

# Programiranje PLC-a za proizvodnju štapnog limitera

---

Zaimović, Gianluca

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:765420>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-31**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Gianluca Zaimović**

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Željko Šitum

Student:

Gianluca Zaimović

Zagreb, 2014.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Željku Šitumu što mi je pružio stručnu pomoć tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se tvrtki Elektro – Kontakt d.d. te posebno Ivanu Moriću i Katarini Cindrić na pruženoj prilici, podršci i vremenu koje mi je omogućilo edukaciju i rad na ovoj temi.

Zahvaljujem se još i svojoj obitelji na strpljenju i neprestanoj potpori pruženoj tokom studija.

Gianluca Zaimović



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite  
Povjerenstvo za diplomске ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| Sveučilište u Zagrebu               |        |
| Fakultet strojarstva i brodogradnje |        |
| Datum                               | Prilog |
| Klasa:                              |        |
| Ur.broj:                            |        |

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **GIANLUCA ZAIMOVIĆ** Mat. br.: 0035162559

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PROGRAMIRANJE PLC-a ZA PROIZVODNJU ŠTAPNOG LIMITERA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **PLC PROGRAMMING FOR THE PRODUCTION OF ROD LIMITER**

Opis zadatka:

U pogonu tvrtke Elektro-kontakt d.d. godišnje se proizvodi 12-15 milijuna proizvoda pod nazivom štapni limiter. Isti služi za regulaciju dovođenja električne energije u kuhinjske peći te dojavu o temperaturi grijače ploče. Zbog dotrajalosti stare opreme i sve veće potražnje za navedenim proizvodom donijeta je odluka za rekonstrukciju proizvodne linije. Osim modernizacije postojećih segmenata linije, napravljeni su dodatni zasebni automati koji pomoću vlastitih uređaja za dodavanje materijala stvaraju gotove poluproizvode. Isti se direktno umeću u štapni regulator dok putuje pokretnom trakom čime se osjetno smanjuje vrijeme proizvodnje. Cijelom linijom kao i pomoćnim automatima za montažu upravljaju programabilni logički kontroleri (PLC) koji se u industriji koriste kao klasični upravljački sustavi zbog svoje modularne građe, mogućnosti programiranja i jednostavnog održavanja što im omogućava rješavanje različitih zadataka u automatizaciji procesa.

U zadatku je potrebno:

1. Opisati proizvodni proces linije za proizvodnju štapnog limitera.
2. Dati tehničke podatke i detaljno opisati način rada automata za montažu čahure, opruge i ležaja te dijelova koji se montiraju.
3. Opisati sve uređaje koji se koriste u automatu za montažu čahure, opruge i ležaja te posebnu pozornost posvetiti korištenim programabilnim logičkim kontrolerima.
4. Izraditi program za PLC Allan Bradley (MicroLogix 1500) u svrhu izdvajanja sklopljenog poluproizvoda sa okretnog stola i prebacivanje na pokretnu traku.
5. Izraditi program za programabilni logički kontroler Elektrokontakt (PLC-12) u svrhu umetanja prethodnog poluproizvoda sa pokretne trake u kućište štapnog limitera.

Zadatak zadan:

25. rujna 2014.

Rok predaje rada:

27. studenog 2014.

Predvideni datum obrane:

3., 4. i 5. prosinca 2014.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Željko Šitum

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Franjo Cajner

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 1.1. Štapni limiter.....  | 1  |
| 2. LINIJA ZA PROIZVODNJU ŠTAPNOG LIMITERA .....                       | 4  |
| 2.1. Automat za montažu čahure, opruge i ležaja .....                 | 5  |
| 2.2. Montažni sklop čahure, opruge i ležaja .....                     | 6  |
| 3. UREĐAJI I OPREMA ZA AUTOMATSKU MONTAŽU .....                       | 8  |
| 3.1. Napajanje MW DR-120-48 .....                                     | 8  |
| 3.2. Pripravna grupa FESTO MS4 .....                                  | 10 |
| 3.3. Pneumatski cilindri FESTO .....                                  | 13 |
| 3.4. Pneumatske cijevi FESTO PQ-PA.....                               | 14 |
| 3.5. Prigušnice i nepovratni ventili .....                            | 15 |
| 3.6. Aluminijski profili FESTO .....                                  | 16 |
| 3.7. Ventilski blokovi.....   | 16 |
| 3.8. Prihvatnice .....  | 18 |
| 3.9. Senzori .....  | 19 |
| 3.10. PLC općenito.....   | 19 |
| 3.10.1. Elektro-kontakt PLC-12.....                                   | 20 |
| 3.10.2. Rockwell Automatics - Allen-Bradley Micrologix 1500 PLC ..... | 24 |
| 4. IZRADA PROGRAMA .....  | 28 |
| 5. ZAKLJUČAK.....   | 35 |

