

**UNIVERZITET U BIHAĆU  
TEHNIČKI FAKULTET  
BIHAĆ**

## **RAČUNARSKO VOĐENJE PROCESA**

**Auditorne/Laboratorijske vježbe**

**LADDER programiranje (Primjeri)  
(Vježba 14)**

**mr. Amel Toroman, dipl.ing.el.  
Viši asistent**

**Ak. 2021/2022**

## LADDER (LAD) PROGRAMIRANJE

**PRIMJER 1:** Nož se koristi za isjecanje tri vrste proizvoda: A, B i C. Zbog istupljenosti, mijenja se poslije odsjecanja 1000 komada A, 500 komada B ili 100 komada C. Dijelovi mogu nasumično dolaziti na red za isjecanje. Kada se nož istupi, aktivira se zujalica. Za izvođenje ovog zadatka koriste se tri senzora, svaki za po jednu vrstu proizvoda, i jedan senzor koji je indikator završene operacije sječenja. Cjelokupan proces startuje tasterom.

Kako dijelovi dolaze nasumično mora se utvrditi ‘težina’ koju sječenje nekog od proizvoda nosi. Ako se kao zbirni koeficijent i cifra mjerodavna za indikaciju istupljenosti noža uzme cifra 1000, koeficijenti sječenja određenog proizvoda su:

- proizvod A – 1,
- proizvod B – 2,
- proizvod C – 10.

Množenjem broja isječenih proizvoda i njihovih odgovarajućih koeficijenata, i njihovim sabiranjem i poređenjem sa 1000 dobije se odgovor da li je nož istupljen i da li ga treba mijenjati ili ne.

Na ovaj način nakon sječenja npr. 9 proizvoda C, 4 proizvoda B i 2 proizvoda A bit će:

$$90 \times 10 + 40 \times 2 + 20 \times 1 = 1000.$$

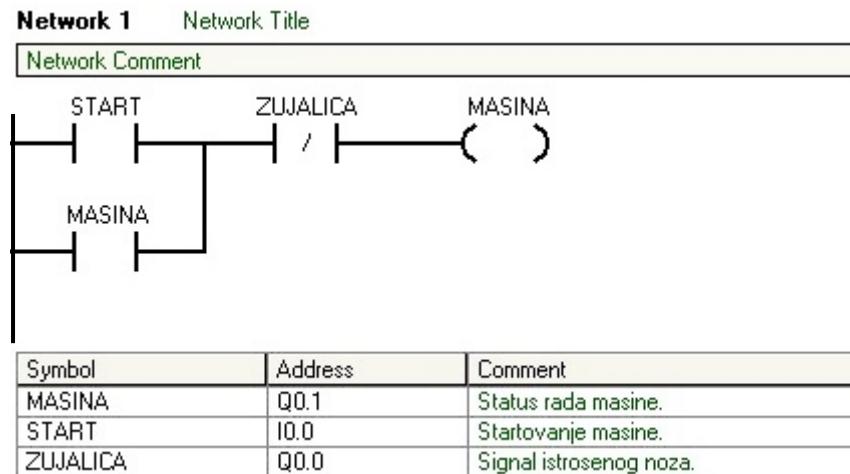
Dakle treba signalizirati *da je nož istupljen*.

U *Tabeli 1*, dati su nazivi i adrese korištenih promjenljivih.

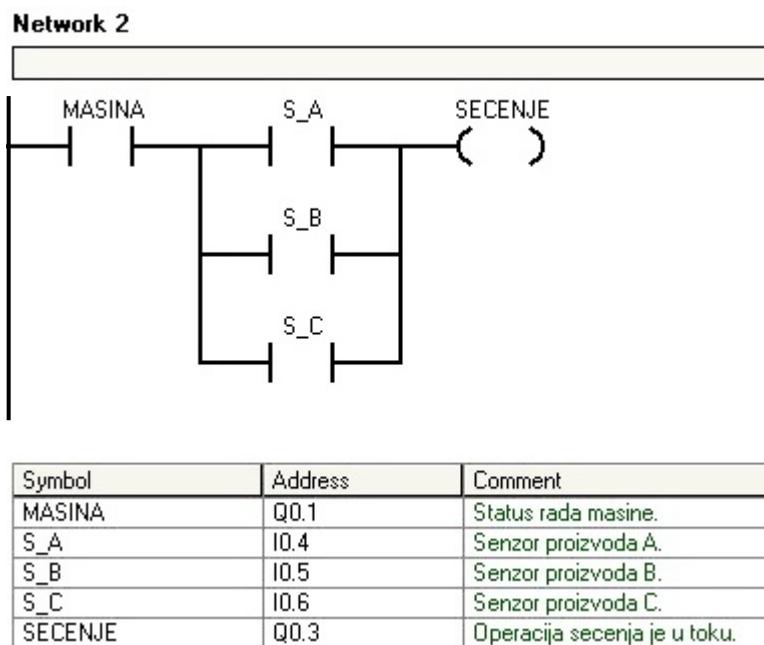
*Tabela 1. Parametri za Primjer 1*

PROMJENLJIVA	Naziv	Adresa	Komentar
ULAZNE	START	I0.0	Startovanje mašine
	RESET	I0.1	Taster za resetovanje brojača nakon zamjene noža
	S_A	I0.4	Senzor proizvoda A
	S_B	I0.5	Senzor proizvoda B
	S_C	I0.6	Senzor proizvoda C
IZLAZNE	ZUJALICA	Q0.0	Signal istrošenog noža
	MAŠINA	Q0.1	Status rada mašine
	SJEČENJE	Q0.3	Operacija sječenja je u toku

Po startovanju mašine, ukoliko nije uključena zujalica, dakle nož nije istupljen, mašina se startuje (*Network 1*), i nakon registrovanja nekog od proizvoda, putem senzora, sjećenje može da počne (*Network 2*).



