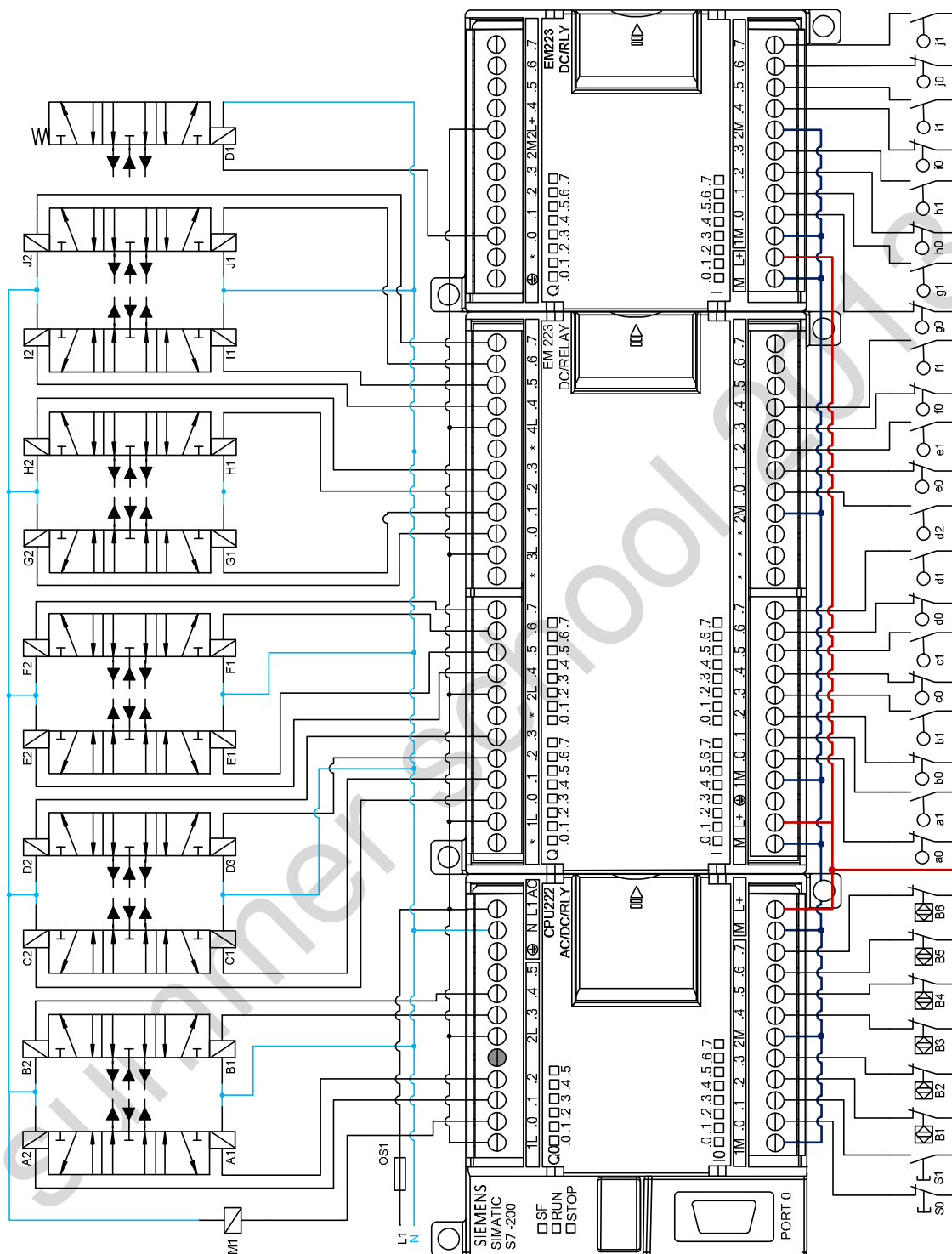
Svi korišteni cilindri su pneumatski upravljani bistabilnim razvodnicima. Izuzetak čini tro-pozicioni cilindar D koji je upravljani sa jednim monostabilnim i jednim bistabilnim razvodnikom kako je prikazano na slici Slika 8.22Slika 8.23.

#### Lista dodjele adresa senzorima i aktuatorima:

| ADRESA | ULAZ | KOMANTAR                                              |
|--------|------|-------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0   | Tastet STOP za isključenje linije za sortiranje       |
| I0.1   | S1   | Tastet START za uključivanje linije za sortiranje     |
| I0.2   | B1   | Opticki senzor za detekciju visine vijaka             |
| I0.3   | B2   | Opticki senzor za detekciju visine vijaka h2          |
| I0.4   | B3   | Opticki senzor za detekciju visine vijaka h1          |
| I0.5   | B4   | senzor prisustva kutije K1 na platformi za sortiranje |
| I0.6   | B5   | senzor prisustva kutije K2 na platformi za sortiranje |
| I0.7   | B6   | senzor prisustva kutije K3 na platformi za sortiranje |
| I1.0   | a0   | rid kontakt klip cilindra A uvucen                    |
| I1.1   | a1   | rid kontakt klip cilindra A izvucen                   |
| I1.2   | b0   | rid kontakt klip cilindra B uvucen                    |
| I1.3   | b1   | rid kontakt klip cilindra B -izvucen                  |
| I1.4   | c0   | rid kontakt klip cilindra C uvucen                    |
| I1.5   | c1   | rid kontakt klip cilindra C izvucen                   |
| I1.6   | d0   | rid kontakt klip cilindra D uvucen                    |
| I1.7   | d1   | rid kontakt klip cilindra D izvucen na pola           |
| I2.0   | d2   | rid kontakt klip cilindra D izvucen                   |
| I2.1   | e0   | rid kontakt klip cilindra E uvucen                    |
| I2.2   | e1   | rid kontakt klip cilindra E izvucen                   |
| I2.3   | f0   | rid kontakt klip cilindra F uvucen                    |
| I2.4   | f1   | rid kontakt klip cilindra F izvucen                   |
| I3.0   | g0   | rid kontakt klip cilindra G uvucen                    |

|             |    |                                        |
|-------------|----|----------------------------------------|
| <b>I3.1</b> | g1 | rid kontakt klip cilindra G izvucen    |
| <b>I3.2</b> | h0 | rid kontakt klip cilindra H uvucen     |
| <b>I3.3</b> | h1 | rid kontakt klip cilindra H izvucen    |
| <b>I3.4</b> | i0 | rid kontakt klip cilindra I uvucen     |
| <b>I3.5</b> | i1 | rid kontakt klip cilindra I izvucen    |
| <b>I3.6</b> | j0 | rid kontakt klip cilindra J uvucen     |
| <b>I3.7</b> | j1 | rid kontakt klip cilindra J izvucen    |
| <b>Q0.0</b> | M1 | Motor za pokretanje trake sa vijcima   |
| <b>Q0.1</b> | A1 | Ventil cilindra A – uvlačenje klipa    |
| <b>Q0.2</b> | A2 | Ventil cilindra A – izvlačenje klipa   |
| <b>Q0.3</b> | B1 | Ventil cilindra B – uvlačenje klipa    |
| <b>Q0.4</b> | B2 | Ventil cilindra B – izvlačenje klipa   |
| <b>Q1.0</b> | C1 | Ventil cilindra C – uvlačenje klipa    |
| <b>Q1.1</b> | C2 | Ventil cilindra C – izvlačenje klipa   |
| <b>Q1.2</b> | D1 | Ventil cilindra D – uvlačenje klipa 1  |
| <b>Q1.3</b> | D2 | Ventil cilindra D – izvlačenje klipa 1 |
| <b>Q1.4</b> | D3 | Ventil cilindra D – izvlačenje klipa 2 |
| <b>Q1.5</b> | E1 | Ventil cilindra E – uvlačenje klipa    |
| <b>Q1.6</b> | E2 | Ventil cilindra E – izvlačenje klipa   |
| <b>Q1.7</b> | F1 | Ventil cilindra F – uvlačenje klipa    |
| <b>Q2.0</b> | F2 | Ventil cilindra F – izvlačenje klipa   |
| <b>Q2.1</b> | G1 | Ventil cilindra G – uvlačenje klipa    |
| <b>Q2.2</b> | G2 | Ventil cilindra G – izvlačenje klipa   |
| <b>Q2.3</b> | H1 | Ventil cilindra H – uvlačenje klipa    |
| <b>Q2.4</b> | H2 | Ventil cilindra H – izvlačenje klipa   |
| <b>Q2.5</b> | I1 | Ventil cilindra I – uvlačenje klipa    |
| <b>Q2.6</b> | I2 | Ventil cilindra I – izvlačenje klipa   |
| <b>Q2.7</b> | J1 | Ventil cilindra J – uvlačenje klipa    |
| <b>Q3.0</b> | J2 | Ventil cilindra J – izvlačenje klipa   |

# Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima



### Detaljan opis rješenja:

(*Network 1,2*): Pritiskom na taster S1 aktivira se kolo samoodržanja i linija za sortiranje vijaka pušta se u rad. Uslov pokretanje trake sa vijcima, odnosno motora M1 je da se prazne kutije za sortiranje vijaka K1, K2 i K3 nalaze na platformi za sortiranje, što se detektuje senzorima B4, B5 i B6, respektivno.