**POPIS SLIKA**

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Štapni limiter (jednopolna izvedba).....   | 2  |
| Slika 2. Opis dijelova dvopolnog štapnog limitera .....   | 2  |
| Slika 3. Primjena štapnog limitera u grijaćoj ploči .....   | 3  |
| Slika 4. Linija za proizvodnju štapnog limitera .....   | 4  |
| Slika 5. Automat za montažu čahure, opruge i ležaja .....   | 5  |
| Slika 6. Pozicija i primjena čahure, opruge i ležaja u štapnom limiteru .....                                     | 6  |
| Slika 7. Čahura, ležaj i opruga .....   | 7  |
| Slika 8. Montažni sklop umetnut u transportno kućište .....   | 7  |
| Slika 9. Napajanje za elektromotore [2].....  | 9  |
| Slika 10. Karakteristike napajачkog modula MW DR-120-48 .....   | 9  |
| Slika 11. Lokacija napajачkih modula na automatu.....   | 10 |
| Slika 12. Pripravna grupa FESTO MS4 .....   | 11 |
| Slika 13. Lokacija pripravne grupe FESTO MS4 na automatu.....   | 12 |
| Slika 14. Jednostruki i dvostruki dvoradni cilindar FESTO [1].....  | 13 |
| Slika 15. Lokacija pneumatskih cilindara na automatu.....   | 14 |
| Slika 16. Pneumatske cijevi FESTO PQ-PA [1] .....   | 15 |
| Slika 17. Prigušni ventil i zaporni (nepovratni) ventil [1].....  | 16 |
| Slika 18. Aluminijski profil FESTO te razne izvedbe i konstrukcije [1].....                                       | 16 |
| Slika 19. Ventilski blok FESTO VTUG [1] .....   | 17 |
| Slika 20. Lokacija ventilskog bloka na automatu .....   | 18 |
| Slika 21. Pneumatske prihvatnice FESTO (paralelne, kutne i u 3 točke) [1] .....                                   | 19 |
| Slika 22. Elektro-kontakt PLC-12 (prednja ploča).....   | 21 |
| Slika 23. Elektro-kontakt PLC-12 (stražnja ploča) .....   | 21 |
| Slika 24. Elektro-kontakt PLC-12 (pogled odozgo).....   | 22 |
| Slika 25. Programsko sučelje softwarea WinPLC za programiranje PLC-12<br>programabilnih logičkih kontrolera ..... | 24 |
| Slika 26. Allen-Bradley Micrologix 1500 PLC ugrađen u kućište od ELK PLC-12.....                                  | 26 |
| Slika 27. Programsko sučelje softwarea RSLOGIX 500 .....  | 27 |
| Slika 28. Prihvaćanje i vađenje montažnog sklopa iz gnijezda na okretnom stolu.....                               | 28 |
| Slika 29. Umetanje sklopa u transportno kućište .....   | 29 |
| Slika 30. Prihvaćanje i vađenje montažnog sklopa iz transportnog kućišta.....                                     | 31 |
| Slika 31. Umetanje montažnog sklopa u štapni limiter.....   | 32 |

## POPIS TABLICA

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Karakteristike pripravne grupe FESTO MS4 .....                                  | 11 |
| Tabela 2. Karakteristike jednostrukog dvoradnog cilindra FESTO ESNU .....                 | 13 |
| Tabela 3. Karakteristike pneumatskih cijevi FESTO PQ-PA .....                             | 15 |
| Tabela 4. Karakteristike ventilskog bloka FESTO VTUG .....                                | 17 |
| Tabela 5. Karakteristike paralelne prihvatnice FESTO DHPS .....                           | 19 |
| Tabela 6. Tehnički podaci programabilnog logičkog kontrolera Elektro-kontakt PLC-12 ..... | 20 |
| Tabela 7. Opis stražnje ploče .....   | 22 |
| Tabela 8. Opis unutrašnjosti PLC-12 .....   | 22 |



## **SAŽETAK**

Tema ovog diplomskog rada opisuje izvedbu automata za montažu te programiranje dva različita PLC-a u svrhu montaže određenih dijelova „štapnog limitera“. Isti je sastavni dio kućanskih električnih peći koji se nalazi uz sami grijač te se koristi za regulaciju (ograničenje) električne energije koja prolazi kroz električni grijač sa svrhom regulacije temperature i zaštite od pregrijavanja. Štapni limiter montira se na glavnoj liniji i počinje od postavljanja kućišta dok se svi ostali dijelovi montiraju redom jedan iza drugoga bilo pomoću montažnih sustava na glavnoj liniji ili posebnih automata kao što je automat za montažu čahure, opruge i ležaja čiji će rad i izvedba biti detaljno opisani u ovom radu.