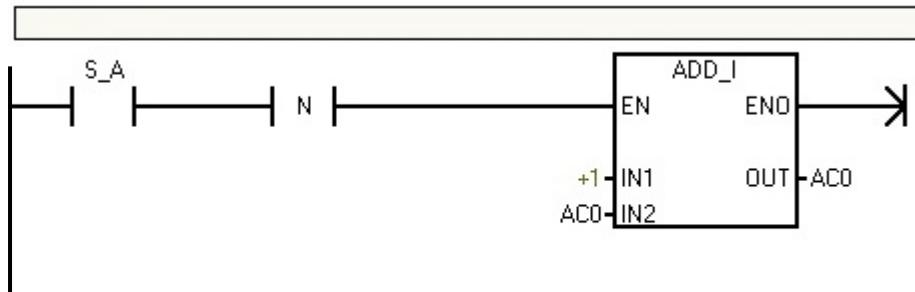
Slika 1. Primjer 1 (Network 1)



Slika 2. Primjer 1 (Network 2)

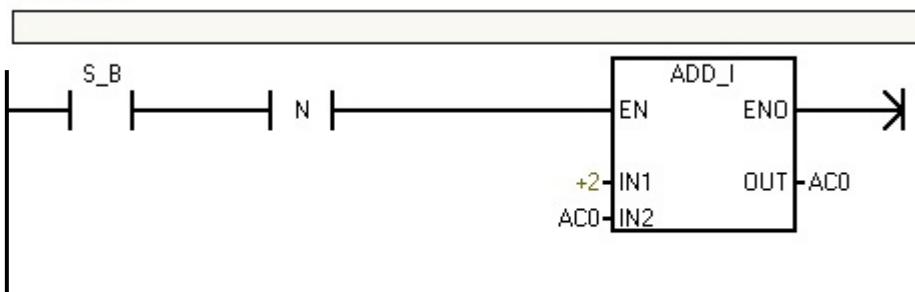
Odlaskom proizvoda (na silaznu ivicu signala senzora) u odgovarajućoj grani programa se, shodno vrsti proizvoda čije je sjećenje registrovano, na vrijednost unutrašnjeg brojača se dodaje vrijednost koeficijenta sjećenja:

- za proizvod A - jedan (*Network 3*),
- za proizvod B - dva (*Network 4*),
- za proizvod C - deset (*Network 5*).

**Network 3**

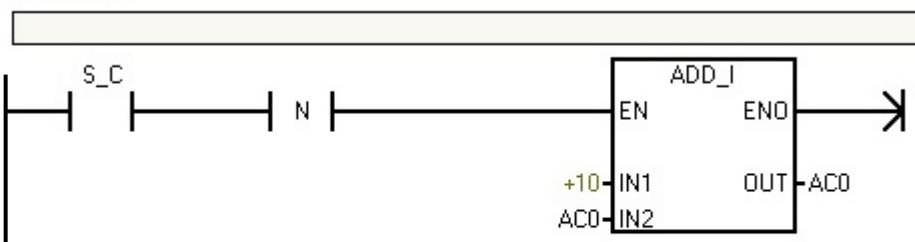
Symbol	Address	Comment
S_A	I0.4	Senzor proizvoda A.

*Slika 3. Primjer 1 (Network 3)*

**Network 4**

Symbol	Address	Comment
S_B	I0.5	Senzor proizvoda B.

*Slika 4. Primjer 1 (Network 4)*

**Network 5**

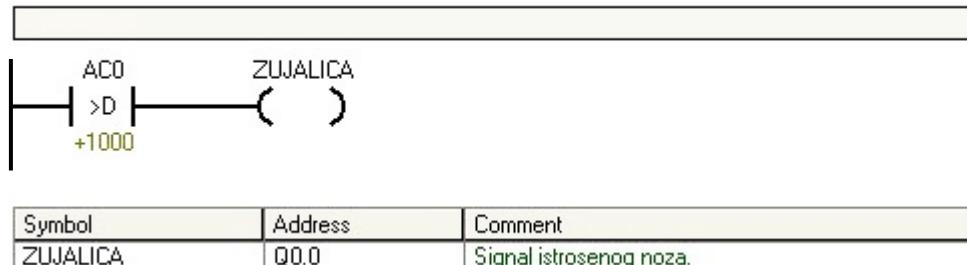
Symbol	Address	Comment
S_C	I0.6	Senzor proizvoda C.

*Slika 5. Primjer 1 (Network 5)*

U sljedećem koraku se provjerava da li je trenutna vrijednost unutrašnjeg brojača veća od 1000, i ako jeste, uključuje se zujalica (*Network 6*).

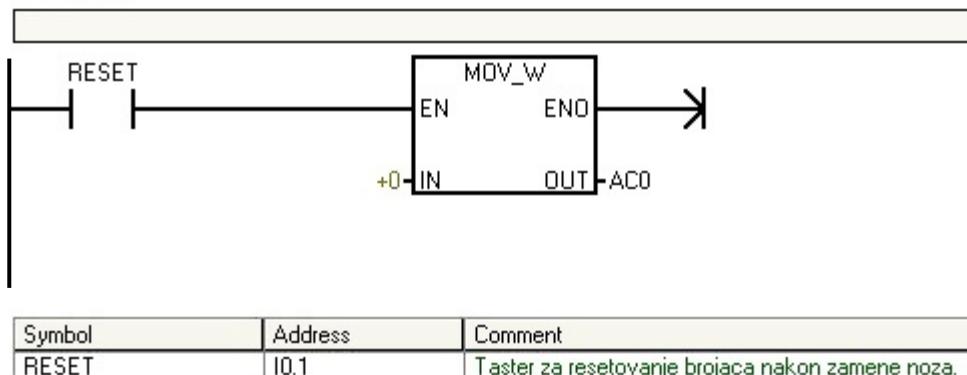
Uključenje zujalice zaustavlja mašinu (*Network 1*) i time zahtjeva od operatera da nož zamijeni. Nakon zamjene noža neophodno je protisnuti taster RESET, da bi se unutrašnjem brojaču dodijelila vrijednost nula, kako bi mogao da nastavi sa odbrojavanjem (*Network 7*).