(*Network 3-17*): Ukoliko se kutija za sortiranje vijaka ne nalazi na platformi za sortiranje, neophodno je postaviti je na platformu što se može uraditi u sljedećim koracima:

- 1) Pretpostavimo da kutija K1 nedostaje na platformi što se detektuje senzorom B4. Magacin sa praznim kutijama na platformi za sortiranje spušta se izvlačenjem klipa cilindra E. Prethodno treba osigurati da je klip cilindra A uvučen (rid kontakt a0) da ne bi došlo do kolizije između cilindara A i E,
- 2) Pošto se magacin sa praznim kutijama našao na platformi za sortiranje, sada se izvlačenjem klipa cilindra H prazna kutija gura iz magacina i postavlja u prednji položaj što se detektuje senzorom h1,
- 3) Pošto se prazna kutija našla na odgovarajućoj poziciji na platformi potrebno je klipove cilindara H i E vratiti u prvobitnu poziciju.

Položaj klipova cilindra H i E detektuje se rid kontaktima h0, h1, e0 i e1 respektivno, koji su postavljeni na same cilindre kao što je prikazano na slici Slika 8.22. Opisana procedura je identična i za postavljanje kutija K2 i K3 na platformu za sortiranje, s tim da se manipulaciju kutijama koriste cilindri F,H (kutija K2) i G,J (kutija K3).

(*Network 18-26*): Nakon što se neka od kutija K1, K2 ili K3 na platformi napuni sa odgovarajućim brojem vijaka, ona se dalje gura na jednu od pokretnih traka T1, T2 ili T3 respektivno. Za detekciju visine vijaka na pokretnoj traci koriste se optički senzori B1, B2 i B3, koji inkrementiraju sadržaj pripadajućih brojača C101, C102 i C103.

Kutiju K1 treba napuniti sa 200 vijaka čija je visina h1. Za detekciju ovih vijaka na pokretnoj traci sva tri senzora B1, B2 i B3 u trenutku prolaska vijka moraju da se aktiviraju, jer se radi o najdužem vijku. Tada se inkrementira brojač C101, čija je zadata vrijednost 200. Nakon 200 odbrojanih vijaka stanje brojač C101 zatvara svoje kontakte i dozvoljava izvlačenje klipa cilindra A koji punu kutiju sa vijcima K1 gura na pokretnu traku T1. Pošto sa kutija sa vijcima našla na pokretnoj traci T1 granični rid kontakt cilindra A, a1 zatvara kontakte i klip se automatski uvlači. Istovremeno se resetuje i brojač C101. Pošto se klip cilindra A nađe u početnom položaju (rid kontakt a0), a na platformi za punjenje nedostaje kutija K1 ispunjeni su uslovi za početak procedure postavljanja prazne kutije na platformu za sortiranje.

Opisana procedura je identična i za slučaj guranja punih kutija sa vijcima K2 i K3 na pokretne trake T2 i T3.

(*Network 27-32*): Pošto se sa senzorima B1, B2 i B3 odredi dužina vijka, vijak sa pokretne trake pada na kanalicu preko koje se sortira u odgovarajuću kutiju. To znači da stanja ovih senzora praktično određuju položaj klipa cilindra D koji pomjera kanalicu na željenu poziciju. U zavisnosti od stanja ovih senzora postavljaju se pomoćni bitovi M1.0, M1.1 i M1.2 koji određuju položaj klipa cilindra D, odnosno položaj kanalice za sortiranje vijaka. Neka se na pokretnoj traci nalazi vijak čija je visina h1. Sva tri

senzora B1, B2 i B3 postaju aktivna čime se setuje bit M1.2. Bez obzira u kom se položaju prethodno kanalica za sortiranje našla, klip cilindra D se kompletno izvlači i postavlja kanalicu za sortiranje vijaka na kutiju K1. Pošto cilindar D predstavlja složeni cilindar sa tri položaja on je upravljani sa jednim bistabilnim i jednim monostabilnim razvodnikom, pa da bi se klip cilindra kompletno izvukao potrebno je uključiti špule monostabilnog razvodnika D2 i bistabilnog razvodnika D3.

Ukoliko se na traci nađe vijak čija je visina h2 senzori B1 i B2 postaju aktivni i setuje se bit M1.1. Setovani bit M1.1 aktivira granu koja klip cilindra D postavlja u srednji položaj čime se kanalica za sortiranje postavlja na kutiju K2. Za postavljanje klipa cilindra D u srednji položaj potrebno je uključiti špulu monostabilnog razvodnika D1.

Ako se na pokretnoj traci nađe vijak čija je visina h1 samo je senzor B1 aktivan i setuje se bit M1.0. Setovani bit M1.0 aktivira granu koja kanalicu za sortiranje postavlja iznad kutije K3, tako da je klip cilindra D uvučen. Da bi klip cilindra bio potpuno uvučen potrebno je uključiti špulu bistabilnog razvodnika D1, odnosno potpuno uvući klip cilindra D1.

### Rješenje (STL):

TITLE=LINIJA ZA SORTIRANJE VIJAKA

#### Network 1 // Uključenje sistema

LDN I0.0

LD I0.1

O M0.0

ALD

= M0.0

#### Network 2 // Motor M1 pokreće traku sa vijcima samo ako su sve tri kutije K1, K2 i K3 na platformi za sortiranje

LD M0.0

A I0.5

A I0.6

A I0.7

= Q0.0

= M0.4

#### Network 3 // POSTAVLJANJE PRAZNE KUTIJE K1 NA PLATFORMU ZA SORTIRANJE VIJAKA// postavljane prazne kutije K1 moguće ako senzor S4 detektuje da kutije nema i ako je klip cilindra A uvučen

LDN I0.5

A I1.0

= M0.1

#### Network 4 // Spuštanje magacina sa praznim kutijama izvlačenjem klipa cilindra E

LD M0.0

A M0.1

A I2.1

S Q1.6, 1

R Q1.5, 1

#### Network 5 // Guranje kutije K1 u prednji položaj izvlačenjem klipa cilindra H

LD M0.0

A M0.1

A I2.2

A I3.2

S Q2.4, 1

R Q2.3, 1

S Q0.1, 1

R Q0.2, 1

#### Network 6 // Uvlačenje klipa cilindra H nakon što je kutija K1 postavljena u prednju poziciju na platformi

LD M0.0

AN M0.1

A I3.3

R Q2.4, 1

S Q2.3, 1

#### Network 7 // Uvlačenje klipa cilindra E nakon što je klip cilindra H prethodno uvučen

LD M0.0

AN M0.1

A I3.2

A I2.2

R Q1.6, 1

S Q1.5, 1

**Network 8 // POSTAVLJANJE PRAZNE KUTIJE K2 NA PLATFORMU ZA SORTIRANJE VIJAKA//**  
postavljanje prazne kutije K2 moguće ako senzor S5 detektuje da kutije nema i ako je klip cilindra B uvučen