Ključne riječi:

štapni limiter, PLC, automatska montaža

## **SUMMARY**

The topic of this diploma thesis is to show the performance of the machine for assembly and programming two different PLCs for the purpose of assembling certain parts of the "rod limiter." The rod limiter is an integral part of household electric ovens, located next to the heater and is used to regulate (limit) electricity that passes through an electric heater for the purpose of temperature control and protection against overheating. Mounting of the rod limiter starts from setting the casing on the main line while all other parts are assembled row one behind the other using the mounting system on the main line or special machines such as automatic mounting bushings, springs and bearings whose work will be discussed in detail and performance described in this paper.

Key words:

rod limiter, PLC, automatic mounting

## 1. UVOD

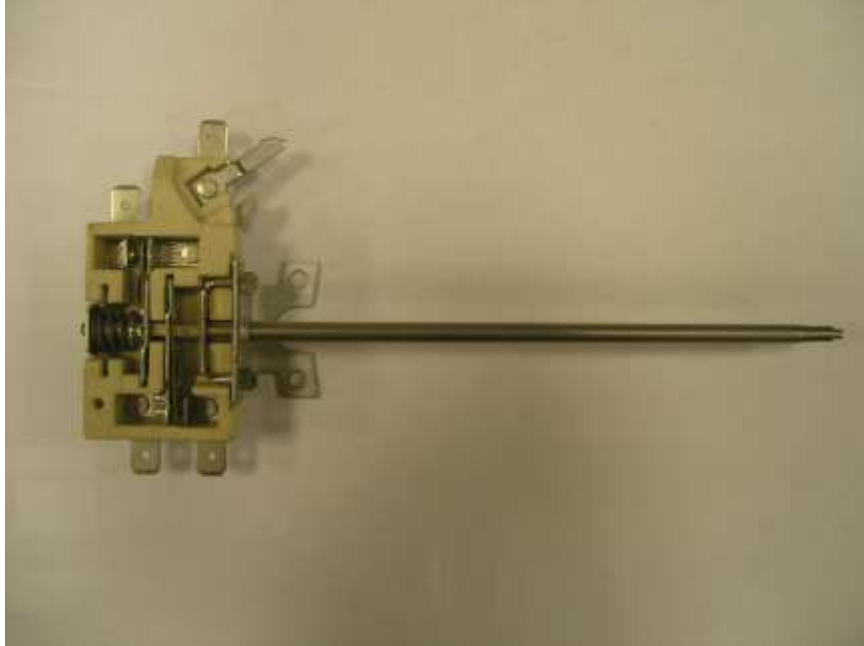
Električne kuhinjske peći zbog svoje jednostavnosti i dostupnosti električne energije neizostavan su dio većine kućanstava. Sastoje se od električnog grijača, grijaće ploče i regulatora (limitera električne energije) pod imenom „štapni limiter“ čija će proizvodnja odnosno montaža njegovih dijelova biti tema ovog diplomskog rada. Isti služi za regulaciju dovođenja električne energije u kuhinjske peći te dojavu o temperaturi grijaće ploče. Štapni limiter izveden je pomoću dugačkog "štapa" odnosno šipke koja zbog temperaturnog širenja odvaja ili spaja električne kontakte čime regulira dotok električne energije pa time i temperaturu same grijaće ploče. Štapni limiter proizvodi se u tvrtci „Elektro-Kontakt d.d.“ gdje je zbog dotrajalosti stare opreme i sve veće potražnje za navedenim proizvodom donesena odluka za rekonstrukcijom proizvodne linije. Osim modernizacije postojećih segmenata linije, napravljeni su dodatni zasebni automati koji pomoću vlastitih uređaja za dodavanje materijala stvaraju gotove poluproizvode. Isti se direktno umeću u štapni limiter dok putuje pokretnom trakom čime se osjetno smanjuje vrijeme proizvodnje. Cijelom linijom kao i pomoćnim automatima za montažu upravljaju programabilni logički kontroleri (PLC) koji se u industriji koriste kao klasični upravljački sustavi zbog svoje modularne građe, mogućnosti programiranja i jednostavnog održavanja što im omogućava rješavanje različitih zadataka u automatizaciji procesa.