**Network 6**



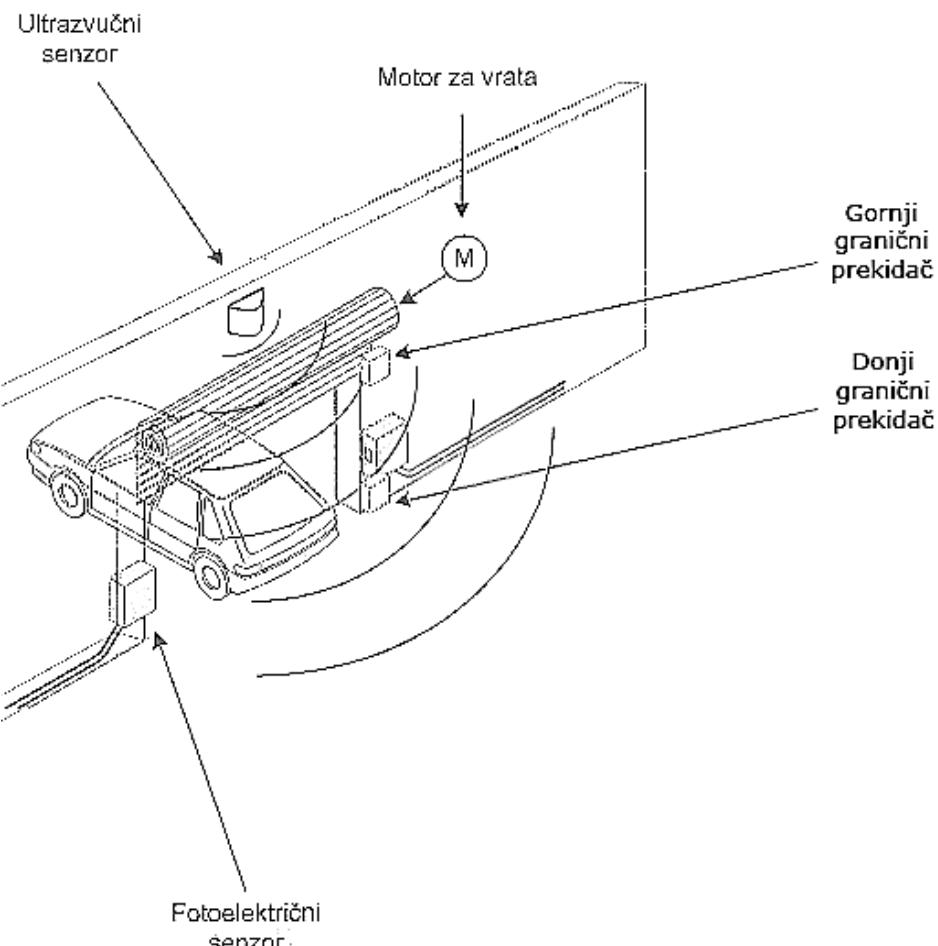
*Slika 6. Primjer 1 (Network 6)*

**Network 7**



*Slika 7. Primjer 1 (Network 7)*

**PRIMJER 2:** Napisati *ladder* program kojim se upravlja otvaranjem i zatvaranjem vrata garaže, kako je to prikazano na *Slici 8*. Kao detektor vozila koristi se *ultrasonični senzor/prekidač*. Odvojeni *fotosenzori* detektuju prolaz vozila preko svjetlosnog zraka. Kao odziv ovih signala, upravljačka kola generišu signale koji pogone motor koji spušta ili podiže vrata.



*Slika 8. Shema upravljanja podizanjem i spuštanjem vrata*

Dolazak vozila detektuje *ultrasonični senzor* (*UltraSonic\_switch*) i, ukoliko *Senzor\_Gornjeg\_Položaja* (*SGP*) nije uključen (vrata nisu u krajnjem gornjem položaju), šalje signal za uključivanje motora koji pokreće vrata na gore – *MOTOR\_G* (*Network 1*). Paralelna grana održava motor uključenim sve dok se *Senzor\_Gornjeg\_Položaja* (*SGP*) ne uključi.

Kada vrata dostignu krajnji gornji položaj, uključuje se *Senzor\_Gornjeg\_Položaja* – (*SGP*), koji startuje *TAJMER* (*Network 2*). Tajmer omogućava da vrata po dostizanju krajnjeg gornjeg položaja ne nastave odmah kretanje na dolje, već da se zadrže u gornjem položaju neko vrijeme (u ovom slučaju 10 sekundi).

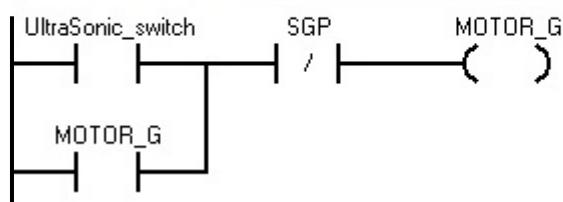
U *Tabeli 2*, dati su nazivi i adrese korištenih promjenljivih.

*Tabela 2. Parametri za Primjer 2*

PROMJENLJIVA	Naziv	Adresa	Komentar
ULAZNE	UltraSonic_switch	I0.0	Detektuje dolazak vozila, tereta, itd.
	SGP	I0.1	Senzor Gornjeg Položaja vrata
	Foto_senzor	I0.2	Detektuje prolazak vozila, tereta, itd.
	SDP	I0.3	Senzor Donjeg Položaja vrata
IZLAZNE	MOTOR_G	Q0.0	Motor pokreće vrata na gore
	MOTOR_D	Q0.1	Motor pokreće vrata na dolje
TAJMER	TAJMER	T37	Vrijeme zadržavanja vrata u gornjem položaju

**Network 1** Network Title

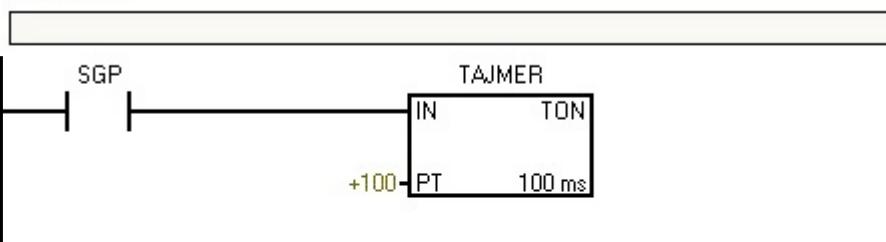
Network Comment



Symbol	Address	Comment
MOTOR_G	Q0.0	Motor pokreće vrata na gore.
SGP	I0.1	Senzor Gornjeg Položaja vrata.
UltraSonic_switch	I0.0	Detektuje dolazak vozila, tereta, itd.

*Slika 9. Primjer 2 (Network 1)*

**Network 2**



Symbol	Address	Comment
SGP	I0.1	Senzor Gornjeg Položaja vrata.
TAJMER	T37	Vreme zadržavanja vrata u gornjem položaju.