LDN I0.6

A I1.2

= M0.2

**Network 9 // Spuštanje magacina sa praznim kutijama izvlačenjem klipa cilindra F**

LD M0.0

A M0.2

A I2.3

S Q2.0, 1

R Q1.7, 1

**Network 10 // Guranje kutije K2 u prednji položaj izvlačenjem klipa cilindra I**

LD M0.0

A M0.2

A I2.4

A I3.4

S Q2.6, 1

R Q2.5, 1

S I0.2, 1

R I0.3, 1

**Network 11 // Uvlačenje klipa cilindra I nakon što je kutija K2 postavljena u prednju poziciju na platformi**

LD M0.0

AN M0.2

A I3.5

R Q2.6, 1

S Q2.5, 1

**Network 12 // Uvlačenje klipa cilindra F nakon što je klip cilindra I prethodno uvučen**

LD M0.0

AN M0.2

A I3.4

A I2.4

R Q2.0, 1

S Q1.7, 1

**Network 13 // POSTAVLJANJE PRAZNE KUTIJE K3 NA PLATFORMU ZA SORTIRANJE VIJAKA//**  
postavljanje prazne kutije K3 moguće ako senzor S6 detektuje da kutije nema i ako je klip cilindra C uvučen

LDN I0.7

A I1.4

= M0.3

**Network 14 // Spuštanje magacina sa praznim kutijama izvlačenjem klipa cilindra G**

LD M0.0

A M0.3

A I3.0

S Q2.2, 1

R Q2.1, 1

**Network 15 // Guranje kutije K3 u prednji položaj izvlačenjem klipa cilindra J**

LD M0.0

A M0.3

A I3.1

A I3.6

S Q3.0, 1

R Q2.7, 1

S Q1.0, 1

R Q1.1, 1

**Network 16 // Uvlačenje klipa cilindra I nakon što je kutija K3 postavljena u prednju poziciju na platformi**

LD M0.0

AN M0.3

A I3.7

R Q3.0, 1

S Q2.7, 1

**Network 17 // Uvlačenje klipa cilindra G nakon što je klip cilindra J prethodno uvučen**

LD M0.0

AN M0.3

A I3.6

A I3.1

R Q2.2, 1

S Q2.1, 1

**Network 18 // GURANJE PUNE KUTIJE SA VIJCIMA K1 NA POKRETNU TRAKU T1// Brojač C101 broji vijke u kutiji K1 cija je visina određena senzorom S3**

LD M0.0

A I0.4

A I0.3

A I0.2

LD M2.0

CTU C103, 5

**Network 19 // Puna kutija sa vijcima se izvlačenjem klipa cilindra A gura na pokretnu traku T1**

LD M0.0

A I0.5  
A C103  
A I1.0  
S Q0.2, 1  
R Q0.1, 1  
S Q1.5, 1  
R Q1.6, 1

**Network 20 // Pošto se kutija nađe na pokretnoj traci klip cilindra A se uvlači i resetuje brojač C103**

LD M0.0  
AN I0.5  
A I1.1  
R Q0.2, 1  
S Q0.1, 1  
= M2.0

**Network 21 // GURANJE PUNE KUTIJE SA VIJCIMA K2 NA POKRETNU TRAKU T2// Brojač C102 broji vijke u kutiji K2 čija je visina određena senzorom S2**

LD M0.0  
AN I0.4  
A I0.3  
A I0.2  
LD M2.1  
CTU C102, 5

**Network 22 // Puna kutija sa vijcima se izvlačenjem klipa cilindra B gura na pokretnu traku T2**

LD M0.0  
A I0.6  
A C102  
A I1.2  
S I0.3, 1  
R I0.2, 1  
S Q1.7, 1  
R Q2.0, 1

**Network 23 // Pošto se kutija nađe na pokretnoj traci klip cilindra B se uvlači i resetuje brojač C102**

LD M0.0  
AN I0.6  
A I1.3  
R I0.3, 1  
S I0.2, 1  
= M2.1

**Network 24 // GURANJE PUNE KUTIJE SA VIJCIMA K3 NA POKRETNU TRAKU T3// Brojač**

**C102 broji vijke u kutiji K2 čija je visina određena senzorom S1**

LD M0.0  
AN I0.4  
AN I0.3  
A I0.2  
LD M2.2  
CTU C101, 5

**Network 25 // Puna kutija sa vijcima se izvlačenjem klipa cilindra C gura na pokretnu traku T3**

LD M0.0  
A I0.7  
A C101  
A I1.4  
S Q1.1, 1  
R Q1.0, 1  
S Q2.1, 1  
R Q2.2, 1

**Network 26 // Pošto se kutija nađe na pokretnoj traci klip cilindra C se uvlači i resetuje brojač C101**

LD M0.0  
AN I0.7  
A I1.5  
R Q1.1, 1  
S Q1.0, 1  
= M2.2

**Network 27 // POMJERANJE KANALICE (OLUKA) ZA SORTIRANJE VIJAKA SA CILINDROM D// Izbor položaja cilindra D u slučaju da je dužina vijka na pokretnoj traci h1 (aktivan senzor S1)**

LD M0.4  
LD I0.2  
AN I0.3  
AN I0.4  
LD M1.0  
AN M1.1  
AN M1.2  
OLD  
ALD  
= M1.0

**Network 28 // Izbor položaja cilindra D u slučaju da je dužina vijka na pokretnoj traci h2 (aktivni senzori S1 i S2)**

LD M0.4  
LD I0.2

A I0.3  
AN I0.4  
LD M1.1  
AN M1.0  
AN M1.2  
OLD  
ALD  
= M1.1

**Network 29 // Izbor položaja cilindra D u slučaju da je dužina vijka h3 (aktivni senzori S1,S2 i S3)**

LD M0.4  
LD I0.2  
A I0.3  
A I0.4  
LD M1.2  
AN M1.0  
AN M1.1  
OLD  
ALD  
= M1.2

**Network 30 // Postavljanje klipa cilindra D u položaj d0 - vijak se smješta u kutiju K3**

LD M1.0  
LDN I1.6  
O I1.7

O I2.0  
ALD  
S Q1.2, 1  
R Q1.3, 1  
R Q1.4, 1

**Network 31 // Postavljanje klipa cilindra D u položaj d1 - vijak se smješta u kutiju K2**

LD M1.1  
LD I1.6  
ON I1.7  
O I2.0  
ALD  
R Q1.2, 1  
S Q1.3, 1  
R Q1.4, 1

**Network 32 // Postavljanje klipa cilindra D u položaj d2 - vijak se smješta u kutiju K1**

LD M1.2  
LD I1.6  
O I1.7  
ON I2.0  
ALD  
R Q1.2, 1  
S Q1.3, 1  
S Q1.4, 1

### **Zadatak 19:** Linija za pakovanje boca u kutiju

Na slici Slika 8.25 prikazana je linija za pakovanje boca u kutije. Prazne kutije za boce pokretna traka T2 (motor M2) dovozi na mjesto za pakovanje, koje je određeno položajem kapacitivnih blizinskih senzora B2 i B6.

Na pokretnoj traci T1 koju pogoni motor M1 nalaze se pune boce koje treba smjestiti u prazne kutije. Pokretna traka T1 (motor M1) se zaustavlja kada optički senzori B1 detektuju punu bocu na traci. Kretanje pokretne trake T2, odnosno motora M2 upravljano je sensorima B2, B3, B4 i B5 respektivno, koji detektuju prazan red u kutiji za pakovanje.