### 1.1. Štapni limiter

Štapni limiter je elektromehanički sklop koji je u cjelini proizvod tvrtke Elektro-Kontakt d.d. Isti služi kao sigurnosna sklopka za prekidanje dotoka električne energije u slučaju da maksimalna temperatura na keramičkoj ploči dosegne temperaturu od 450°C

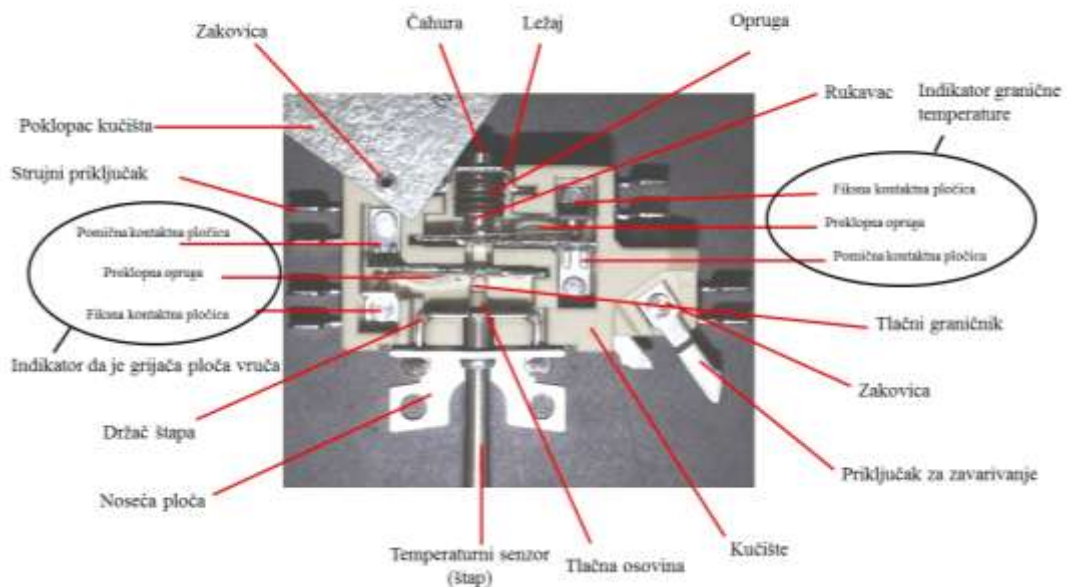
Postoje jednopolne i dvopolne izvedbe. Kod dvopolne izvedbe, sklop ima mogućnost pratiti dvije temperature odjednom pa se često koristi i kod pećnica koje prikazuju temperaturu grijaće ploče odnosno lampicu koja pokazuje kada se grijaća ploča ohladila.

Trenutno se u oba pogona zajedno proizvodi 12-15 milijuna proizvoda godišnje, ovisno o zahtjevima tržišta.



Slika 1. Štapni limiter (jednopolna izvedba)

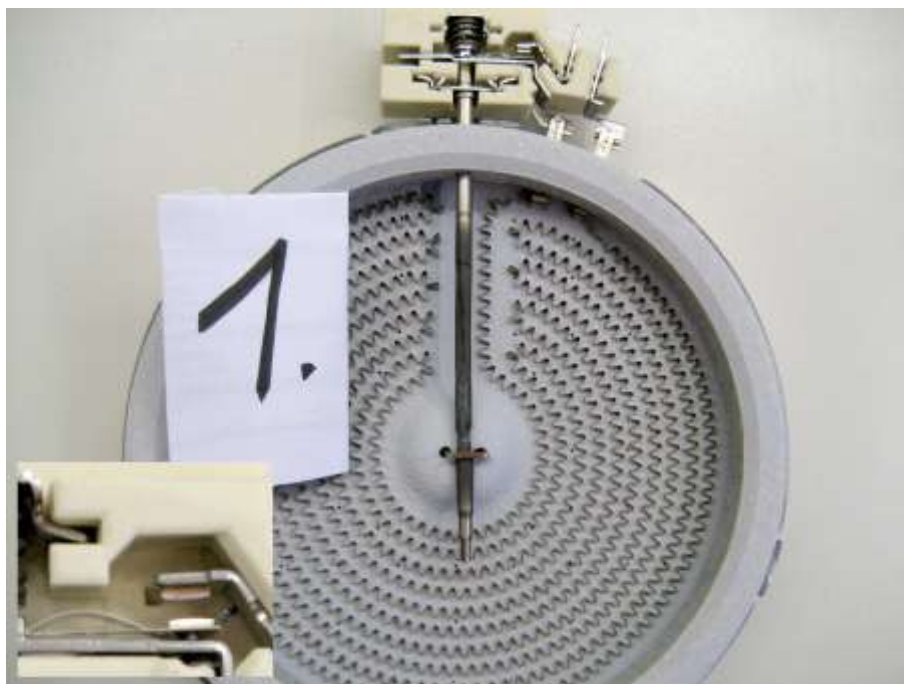
## Opis dijelova – Štapni limiter



Slika 2. Opis dijelova dvopolnog štapnog limitera

Štapni limiter radi na principu širenja metala usred povećanja temperature. „Štap“ koji je sastavni dio štapnog limitera ugrađuje se direktno u grijaću ploču, a sastoji se od dvije osovine uložene jedne u drugu koje su na jednom kraju zavarene dok su na drugom kraju (unutar kućišta štapnog limitera) slobodne. Kako u grijaču dolazi do povećanja temperature, unutrašnja osovina „štapa“ se širi te u jednom trenutku (kada temperatura dosegne 450 °C) prekida električki kontakt čime grijač prestaje grijati. Nakon hlađenja grijača i smanjenja dužine unutrašnje osovine, kontakt se ponovno ostvaruje te grijač ponovno počinje s radom.