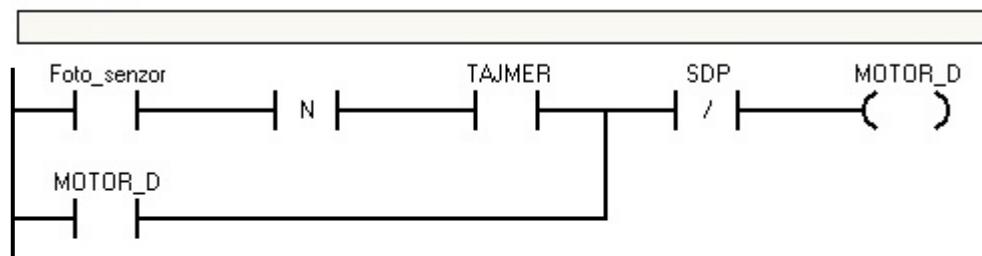
*Slika 10. Primjer 2 (Network 2)*

Nakon isteka 10 sekundi i prolaska vozila, što se detektuje *Foto\_senzor*-om (silazna ivica signala *Foto\_senzor*-a), staruje se motor koji spušta vrata (*Network 3*).

Po dolasku vrata u krajnji donji položaj, *Senzor\_Donjeg\_Položaja* (*SDP*) daje signal i vrata prestaju sa spuštanjem.

Moguće je dodati još jedan tajmer kojim bi se definisalo vrijeme koje treba da prođe od trenutka prolaska vozila do trenutka odpočinjanja spuštanja vrata.

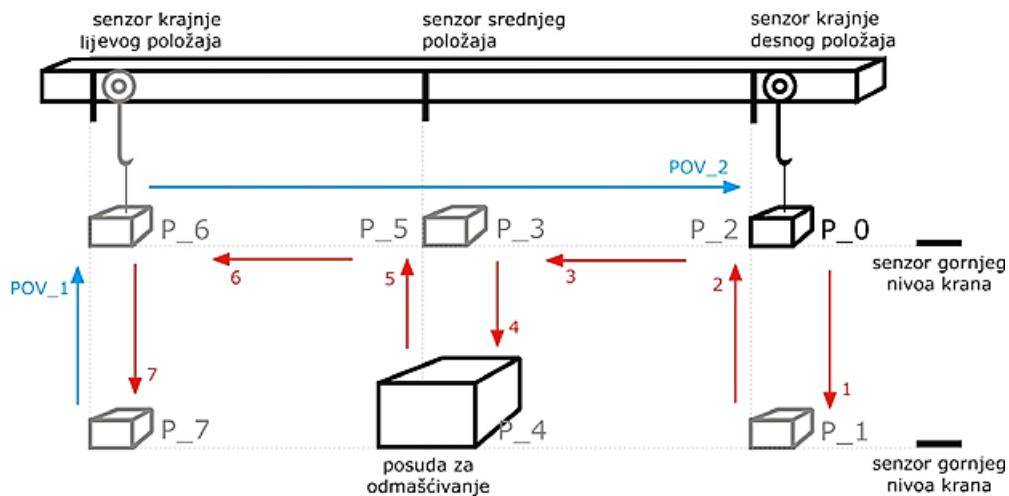
**Network 3**



Symbol	Address	Comment
Foto_senzor	I0.2	Detektuje prolazak vozila, tereta, itd.
MOTOR_D	Q0.1	Motor pokreće vrata na dole.
SDP	I0.3	Senzor Donjeg Položaja vrata.
TAJMER	T37	Vreme zadrzavanja vrata u gornjem položaju.

*Slika 11. Primjer 2 (Network 3)*

**PRIMJER 3:** Napisati *ladder* program kojim se upravlja kranom za proces odmašćivanja mašinskih dijelova prema postupku prikazanom na *Slici 12*.



*Slika 12. Putanja mašinskog dijela*

Kran počinje kretanje iz nultog položaja,  $P\_0$  (*krajnji desni, gornji položaj*). Po uključivanju procesa pomoću prekidača *START*, mašinu je potrebno resetovati, pritiskom na *RESET* taster. Potom kran kreće na dolje, *putanjom 1* (putanje su naznačene crvenim strelicama, a njihov redoslijed crvenim brojevima). Kada dođe u krajnji donji položaj,  $P\_1$ , pali se senzor donjeg nivoa krana  $S\_D$ , sa adresom *I0.3*.

Kretanje prestaje, a programom je predviđeno postojanje elektro-magneta, ili drugog mehanizma koji bi ostvario vezu između krana i mašinskog dijela, koji se pali. Kran zatim nastavlja kretanje na gore, ka položaju  $P\_2$  nakon čega se pali senzor gornjeg nivoa krana, a kran nastavlja kretanje ka položaju  $P\_3$ . Senzor srednjeg položaja zaustavlja dalje kretanje krana u lijevo, i pali se motor na dolje, ka položaju  $P\_4$ . Po dostizanju krajnjeg donjeg položaja, dio se nalazi u posudi za odmašćivanje, i tu se zadržava onoliko koliko je potrebno da se proces odmašćivanja završi. Vrijeme zadržavanja dijela u posudi za odmašćivanje se reguliše pomoću *TAJMERA*. Nakon toga kran kreće na gore ka položaju  $P\_5$ , zatim  $P\_6$ , i na kraju ka  $P\_7$ . U ovom položaju elektromagnet se isključuje i predmet se odvaja od krana. Kran se potom vraća u početni, multi položaj putanjom označenom plavim strelicama: *POV\_1*, i zatim *POV\_2*.

U *Tabeli 3*, dati su nazivi i adrese korištenih promjenljivih.

*Tabela 3. Parametri za Primjer 3*

PROMJENLJIVA	Naziv	Adresa	Komentar
ULAZNE	START	I0.0	Prekidač za startovanje krana
	RESET	I0.1	Vraćanje krana u početni položaj 0
	S_G	I0.2	Senzor gornjeg nivoa krana
	S_D	I0.3	Senzor donjeg nivoa krana
	S_1	I0.4	Senzor krajnje desnog položaja
	S_2	I0.5	Senzor srednjeg položaja
	S_3	I0.6	Senzor krajnje lijevog položaja
IZLAZNE	M_G	Q0.0	Motor na GORE
	M_D	Q0.1	Motor na DOLJE
	M_L	Q0.2	Motor na LIJEVO
	M_R	Q0.3	Motor na DESNO
	E_M	Q0.4	Elektro-magnet ili drugi mehanizam hvatanja predmeta
TAJMER	TAJMER	T37	Vrijeme zadržavanja u posudi za odmašćivanje

Program korištenjem pomoćnog brojača,  $AC0$ , i senzora, registruje u kom položaju se nalazi kran.