Neka se prazna kutija našla u poziciji određenoj blizinskim senzorom B2, a puna boca u poziciji određenoj senzorom B1. Procedura smještanja pune boce u kutiju odvija se u sljedećim koracima:

- 1) Klipovi pneumatskih cilindara A i B čine hvataljku za prihvatanje pune boce. Izvlačenjem ovih klipova hvataljka prihvata bocu sa pokretne trake T1
- 2) Klip cilindra C koji je u početnoj poziciji bio izvučen uvlači se i podiže pristroj za smještanje boca u kutiju,
- 3) Klip Cilindra D iz početne pozicije određene rid kontaktom d3 uvlači se i postavlja u poziciju određenu položajem rid kontakta d2,
- 4) Klip cilindra C izvlači se i spušta pristroj za pakovanje boca,
- 5) Klipovi cilindra A i B se uvlače, hvataljka otpušta bocu i ona se postavlja u kutiji na poziciju 1 (slika X.2)

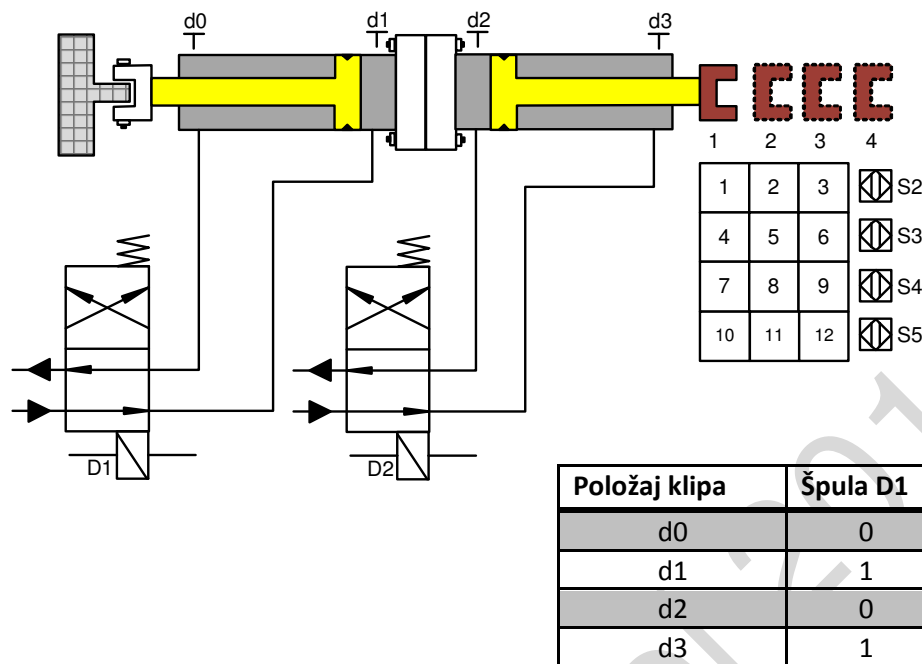
Pošto je boca smještena u kutiju slijede koraci za vraćanje pristroja za pakovanje u početni položaj:

- 1) Uvlači se klip cilindra C i podiže pristroj za pakovanje boca,
- 2) Klip cilindra D postavlja se u položaj d3
- 3) Klip cilindra C se izvlači i postavlja hvataljku (cilindri A, B) na mjesto prihvatanja nove boce sa pokretne trake T1 iza senzora B1.

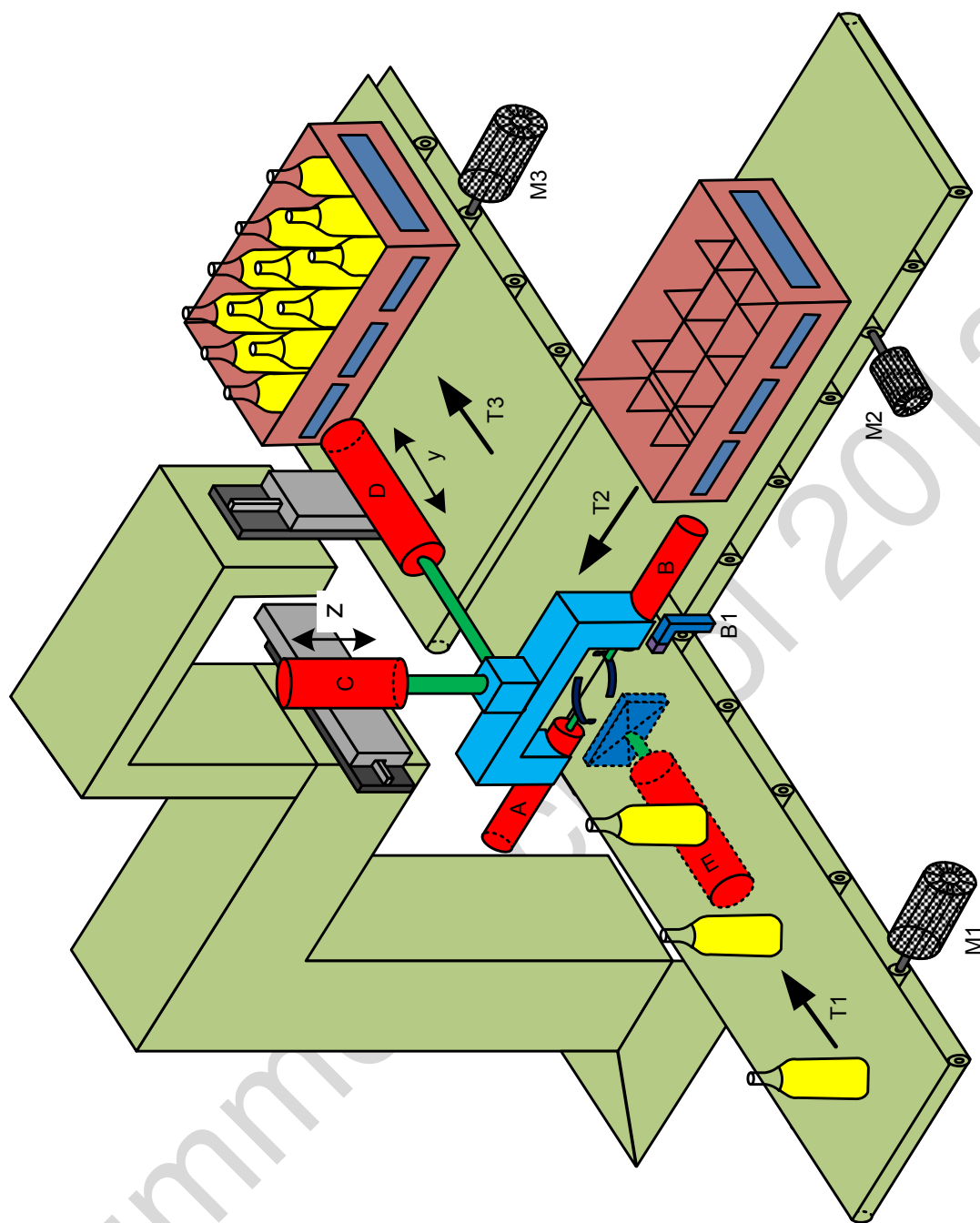
Sljedeća puna boca sa pokretne trake T1 prihvaća se hvataljkom koju čine klipovi cilindara A i B, uvlači se klip cilindra C koji podiže pristroj za pakovanje boca, a cilindar D iz pozicije d3 postavlja se u poziciju d2 da bi se boca postavila na mjesto 2 u kutiji. Na isti način se i naredna boca sa pokretne trake T1 postavi u kutiju na poziciju 3. Nakon toga pokretna traka P2 (motor M2) se pomjera naprijed (senzor B3) tako da je novi prazni red u kutiji spreman za punjenje.

Kada su sve boce postavljene u kutiju izvlači se klip cilindra E koji punu kutiju sa bocama gura na pokretnu traku T3 (motor M3). Pokretna traka odvozi kutiju sa bocama sa linije za pakovanje i zaustavlja se nakon 10s. Nakon toga ponovo se uključuje pokretna traka T2 i prazna kutija se priprema za pakovanje.

Svi korišteni cilindri su pneumatski upravljani bistabilnim razvodnicima. Izuzetak čini četvoropoložajni cilindar D koji je upravljani sa dva monostabilna razvodnika D1 i D2 kako je prikazano na slici Slika 8.24.