Kod dvopolne izvedbe štapnog limitera, uz maksimalnu temperaturu od 450 °C moguće je pratiti i sekundarnu temperaturu pa se ta mogućnost najčešće koristi za označavanje „sigurne“ temperature grijača odnosno temperature na kojoj je grijaća ploča dovoljno „hladna“ da čovjek na nju može osloniti ruku bez da se ozlijedi. Na peći se pritom najčešće ispisuje slovo „H“ (HOT) kada je temperatura viša od 40 °C odnosno isto nestaje kada se grijaća ploča ohladi na temperaturu nižu od 40 °C.



**Slika 3. Primjena štapnog limitera u grijaćoj ploči**

## 2. LINIJA ZA PROIZVODNJU ŠTAPNOG LIMITERA

Linija za proizvodnju štapnog limitera nalazi se u tvornici Elektro-Kontakt d.d. te se sastoji od glavnog dijela linije te nekoliko pomoćnih automata specijaliziranih samo za specijalne radnje (zavarivanje, predmontaža i sl.). Linija je većinom automatizirana, no neke poslove i dalje odrađuju ljudi iz razloga što bi automatizacija tih dijelova linije zbog kompleksnosti postupka automatizacije i prostornog ograničenja bila ekonomski neisplativa. Cijeli proizvodni proces nadzire veliki broj senzora koji su spojeni sa centralnim računalom što omogućava kvalitetnu dijagnostiku te mogućnost ranog otkrivanja i otklanjanja kvarova.



Slika 4. Linija za proizvodnju štapnog limitera

## 2.1. Automat za montažu čahure, opruge i ležaja

Jedan od zasebnih automata za montažu koji se nalazi na samoj sredini proizvodne linije zove se „automat za montažu čahure, opruge i ležaja“. Zadatak mu je skupiti sve tri navedene komponente iz posebnih izvora (vibrodođavača) te ih sklopiti u zasebni montažni sklop koji se pritom transportira do glavne linije i ugrađuje u kućište štapnog limitera.

Automat je projektiran i napravljen u ljeto 2014. godine u sklopu modernizacije proizvodne linije za štapni limiter. Sastoji se od tri vibrodođavača, dva elektromotora koji pokreću pokretnu traku te njihovih driver-a, jednog upravljačkog PLC-a sastavljenog od dva uređaja („master“ i „slave“), okretnog stola sa vlastitim pogonom te velikog broja senzora, aktivnih kao i pasivnih elektroničkih, elektropneumatskih i pneumatskih komponenti.

Na slici (Slika 5) moguće je vidjeti navedeni automat već instaliran u proizvodnu liniju i u aktivnoj upotrebi.



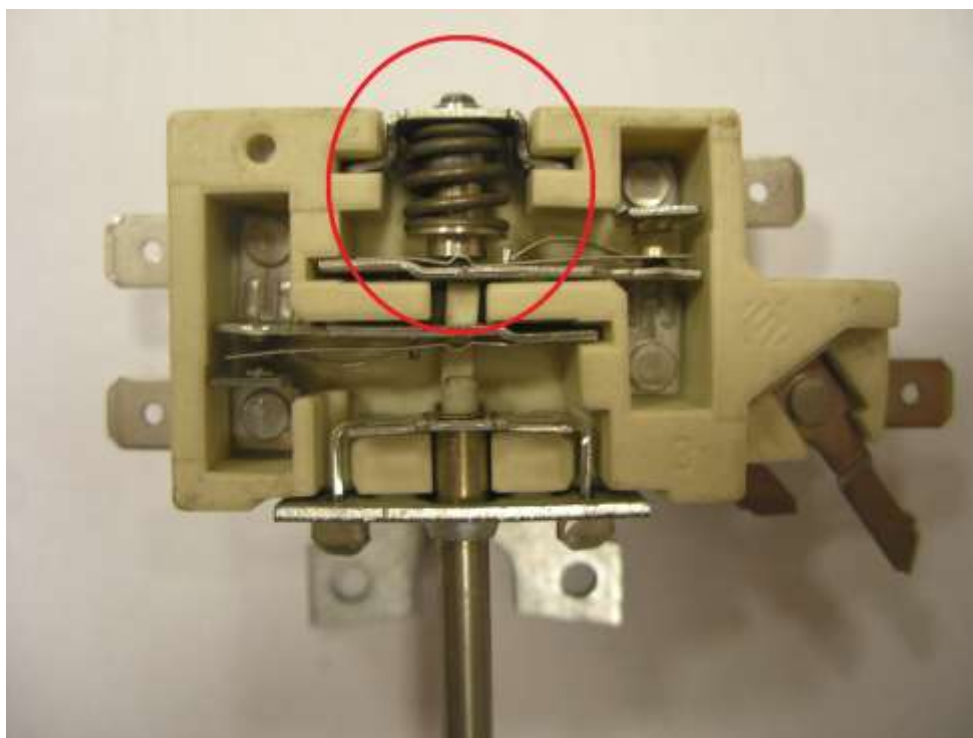
Slika 5. Automat za montažu čahure, opruge i ležaja