Pri postizanju svakog od definisanih položaja, što se registruje kombinacijom senzora, trenutna vrijednost brojača  $AC0$  se uvećava za jedan. Dakle, trenutne vrijednosti brojača  $AC0$  odgovaraju položaju krana u toku kretanja. Na taj način je omogućeno upravljanje motorima.

Startovanje cijelog procesa zahtjeva resetovanje, da bi se brojaču  $AC0$  dodijelila trenutna vrijednost 0 (nula). U slučaju da se kran nalazi u bilo kom položaju osim u nultom, od operatera se zahtjeva da pritiskom na taster RESET, kran dovede u početni, nulti položaj,  $P\_0$ .

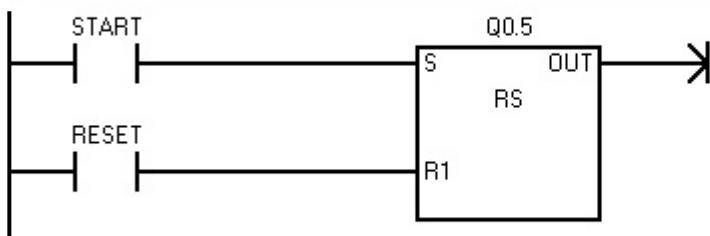
Također, u slučaju kvara, ili neke druge situacije, pritiskom na taster RESET, kran se zaustavlja, bez obzira na trenutni položaj i vraća se u položaj  $P\_0$ .

Kada kran dostigne položaj  $P\_7$ , brojač se resetuje, dobija vrijednost nula (0), a kran se vraća u položaj  $P\_0$ , i cijela operacija može da se ponovi.

Na sljedećim slikama dat je izgled kompletног programa.

Program za PLC kojim se upravlja kranom za proces odmascivanja masinskih delova prema datom postupku.

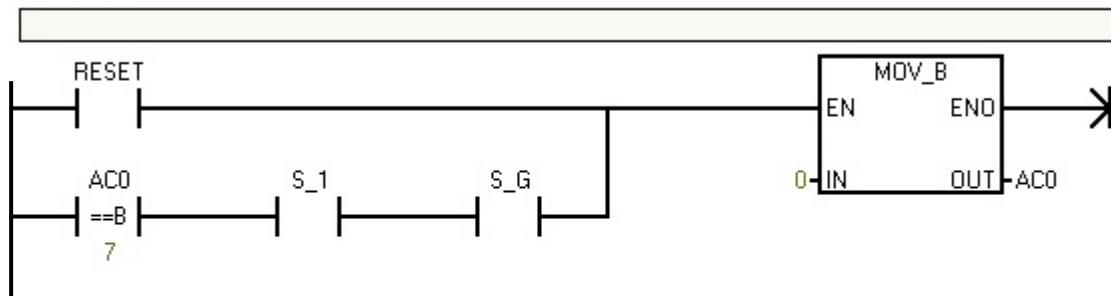
### Network 1



Symbol	Address	Comment
RESET	I0.1	Vracanje krana u pocetni polozaj 0.
START	I0.0	Prekidac za startovanje krana.

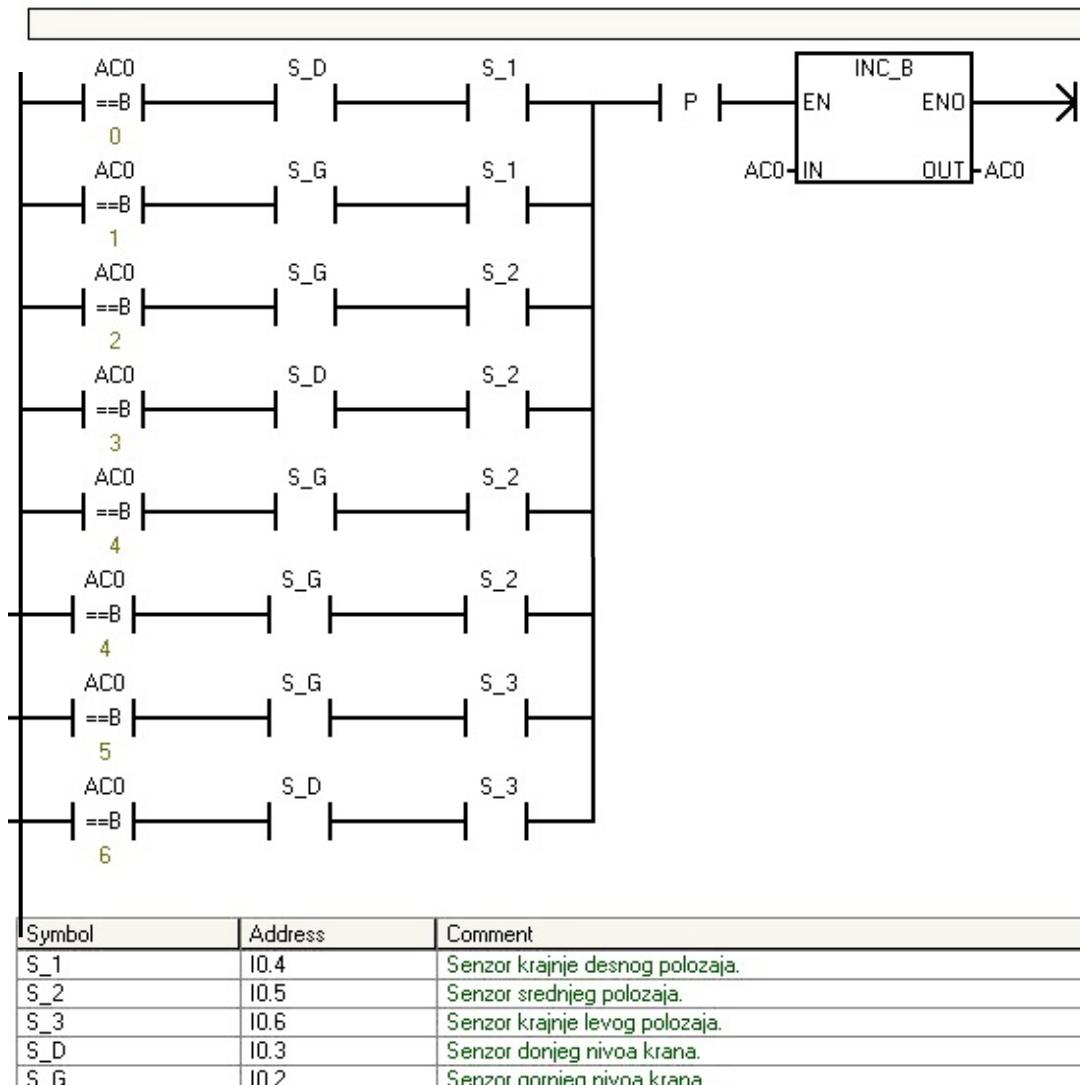
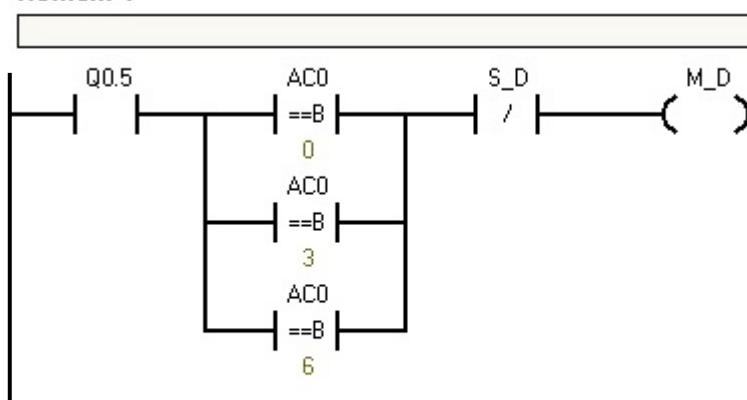
Slika 13. Primjer 3 (Network 1)