**Slika 8.24** Složeni četvoro-položajni cilindar

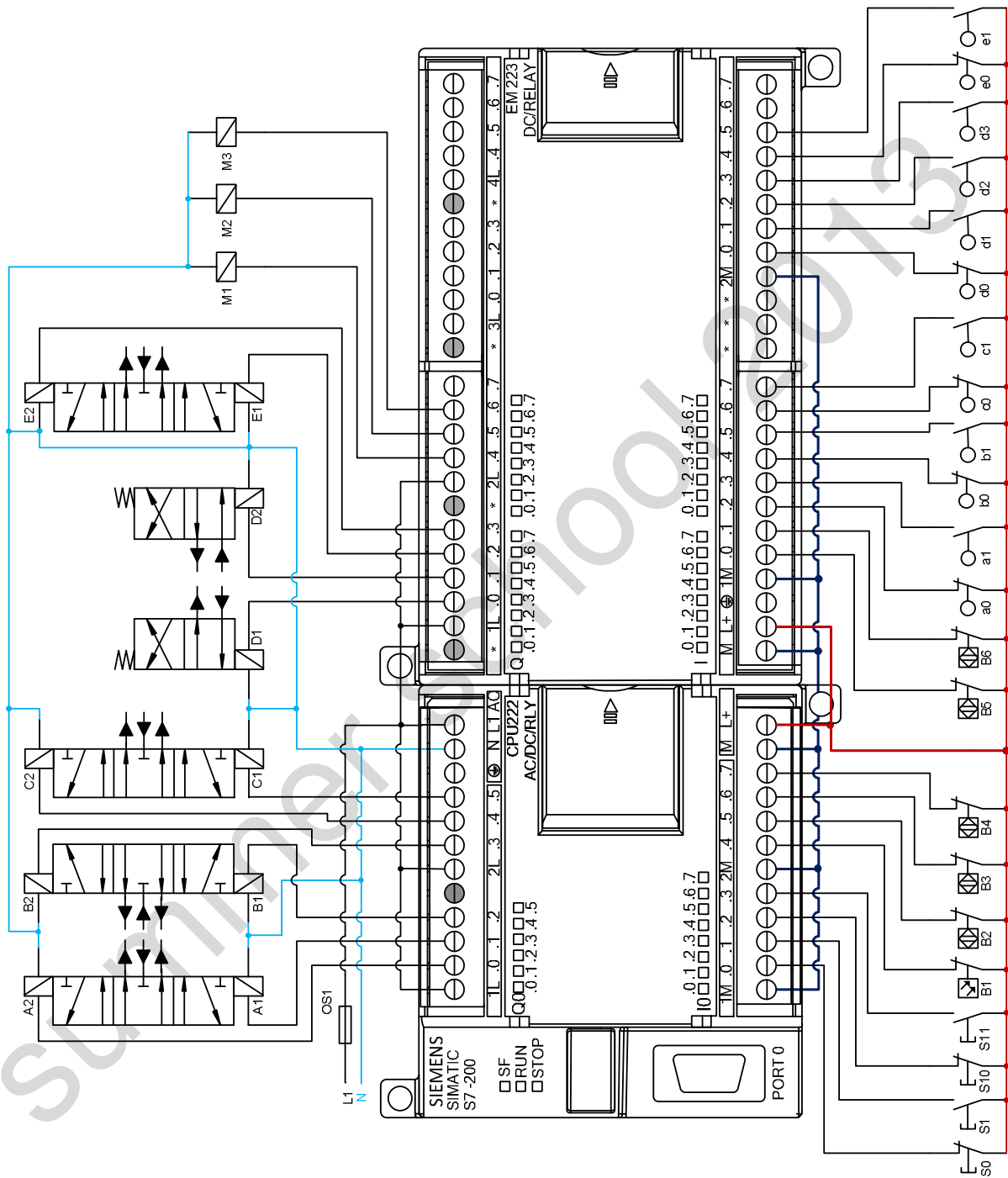


Slika8.25 Linija za pakovanje boca u kutiju

Lista dodjele adresa sensorima I aktuatorima:

| ADRESA | SIMBOL | KOMANTAR                                                                       |
|--------|--------|--------------------------------------------------------------------------------|
| I0.0   | S0     | Tastet STOP za isključenje linije za pakovanje boca                            |
| I0.1   | S1     | Tastet START za uključanje linije za pakovanje boca                            |
| I0.2   | S10    | Taster STOP za zaustavljanje pokretne trake T2                                 |
| I0.3   | S11    | Taster START za pokretanje pokretne trake T2                                   |
| I0.4   | B1     | Optički senzor za detekciju boca na pokretnoj traci T1                         |
| I0.5   | B2     | Kapacitivni senzor za detekciju praznog reda u kutiji za boce                  |
| I0.6   | B3     | Kapacitivni senzor za detekciju praznog reda u kutiji za boce                  |
| I0.7   | B4     | Kapacitivni senzor za detekciju praznog reda u kutiji za boce                  |
| I1.0   | B5     | Kapacitivni senzor za detekciju praznog reda u kutiji za boce                  |
| I1.1   | B6     | Kapacitivni senzor za detekciju prazne kutije na pocetku procesa punjenja boca |
| I1.2   | a0     | Rid kontakt klip cilindra A uvučen                                             |
| I1.3   | a1     | Rid kontakt klip cilindra A izvučen                                            |
| I1.4   | b0     | Rid kontakt klip cilindra B uvučen                                             |
| I1.5   | b1     | Rid kontakt klip cilindra B izvučen                                            |
| I1.6   | c0     | Rid kontakt klip cilindra C uvučen                                             |
| I1.7   | c1     | Rid kontakt klip cilindra C izvučen                                            |
| I2.0   | d0     | Rid kontakt klip cilindra D uvučen                                             |
| I2.1   | d1     | Rid kontakt klip cilindra D izvučen na 1/3                                     |
| I2.2   | d2     | Rid kontakt klip cilindra D izvučen na 2/3                                     |
| I2.3   | d3     | Rid kontakt klip cilindra D izvučen potpuno                                    |
| I2.4   | e0     | Rid kontakt klip cilindra E uvučen                                             |
| I2.5   | e1     | Rid kontakt klip cilindra E izvučen                                            |
| Q0.0   | A1     | Špula klipa cilindra A - uvlačenje                                             |
| Q0.1   | A2     | Špula klipa cilindra A - izvlačenje                                            |
| Q0.2   | B1     | Špula klipa cilindra B - uvlačenje                                             |
| Q0.3   | B2     | Špula klipa cilindra B - izvlačenje                                            |
| Q0.4   | C1     | Špula klipa cilindra C - uvlačenje                                             |
| Q0.5   | C2     | Špula klipa cilindra C - izvlačenje                                            |
| Q1.0   | D1     | Špula klipa 1 cilindra D - izvlačenje                                          |
| Q1.1   | D2     | Špula klipa 2 cilindra D - izvlačenje                                          |
| Q1.2   | E1     | Špula klipa cilindra E - uvlačenje                                             |
| Q1.3   | E2     | Špula klipa cilindra E - izvlačenje                                            |
| Q1.4   | M1     | Motor za pogon popkretne trake T1                                              |
| Q1.5   | M2     | Motor za pogon popkretne trake T2                                              |
| Q1.6   | M3     | Motor za pogon popkretne trake T3                                              |

# Šema povezivanja PLC-a sa senzorima i aktuatorima



## Detaljan opis rješenja

(Network 1,2): Da bi se linija za pakovanje boca pustila u pogon preduslov je da su svi cilindri u početnom položaju, odnosno da su klipovi cilindra A, B, i E uvučeni, a da su klipovi cilindra C i D izvučeni. U linijama 1 i 2 se zadaju naredbe za uvlačenje/izvlačenje klipova cilindra, a zatim se pomoću rid kontakata a0, b0, c1, i e0 provjerava da li su klipovi u zadatom stanju.

(Network 3,4): Pritiskom na taster S1 uključuje se sistem za pakovanje boca. Zatim se ispituje da li su klipovi u zadatim pozicijama i ako jesu setuje se memorijski bit M0.6 koji omogućava pokretanje traka T1 (motor M1) i T2 (motor M2).

(Network 5,6): U liniji 3 se ispituju uslovi za pokretanje trake T2 koja doprema kutije do mjesta za punjenje. Traka se pokreće ako se kutija ne nalazi na mjestu za pakovanje ili ako je jedan red popunjen bocama, pa na mjesto za pakovanje treba dovesti sljedeći red. Senzori kojima se ispituje prisustvo kutije, odnosno nekog reda su B2, B3, B4, B5 i B6. U liniji 4 se traka T2 pokreće ako su svi klipovi u početnim pozicijama (bit M0.6 setovan) i ako je jedan od gore navedenih uslova zadovoljen.

(Network 7): Pokreće se traka T1 i to ako je prisutan red koji treba napuniti bocama (senzori B2, B3, B4 i B5), ne kreće se traka T2, boca nije prisutna na mjestu sa koga se prenosi u kutiju (senzor B1), svi klupovi su u početnim pozicijama, i nisu setovani memorijski bitovi M0.2, M0.3 i M0.4, što znači da nije u toku proces guranja kutije napunjene bocama na pokretnu traku T3 (motor 3).