## 2.2. Montažni sklop čahure, opruge i ležaja

Montažni sklop čahure, opruge i ležaja ugrađuje se na vrh štapnog limitera te služi za prijenos mehaničke energije sa unutarnje osovine štapa na elektromehanički kontakt električnog grijača. Savijanjem tlačne opruge u smjeru ležaja dolazi do serije mehaničkih reakcija koje dovode do prekidanja elektromehaničkog kontakta dok se njezinim opuštanjem kontakt vraća u početni (mirni) položaj.

Prilikom ugradnje u štapni limiter, tlačna opruga se već nalazi u stlačenom stanju što znatno otežava ugradnju pa je automatizacija tog procesa bila moguća samo uz preciznu izvedbu montažnog stroja kao i transportnih naprava.



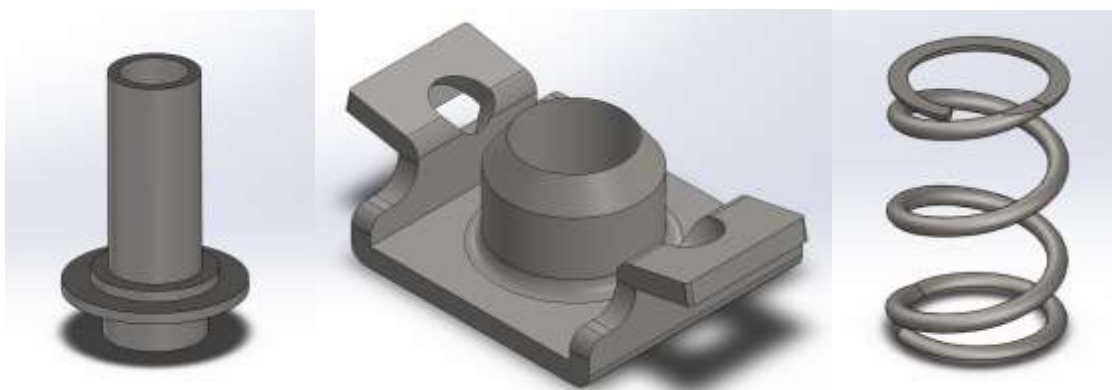
Slika 6. Pozicija i primjena čahure, opruge i ležaja u štapnom limiteru

Montažni proces sastoji se iz devet faza:

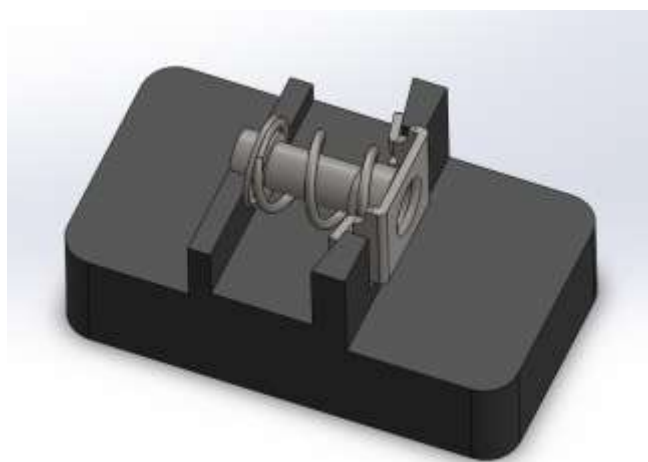
1. zaprimanje čahure iz vibrododavača do okretnog stola te pozicioniranje u jedno od dvanaest prihvatnih gnijezda na okretnom stolu.
2. provjera da li je čahura zauzela pravilnu poziciju
3. zaprimanje opruge iz vibrododavača te umetanje iste na već postavljenu čahuru
4. provjera da li su čahura i opruga pravilno postavljeni



5. zaprimanje i postavljanje ležaja iz vibrododavača na prethodno postavljenu oprugu
6. provjera da li su sva tri elementa pravilno postavljeni
7. vađenje gotovog sklopa iz gnijezda u okretnom stolu te postavljanje u transportno kućište na pokretnoj traci
8. provjera da li je sklop ispravno postavljen
9. vađenje gotovog sklopa iz transportnog kućišta sa pokretne trake automata i postavljanje u štapni limiter koji se nalazi na transportnoj traci proizvodne linije.