### Network 2



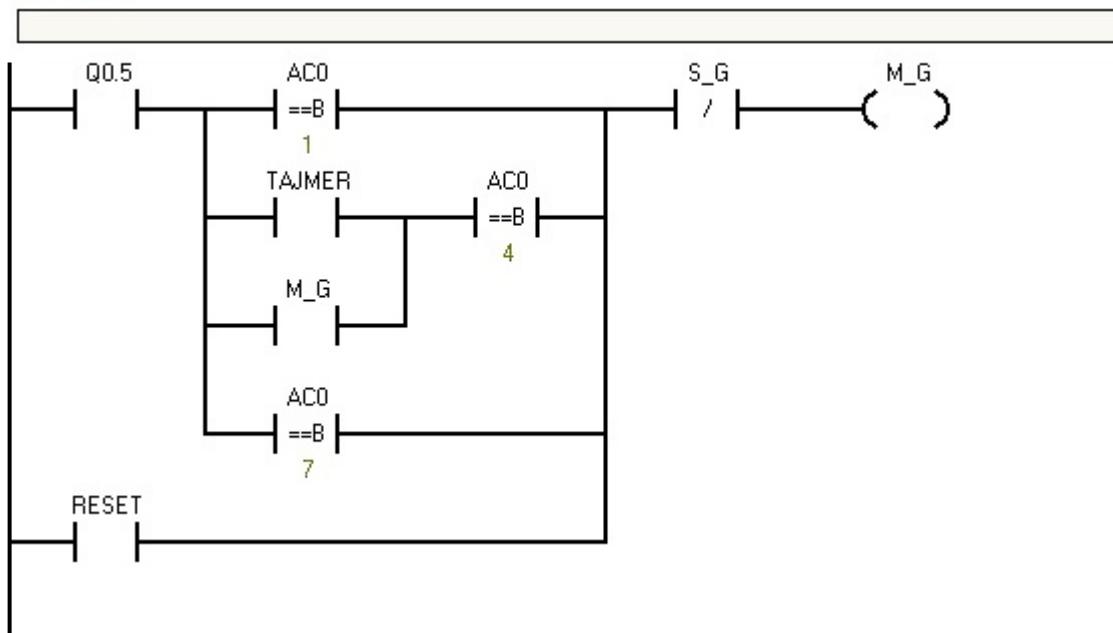
Symbol	Address	Comment
RESET	I0.1	Vracanje krana u pocetni polozaj 0.
S_1	I0.4	Senzor krajnje desnog položaja.
S_G	I0.2	Senzor gornjeg nivoa krana.

Slika 14. Primjer 3 (Network 2)

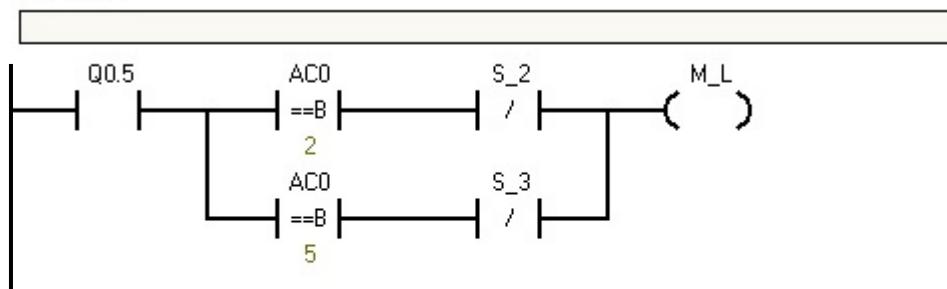
**Network 3****Slika 15.** Primjer 3 (Network 3)**Network 4**

Symbol	Address	Comment
M_D	Q0.1	Motor na DOLE.
S_D	I0.3	Senzor donjeg nivoa krana.