(Network 8-11): Potrebno je onemogućiti izvlačenje i uvlačenje klipova cilindra kada je u toku pomijeranje jednog reda kutije. To se izvodi korišćenjem memorijskih bitova M1.1, M1.2 i M1.3, koji se setuju kada je stanje brojača koji broji boce ubačene u kutiju 3, 6, odnosno 9.

(Network 12-21): U linijama 10 – 21 flaša se sa pokretne trake T1 prebacuje na odgovarajuće mjesto u kutiju. To se izvodi u sljedećim koracima:

1. Svi klipovi su u pocetnim položajima (M0.6), pokretne trake T1 i T2 zaustavljene i boca se nalazi ispred senzora B1, izvlače se klipovi cilindra A i B, prihvatajući pri tome bocu.
2. Kada rid kontakti a1 i b1 daju znak da je boca uhvaćena uvlači se klip cilindra C podižući hvataljku sa bocom.
3. Nakon što rid kontakt c0 da znak da je boca podignuta, odnosno da je kli cilindra C uvučen, uvlači se klip cilindra D i boca se postavlja iznad praznog mjesta u kutiji. Da li će se klip cilindra D uvući do pozicije d2, d1 ili d0 zavisi od stanja brojača boca koje su spakovane u kutiju.
4. Kada se klip cilindra D smjesti na poziciju d2, d1 ili d0, izvlači se klip cilindra C i spušta bocu na prazno mjesto u kutiji, zatim se uvlače klipovi cilindra A i B koji ispuštaju bocu na željenu poziciju.
5. Nakon što se provjeri stanje rid kontakata a0 i b0, koji treba da daju znak da su klipovi uvučeni, ponovo se uvlači klip cilindra C, zatim se izvlači klip cilindra D do pozicije d3 i na kraju se izvlači klip cilindra C do pozicije c1, pri čemu su svi klipovi u početnim pozicijama i sistem je spreman za prihvatanje nove boce.

Nakon što je prva boca smještena na poziciju 1 u kutiji slijedi smještanje boca na pozicije 2, 3, 4,..., 12.. Koraci su identični kao i u prethodnom slučaju, a jedina razlika je u pomjeranju klipa cilindra D koji prvo ide na poziciju d3, zatim na d2, pa d1 i ta sekvenca se ponavlja 3 puta. Da bi se obezbijedilo korektno pozicioniranje pristroja za pakovanje boca, odnosno korektno izvlačenje klipa četvero-

položajnog cilindra upotrebljen je brojač C101 čiji sadržaj označava redni broj boce koja se smješta u kutiju. Tako, na primjer ako je sadržaj brojača 1, 4, 7 i 10 respektivno, klip cilindra D se uvlači u položaj d3 i postavlja pristroj za pakovanje u krajnji lijevu kolnu u kutiji. Analogno prethodnom slučaju, ukoliko je sadržaj brojača 2,5,8 i 11 respektivno, klip cilindra D se uvlači u položaj d2 i postavlja pristroj za pakovanje u srednju kolonu u kutiji. Ista diskusija važi i za smještanje boca u krajnju desnu kolonu.

(Network 22-27): Pošto su sve boce smještene u kutiju, setuje se memorijski bit M0.2 koji onemogućava kretanje trake T1. Zatim se izvlači klip cilindra E i kutija napunjena bocama gura se na pokretnu traku T3. Istovremeno sa izvlačenjem klipa cilindar C aktivira se pokretna traka T3 (motor M3) koja odvozi kutije sa bocama sa linije za punjenje. Pokretna traka T3 uključena je 10s. Pošto se klip cilindra C vrati u početni položaj, uključuje se pokretna traka T2 i nova prazna kutija se doprema do pristroja za pakovanje boca. Opisani postupak pakovanja boca u kutiju se ponavlja. Linija za pakovanje boca zaustavlja se pritiskom na taster S0.

### Rješenje (STL):

TITLE=Pakovanje boca u kutiju

#### Network 1// Po isključenju PLC-a klipovi cilindra se postavljaju u početni položaj

LDN M0.0

LPS

AN I1.2

S Q0.0, 1

LRD

AN I1.4

S Q0.2, 1

LRD

AN I1.7

S Q0.5, 1

LRD

AN I2.3

S Q1.0, 1

S Q1.1, 1

LPP

AN I2.4

S Q1.2, 1

#### Network 2 // Provjerava se da li su klipovi cilindra dosli u početni položaj

LDN M0.0

LPS

A I1.2

R Q0.0, 1

LRD

A I1.4

R Q0.2, 1

LRD

A I1.7

R Q0.5, 1

LPP

A I2.4

R Q1.2, 1

#### Network 3 // Uključenje sistema

LD IO.1

O M0.0

AN IO.0

= M0.0

#### Network 4 // Zbirni uslov klipovi svih cilindara u početnom položaju

LD M0.0

A I1.2

A I1.4

A I1.7

A I2.3

A I2.4

= M0.6

#### Network 5 // Pomoćni bit koji određuje uslov da pokretna traka T2 krene kad je kutija prazna ili je napunjen njen 1,2 ili 3 red sa bocama

LD M0.6

LDN IO.5

AN IO.6

AN IO.7

AN I1.0

AN I1.1

LD M1.1

A I0.5  
 AN I0.6  
 AN I0.7  
 AN I1.0  
 OLD  
 LD M1.2  
 A I0.5  
 A I0.6  
 AN I0.7  
 AN I1.0  
 OLD  
 LD M1.3  
 A I0.5  
 A I0.6  
 A I0.7  
 AN I1.0  
 OLD  
 ALD  
 = M1.0  
**Network 6 // Uključenje motora pokretne trake T2**  
 LD M0.6  
 LD I0.3  
 O Q1.5  
 AN I0.2  
 OLD  
 A M1.0  
 = Q1.5  
**Network 7 // Uključenje motora pokretne trake T1**  
 LD M0.6  
 LD I0.5  
 O I0.6  
 O I0.7  
 O I1.0  
 ALD  
 AN Q1.5  
 AN I0.4  
 AN M0.2  
 AN M0.3  
 AN M0.4  
 = Q1.4  
**Network 8 // Uslovi za zaustavljanje izvlačenja klipova cilindara kada treba pomjeriti red kutije**  
 LDN I2.3  
 LPS  
 AW= C101, 3

S M1.1, 1  
 LRD  
 AW= C101, 6  
 S M1.2, 1  
 LPP  
 AW= C101, 9  
 S M1.3, 1  
**Network 9 // Resetovanje pomoćnog bita M1.1**  
 LD I0.6  
 R M1.1, 1  
**Network 10 // Resetovanje pomoćnog bita M1.2**  
 LD I1.0  
 R M1.2, 1  
**Network 11 // Resetovanje pomoćnog bita M1.3**  
 LD I1.0  
 R M1.3, 1  
**Network 12 // Ako su svi klipovi u početnom položaju, trake T1 i T2 zaustavljene i kutija u početnoj poziciji izvlače se klipovi cilindara A i B**  
 LD M0.6  
 A I0.4  
 AN Q1.4  
 AN Q1.5  
 S Q0.1, 1  
 R Q0.0, 1  
 S Q0.3, 1  
 R Q0.2, 1  
**Network 13 // Uvlači se klip cilindra C**  
 LDN Q1.4  
 AN Q1.5  
 A I1.3  
 A I1.5  
 A I1.7  
 A I2.3  
 A I2.4  
 S Q0.4, 1  
 R Q0.5, 1  
**Network 14 // Uvlači se klip cilindra D na poziciju d2**  
 LDN Q1.4  
 AN Q1.5  
 LDW= C101, 1  
 OW= C101, 4  
 OW= C101, 7  
 OW= C101, 10