**Slika 7. Čahura, ležaj i opruga**



**Slika 8. Montažni sklop umetnut u transportno kućište**

### 3. UREĐAJI I OPREMA ZA AUTOMATSKU MONTAŽU

Svaki automat za montažu, kako bi mogao samostalno obavljati svoj zadatak sastoji se od konstrukcijskih, izvršnih i pomoćnih elemenata. Izvršni elementi su elementi koji direktno upravljaju procesom ili svojim gibanjem posredno izvršavaju određenu mehaničku radnju (PLC, pneumatski cilindri, elektromotori, prihvatnice, itd.). Pomoćni elementi su svi elementi koji omogućavaju rad izvršnih elemenata (napajanje, driveri, pripravne grupe, itd.) ili služe kao kontrolni elementi (npr. senzori, računala, itd.) dok su konstrukcijski elementi oni elementi koji osiguravaju pravilnu poziciju svih pomoćnih, izvršnih i montažnih elemenata.

U prilogu će biti opisani osnovni elementi od kojih se sastoji automat za montažu čahure, opruge i ležaja.

#### 3.1. Napajanje MW DR-120-48

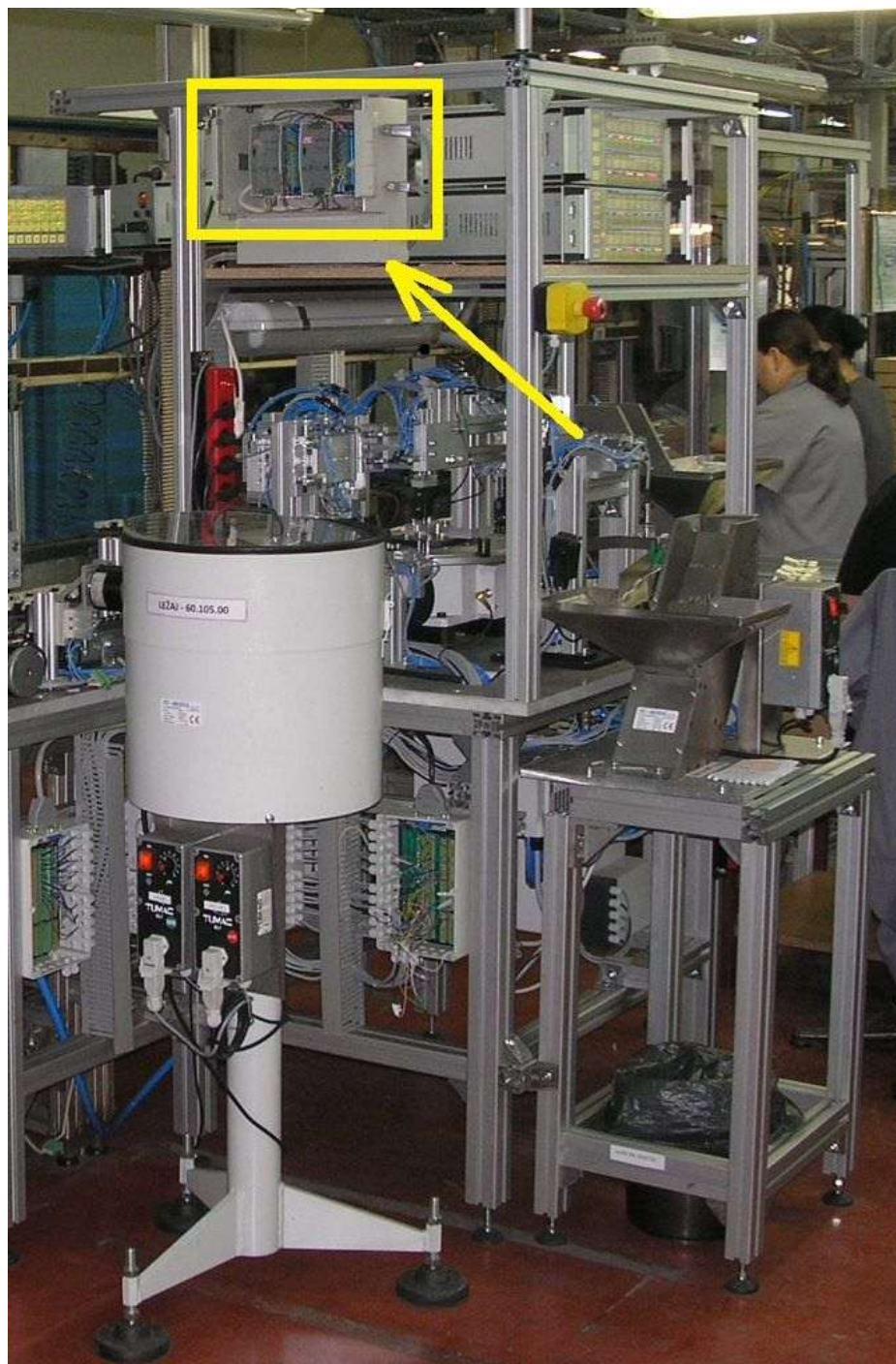
Napajanje služi kako bi osiguralo dovoljnu količinu regulirane električne energije svim uređajima i strojevima na promatranom automatu za montažu. Kako određeni uređaji kao npr. pokretni stol, PLC-ovi te vibrododavači već imaju vlastiti integrirani izvor napajanja, ovo napajanje se koristi samo za opskrbu motora i njihovih driver-a. Trenutno se na automatu nalaze dva identična napajачka modula od koji svaki napaja jedan elektromotor dok se oba elektromotora koriste za pokretanje jedne pokretne trake.