**Slika 16.** Primjer 3 (Network 4)

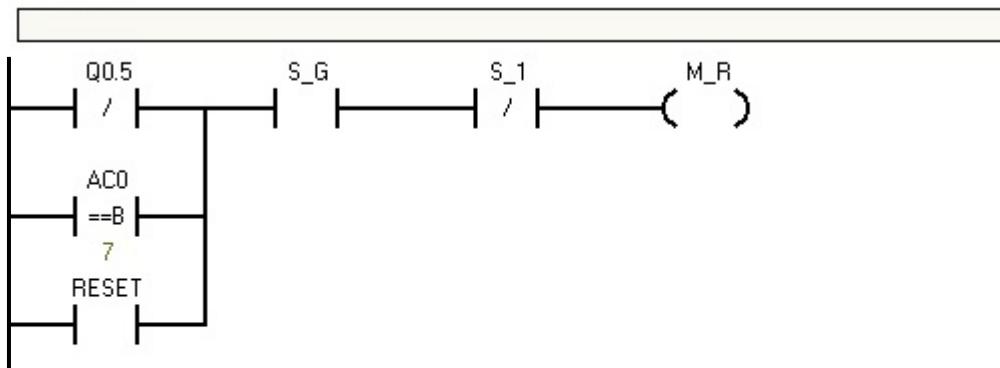
**Network 5**

Slika 17. Primjer 3 (Network 5)

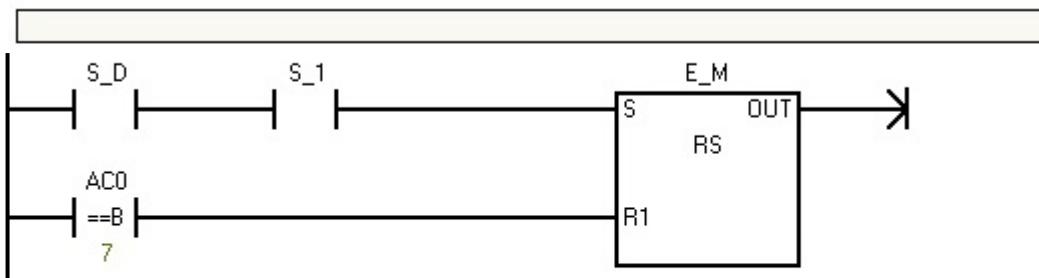
**Network 6**

Symbol	Address	Comment
M_L	Q0.2	Motor na LEVO.
S_2	I0.5	Senzor srednjeg položaja.
S_3	I0.6	Senzor krajnje levog položaja.

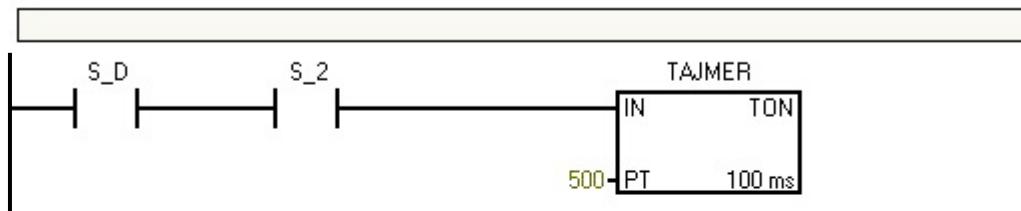
Slika 18. Primjer 3 (Network 6)

**Network 7**

Symbol	Address	Comment
M_R	Q0.3	Motor na DESNO.
RESET	I0.1	Vracanje krana u pocetni položaj 0.
S_1	I0.4	Senzor krajnje desnog položaja.
S_G	I0.2	Senzor gornjeg nivoa krana.

*Slika 19. Primjer 3 (Network 7)***Network 8**

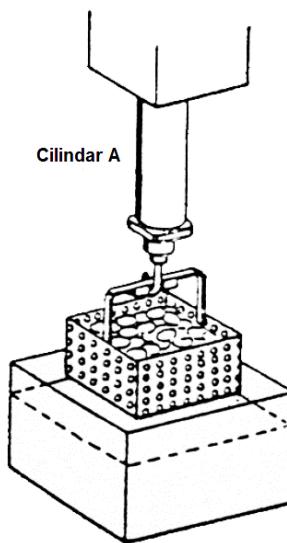
Symbol	Address	Comment
E_M	Q0.4	Elektro-magnet ili drugi mehanizam hvatanja predmeta.
S_1	I0.4	Senzor krajnje desnog položaja.
S_D	I0.3	Senzor donjeg nivoa krana.

*Slika 20. Primjer 3 (Network 8)***Network 9**

Symbol	Address	Comment
S_2	I0.5	Senzor srednjeg položaja.
S_D	I0.3	Senzor donjeg nivoa krana.
TAJMER	T37	Određuje vreme zadržavanja u posudi za odmascivanje.

*Slika 21. Primjer 3 (Network 9)*

**PRIMJER 4:** Napisati *ladder* program kojim se upravlja uređajem za pranje prema postupku prikazanom na *Slici 22*. Pritiskom na taster START, pneumatski cilindar A treba 5 puta da uroni i izroni punu posudu sa radnim predmetima u kadu za pranje. Uređaj mora da posjeduje mogućnost podešavanja brzine uranjanja i izranjanja. Pomoći dodatnog tastera S1 treba da se omogući odvijanje pojedinačnog ciklusa. U tom slučaju poslije pritiska na taster S1, pneumatski cilindar samo jednom uranja i izranja posudu sa radnim predmetima u kadu za pranje, i nakon toga zaustavlja svoje kretanje. Novi pojedinačni ciklus je moguće započeti samo ako je prije toga taster S1 bio otpušten i ponovo pritisnut.



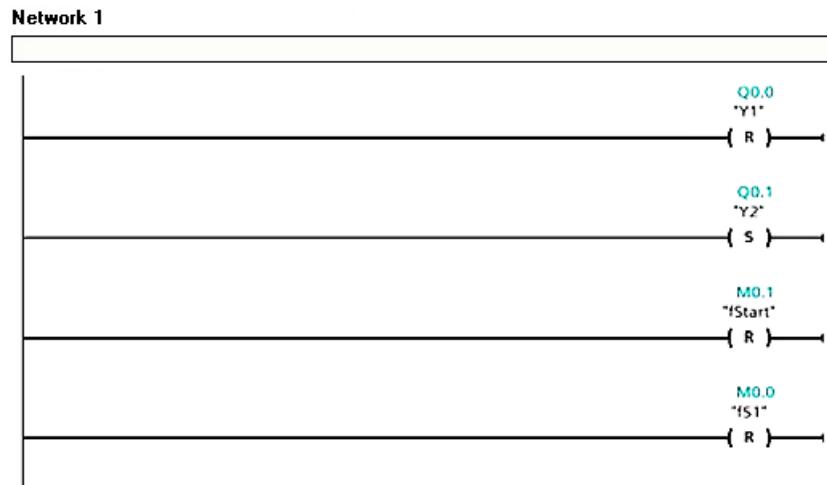
*Slika 22. Uredaj za pranje*

U *Tabeli 4*, dati su nazivi i adrese korištenih promjenljivih.