ALD

A I1.3

A I1.5

A I1.6

A I2.3

A I2.4

R Q1.0, 1

S Q1.1, 1

**Network 15 // Uvlači se klip cilindra D na poziciju d1**

LDN Q1.4

AN Q1.5

LDW= C101, 2

OW= C101, 5

OW= C101, 8

OW= C101, 11

ALD

A I1.3

A I1.5

A I1.6

A I2.3

A I2.4

R Q1.1, 1

S Q1.0, 1

**Network 16 // Uvlači se klip cilindra D na poziciju d0**

LDN Q1.4

AN Q1.5

LDW= C101, 3

OW= C101, 6

OW= C101, 9

O M0.2

ALD

A I1.3

A I1.5

A I1.6

A I2.3

A I2.4

R Q1.0, 1

R Q1.1, 1

**Network 17 // Izvlači se klip cilindra C**

LDN Q1.4

AN Q1.5

A I1.3

A I1.5

A I1.6

LDW= C101, 1

OW= C101, 4

OW= C101, 7

OW= C101, 10

A I2.2

LDW= C101, 2

OW= C101, 5

OW= C101, 8

OW= C101, 11

A I2.1

OLD

LDW= C101, 3

OW= C101, 6

OW= C101, 9

O M0.2

A I2.0

OLD

ALD

A I2.4

S Q0.5, 1

R Q0.4, 1

**Network 18 // Uvlače se klipovi cilindra A i B**

LDN Q1.4

AN Q1.5

A I1.3

A I1.5

A I1.7

LD I2.2

O I2.1

O I2.0

ALD

A I2.4

S Q0.0, 1

R Q0.1, 1

S Q0.2, 1

R Q0.3, 1

**Network 19 // Uvlači se klip cilindra C**

LDN Q1.4

AN Q1.5

A I1.2

A I1.4

A I1.7

LD I2.2

O I2.1

O I2.0

ALD

A I2.4

S Q0.4, 1

R Q0.5, 1

**Network 20 // Izvlači se klip cilindra D do pozicije d3**

LDN Q1.4  
AN Q1.5  
A I1.2  
A I1.4  
A I1.6  
LD I2.2  
O I2.1  
O I2.0

ALD

A I2.4  
S Q1.0, 1  
S Q1.1, 1

**Network 21 // Izvlači se klip cilindra C**

LDN Q1.4  
AN Q1.5  
A I1.2  
A I1.4  
A I1.6  
A I2.3  
A I2.4  
S Q0.5, 1  
R Q0.4, 1

**Network 22 // Pomoćni bit za registrovanje 12 boce na pokretnoj traci**

LD C101  
S M0.2, 1

**Network 23 // Pomoćni bit koji sprječava izvlačenje klipova cilindra A i B kada se kutija napuni sa 12 boca**

LDN I2.3

A M0.2

S M0.4, 1

**Network 24 // Izvlači se klip cilindra E**

LD M0.6

A M0.4

A I2.4

S Q1.3, 1

R Q1.2, 1

**Network 25 // Uvlači se klip cilindra E**

LD I2.5

S Q1.2, 1

R Q1.3, 1

R M0.2, 1

S M0.3, 1

R M0.4, 1

**Network 26 // Tajmer za mjerenje 10s kretanja motora M3**

LD M0.3

AN T37

TON T37, 100

= Q1.6

**Network 27**

LD T37

R M0.3, 1

R Q1.2, 1

**Network 28 // Brojač boca u na pokretnoj traci.**

LD I0.4

A M0.6

LD C101

CTU C101, 12

## INDEKS POJMOVA

### A

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| adrese                  | 36, 37, 39 |
| adresiranje             | 34         |
| aktuator                | 4, 28      |
| akumulator              | 37         |
| akumulirana vrijednost  | 41         |
| akumulirano vrijeme     | 41         |
| analogni ulazni moduli  | 1          |
| analogni ulazni uređaji | 1, 17      |
| apsolutni enkodori      | 21         |
| asinhroni motor         | 74         |

### B

|                                        |                                                 |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| bajt                                   | 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40                      |
| bar kod                                | 15                                              |
| bar kod olovke                         | 15                                              |
| bar kod skeneri                        | 15                                              |
| bimetalne trake                        | 26                                              |
| bimetalni kontakt                      | 5                                               |
| binarne vrijednosti                    | 92                                              |
| binarni brojevi                        | 92                                              |
| binarni kod                            | 21                                              |
| binarni zapis                          | 15                                              |
| bistabilni razvodnik                   | 99, 113, 116, 123, 208, 214, 215, 232, 236, 240 |
| bit 33, 34, 35, 36, 37, 39, 41, 51, 52 |                                                 |
| bit brojača                            | 37                                              |
| bit logičke operacije                  | 33                                              |
| bit memorijsko polje                   | 36                                              |
| brojač                                 | 45                                              |
| brojač na dole                         | 45                                              |

### C

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| centrifugalna sila                                 | 8   |
| centrifugalni prekidači                            | 8   |
| četvoro-položajni cilindar                         | 241 |
| CTD ( <i>Count Down</i> – brojač na dole)          | 44  |
| CTU ( <i>Count Up</i> – brojač na gore)            | 44  |
| CTUD ( <i>Count Up/Down</i> – brojač na gore/dole) | 44  |

### D

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| difuzni senzori                                     | 13  |
| diskretne ulazne komponente                         | 1   |
| diskretne vrijednosti                               | 5   |
| diskretni davač                                     | 5   |
| diskretni izlazni moduli                            | 22  |
| dvije linije za montažu sa devet transportnih traka | 192 |
| dvopolni releji                                     | 24  |
| dvosmjerni pneumatski cilindri                      | 30  |
| dvostruka riječ                                     | 33  |
| džojstik prekidači                                  | 3   |

### E

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| eleastični element                     | 19 |
| elektromagnetni ventili                | 28 |
| elektromagnetski bistabilni razvodnici | 31 |
| elektromagnetski bistabilni releji     | 29 |
| elektromagnetsko polje                 | 23 |
| elektromehanički releji                | 22 |
| elektromotor                           | 61 |
| elektronski procesni prekidači         | 9  |
| enkodori                               | 20 |

### F

|                 |     |
|-----------------|-----|
| fotočelija      | 204 |
| fotodiode       | 12  |
| fotoopornici    | 12  |
| fototranzistori | 12  |

### G

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| granični prekidači   | 4, 57, 61, 64, 66, 135, 138, 204 |
| grebenaste preklapke | 3                                |
| Grejov kod           | 21                               |
| grupne preklapke     | 3                                |

### I

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| identifikator memorijskog polja | 34 |
| Ikonica izlaz                   | 52 |

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Ikonica kontakt                  | 52      |
| Ikonica normalno otvoren kontakt | 52      |
| induktivni senzor                | 93      |
| induktivni senzori prisustva     | 10, 187 |
| industrijski procesi             | 1       |
| linija za pakovanje              | 126     |
| instalacioni kontakti            | 25      |
| interapt rutine                  | 39      |
| interfejs mrežnog parametra      | 49      |
| izborni prekidači                | 2       |
| izlazne komponente               | 22      |
| izlazni moduli                   | 39      |
| izvršni organi                   | 22      |

## J

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| jednopolni releji                | 24 |
| jednosmjerni pneumatski cilindri | 30 |
| jednosmjerni tahogenerator       | 20 |

## K

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| kapacitivni senzori prisustva                                                      | 10  |
| kapilarni termostati                                                               | 5   |
| kombinaciona logička kola                                                          | 56  |
| kombinovani kontakti                                                               | 1   |
| kontakti                                                                           | 24  |
| kontakti za motore                                                                 | 26  |
| kontakti za uključenje/isključenje kondenzatora za kompenzaciju reaktivne energije | 25  |
| kontrola otvaranja/zatvaranja vrata pećnice                                        | 64  |
| kontrola rada pumpi                                                                | 67  |
| kontrola saobraćaja                                                                | 78  |
| kontrola saobraćaja tokom radova na putu                                           | 78  |
| Kontrola ventilatora                                                               | 54  |
| kran za dizanje tereta                                                             | 135 |

## L

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| LAD - leder dijagram                       | 41  |
| laserske diode                             | 12  |
| LED diode                                  | 12  |
| leder dijagram                             | 49  |
| linija za farbanje                         | 170 |
| linija za montažu sa četiri pokretne trake | 187 |
| linija za pakovanje                        | 126 |
| linija za pakovanje boca u kutiju          | 240 |
| linija za punjenje boca tabletama          | 132 |