*Tabela 4. Parametri za Primjer 4*

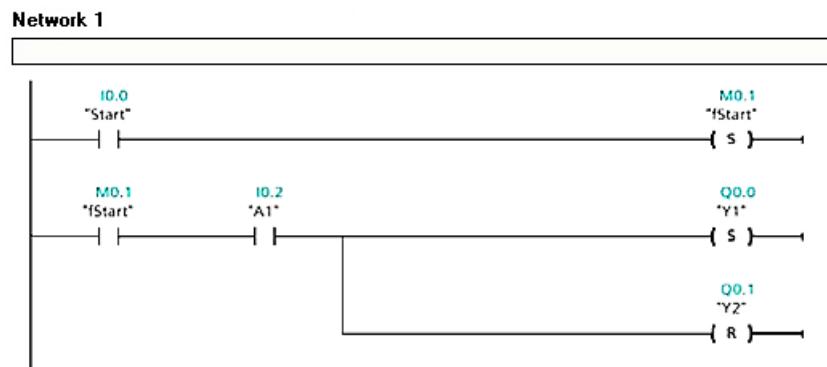
PROMJENLJIVA	Naziv	Adresa	Komentar
ULAZNE	START	I0.0	Taster za start
	S1	I0.1	Taster S1
	A1	I0.2	Granični prekidač koji detektuje uvučen položaj klipnjače cilindra A
	A2	I0.3	Granični prekidač koji detektuje izvučen položaj klipnjače cilindra A
IZLAZNE	Y1	Q0.0	Ventil za upravljanje cilindrom A (izvuci)
	Y2	Q0.1	Ventil za upravljanje cilindrom A (uvuci)
	fS1	M0.0	Pritisnut taster S1
	MStart	M0.1	Trajni ciklus
BROJAČ	BROJAČ	DB1	Brojač unaprijed (CTU)

## Podešavanje početnih uslova



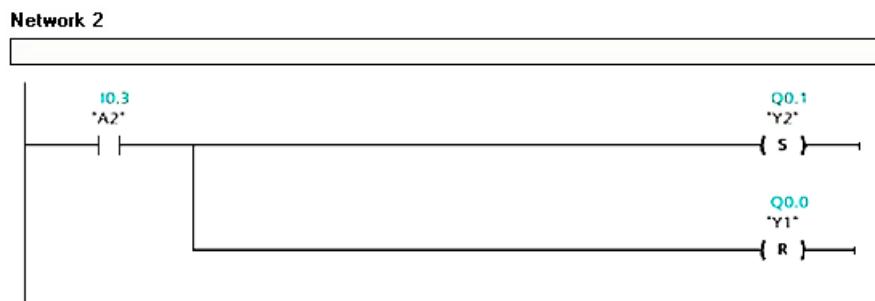
Slika 23. Primjer 4 (Network 1)

Ukoliko se pritisne taster *Start* uključuje se ciklus (*fStart*) od 5 ponavljanja. Ukoliko je *fStart* uključen i aktiviran je *A1* izvlači se klipnjača cilindra *A*. (Network 1).



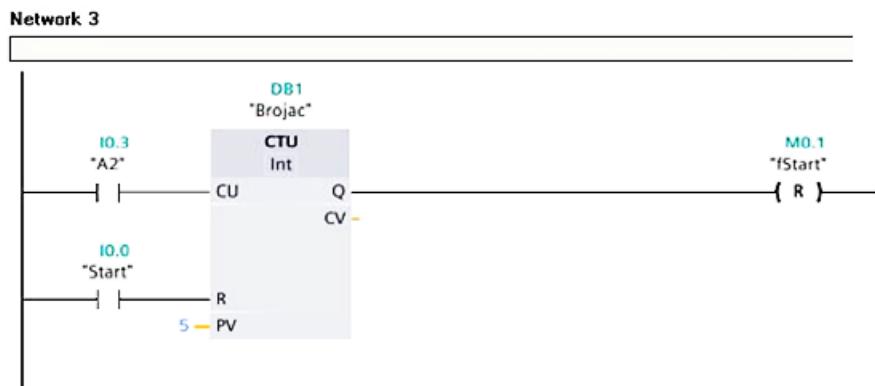
Slika 24. Primjer 4 (Network 1)

Ako je dostignut prednji izvučeni položaj klipnjače cilindra *A* (*A2*), uključuje se uvlačenje (Network 2).



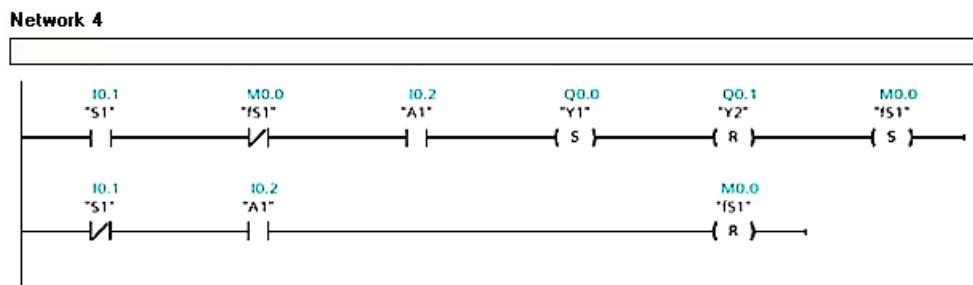
Slika 25. Primjer 4 (Network 2)

Brojač broji signal sa senzora A2, a resetuje se kada se pritisne taster *Start*. Brojač broji do 5 i kada se dostigne prag resetuje se *fStart* (*Network 3*).



*Slika 26. Primjer 4 (Network 3)*

Izvlačenje ukoliko je pritisnut taster *S1*. *fS1* se setuje kako se ne bi desilo ponovo izvlačenje u slučaju da je taster *S1* ostao pritisnu, a resetuje se kad se taster *S1* otpusti (*Network 4*).



*Slika 27. Primjer 4 (Network 4)*