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| linija za rezanje panel ploča                              | 220 |
| linija za sortiranje                                       | 129 |
| linija za sortiranje daske                                 | 200 |
| linija za sortiranje kutija                                | 208 |
| linija za sortiranje vijaka                                | 230 |
| linija za transport dijelova sa sortiranjem                | 103 |
| linija za transport predmeta                               | 96  |
| lista instrukcija                                          | 49  |
| lokalna memorija                                           | 38  |
| lokalna memorija za prenos parametara kod poziva procedura | 33  |

## M

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| magnetni rid prekidači                          | 4     |
| mašina za pečatanje                             | 82    |
| mehanički prekidači                             | 1     |
| memorija namijenjena za realizaciju sekvencera  | 33    |
| memorija za rad sa analognim ulaznim modulima   | 33    |
| memorija za rad sa brojačima                    | 33    |
| memorija za rad sa tajmerima                    | 33    |
| memorija za rada sa analognim izlaznim modulima | 33    |
| memorijska polja                                | 33    |
| mirni kontakti                                  | 1, 24 |
| monostabilni razvodnik                          | 93    |
| motor starteri                                  | 26    |
| motorne sklopke                                 | 3     |

## N

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| naizmenični tahogenerator   | 20 |
| namotaji spoj trougao       | 71 |
| namotaji spoj zvijezda      | 71 |
| nivo prekidači              | 7  |
| normalno otvoreni kontakti  | 11 |
| normalno zatvoreni kontakti | 11 |

## O

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| oblikovanje predmeta                              | 113 |
| operatorski panel                                 | 135 |
| optoelektronski senzori prisustva                 | 12  |
| optoelektronski senzori sa optičkim zrakom        | 13  |
| optoelektronski senzori sa refleksijom na objektu | 12  |
| otpornički temperaturni senzori                   | 18  |
| otvaranje/zatvaranje kapije                       | 61  |

---

**P**

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| pneumatski razvodnici                            | 31  |
| pobudna struja namotaja                          | 24  |
| podešavanje komunikacije                         | 48  |
| pokretanje motora pomoću otpornika u kolu rotora | 74  |
| pokretanje motora zvijezda/trougao               | 71  |
| postavljena vrijednost tajmera                   | 40  |
| prekostrujne zaštita                             | 26  |
| presa sa zaštitnim kavezom                       | 117 |
| presostati                                       | 6   |
| pripremanje i punjenje smješe u boce             | 177 |
| privremeno skladištenje dijelova u magacinu      | 85  |
| procesni prekidači                               | 5   |
| procesni prekidači protoka                       | 8   |
| programabilni logički kontroler                  | 57  |
| programiranje brojača                            | 44  |
| programiranje tajmera                            | 40  |
| prozor za unos programa                          | 50  |
| punjenje boca tabletama                          | 120 |
| punjenje posuda tečnošću                         | 204 |
| punjenje rezervoara                              | 57  |
| punjenje rezervoara vodom                        | 145 |

---

**R**

|                                                             |                                |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| radni kontakti                                              | 1, 24                          |
| raskrsnica sa semaforima                                    | 88, 154, 160                   |
| registri izlaznih modula                                    | 33                             |
| registri namijenjeni za obavljanje posebnih funkcija S7-200 | 33                             |
| registri ulaznih modula                                     | 33                             |
| releji za prekostrujnu zaštitu                              | 27                             |
| retro-reflektivni optoelektronski senzori                   | 13                             |
| rezervoar                                                   | 57                             |
| rezervorari za mješanje supstanci u hemijskoj industriji    | 166                            |
| rezolucija tajmera                                          | 40                             |
| riječ                                                       | 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 92 |
| RS-232/PPI Multi-Master komunikacija                        | 48                             |
| ručni prekidači                                             | 2                              |
| ručni prekidači i tasteri                                   | 1                              |
| RUN režim rada                                              | 53                             |

---

**S**

|                           |    |
|---------------------------|----|
| semafor                   | 78 |
| senzori brzine i pozicije | 20 |

|                                                             |        |
|-------------------------------------------------------------|--------|
| senzori prisustva predmeta                                  | 9      |
| senzori protoka                                             | 18     |
| senzori sa optičkim vlaknima                                | 14     |
| senzori sile/težine                                         | 19     |
| sistem za zagrijavanje stanova i sanitarne vode u stanovima | 140    |
| SM bitovi                                                   | 38     |
| smještanje programa u memoriju PLK                          | 53     |
| sobni termostati                                            | 6      |
| solenoidi                                                   | 28     |
| stakleni disk enkodera                                      | 20     |
| STEP 7 – Micro/WIN softver                                  | 48, 49 |
| stepenaste sklopke                                          | 3      |
| stona bušilica                                              | 214    |
| svijetleća reklama                                          | 150    |
| svjetlosna barijera                                         | 64     |

---

**T**

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| tahogeneratori                                                     | 20  |
| tajmer bit                                                         | 36  |
| taster                                                             | 1   |
| temperaturni prekidači                                             | 5   |
| temperaturni senzori                                               | 17  |
| termoelementi                                                      | 17  |
| TOF (Off-Delay Timer – tajmer sa odloženim isključenjem)           | 40  |
| TON (On-Delay Timer - tajmer sa odloženim uključenjem)             | 40  |
| TONR (Retentive On-Delay Timer – tajmer sa zadržavanjem intervala) | 40  |
| transportna traka                                                  | 96  |
| trenutno stanje brojača                                            | 37  |
| trenutno stanje tajmera                                            | 36  |
| tro-položajnog cilindar                                            | 230 |
| turbinski mjerači protoka                                          | 18  |

---

**U**

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| ultrazvučni senzori prisustva                  | 16  |
| uređaj za pečatanje                            | 93  |
| uređaj za pečatanje predmeta različitih dužina | 108 |

---

**V**

|                  |    |
|------------------|----|
| višepolni releji | 24 |
|------------------|----|

## LITERATURA

"Omron PLC Beginner guide". Version 1.0. 1999.

Adžić, Milan. Laboratorijske vežbe iz upravljanja procesima. Viša tehnička škola – Subotica, 2008.

Berger, Hans. Automating with SIMATIC - Controllers, Software, Programming, Data Communication, Operator Control and Process Monitoring. Wiley, 2004.

Bolton, W. Programmable Logic Controllers. 4th edition. Newnes, 2006.

Herman, Stephen L. Industrial Motor Control. 10th edition. Delmar, Cengage Learning, 2010.

Introduction to PLC Programming and Implementation – from Relay logic to PLC logic. Industrial Text & Video, 2010.

Jack, Hugh. Automating Manufacturing System with PLC. Version 6.0. 2009.

John R. Hackworth, Frederick D. Hackworth, Jr. Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications. Prentice Hall, 2004.

Karl-Heinz John, Michael Tiegelkamp. IEC 61131 - 3: Programming Industrial Automation System: Concept and Programming Languages, Requirements for Programming System, Decision - Making Aids. 2nd edition. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2010.

L.A. Bryan, E.A. Bryan. Programmable controllers: theory and implementation. 2nd edition. Industrial Text Company, 1997.

Parr, E.A. Programmable Controllers An engineer's guide. 3th edition. Newnes, 2003.

Petruszella, Frank D. Programmable logic controllers. 4th edition. McGraw-Hill, 2011.

Popović, Mladen. Senzori i merenja. Srpsko Sarajevo: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 2004.

— . Senzori u robotici. Beograd: Viša elektrotehnička škola, 1996.

Ridley, John. Mitsubishi FX Programmable Logic Controllers - Applications and Programming. 1st edition. Newnes, 2004.

S7-200 Programmable Controller - System Manual. 2008 edition. Siemens A.G., 2008.

STEP 2000 - Basics of PLCs. 2007 edition. Siemens A.G., 2007.

Th.Georgios, Tzounidis. Primjeri automatizacije sa PLC. Stamoulis, 2001.

Turajlić, Srbijanka. Programabilni logički kontroleri Allen Bradley – SLC500. Elektrotehnički fakultet Beograd, 2008.

Zoltan Jegeš, Milan Adžić, Robert Marton. Upravljanje primenom PLC uređaja. Viša tehnička škola – Subotica, 2005.

Summer School 2013