Slika 9. Napajanje za elektromotore [2]

| MODEL                 | DR-120-12                    | DR-120-24   | DR-120-48                       |                  |
|-----------------------|------------------------------|---|---------------------------------|------------------|
| OUTPUT                | DC VOLTAGE                   | 12V   | 24V                             | 48V              |
|                       | RATED CURRENT                | 10A   | 5A                              | 2.5A             |
|                       | CURRENT RANGE                | 0 - 10A   | 0 - 5A                          | 0 - 2.5A         |
|                       | RATED POWER                  | 120W  | 120W                            | 120W             |
|                       | RIPPLE & NOISE (max.) Note 2 | 80mVp-p   | 80mVp-p                         | 100mVp-p         |
|                       | VOLTAGE ADJ. RANGE           | 12 - 14V  | 24 - 28V                        | 48 - 53V         |
|                       | VOLTAGE TOLERANCE Note 3     | ±2.0%   | ±1.0%                           | ±1.0%            |
|                       | LINE REGULATION              | ±0.5%   | ±0.5%                           | ±0.5%            |
|                       | LOAD REGULATION              | ±1.0%   | ±1.0%                           | ±1.0%            |
|                       | SETUP, RISE TIME             | 500ms, 70ms/230VAC  | 500ms, 70ms/115VAC at full load |                  |
| HOLD UP TIME (Typ.)   | 36ms/230VAC                  | 32ms/115VAC at full load  |                                 |                  |
| INPUT                 | VOLTAGE RANGE                | 88 - 132VAC/176 - 264VAC by switch  | 248 - 370VDC                    |                  |
|                       | FREQUENCY RANGE              | 47 - 63Hz   |                                 |                  |
|                       | EFFICIENCY (Typ.)            | 80%   | 84%                             | 85%              |
|                       | AC CURRENT (Typ.)            | 2.6A/115VAC   | 1.6A/230VAC                     |                  |
|                       | INRUSH CURRENT (Typ.)        | COLD START 20A/115VAC   | 40A/230VAC                      |                  |
| LEAKAGE CURRENT       | <3.5mA/240VAC                |   |                                 |                  |
| PROTECTION            | OVERLOAD                     | 105 - 150% rated output power<br>Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed |                                 |                  |
|                       | OVER VOLTAGE                 | 15 - 16.5V  | 29 - 33V                        | 58 - 65V         |
|                       | OVER TEMPERATURE             | 85°C ±5°C (TSW1)  | 90°C ±5°C (TSW1)                | 90°C ±5°C (TSW1) |
| ENVIRONMENT           | WORKING TEMP.                | -10 - +60°C (Refer to "Derating Curve")   |                                 |                  |
|                       | WORKING HUMIDITY             | 20 - 90% RH non-condensing  |                                 |                  |
|                       | STORAGE TEMP., HUMIDITY      | -20 - +85°C, 10 - 95% RH  |                                 |                  |
|                       | TEMP. COEFFICIENT            | ±0.03%/°C (0 - 50°C)  |                                 |                  |
|                       | VIBRATION                    | 10 - 500Hz, 2G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes; Mounting: Compliance to IEC60068-2-6                                    |                                 |                  |
| SAFETY & EMC (Note 4) | SAFETY STANDARDS             | UL508, UL60950-1, TUV EN60950-1 approved  |                                 |                  |
|                       | WITHSTAND VOLTAGE            | I/P-O/P:3KVAC   | I/P-FG:1.5KVAC                  | O/P-FG:0.5KVAC   |
|                       | ISOLATION RESISTANCE         | I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C/ 70% RH   |                                 |                  |
|                       | EMC EMISSION                 | Compliance to EN55011, EN55022 (CISPR22) Class B, EN61000-3-2-3   |                                 |                  |

Slika 10. Karakteristike napajačkog modula MW DR-120-48



Slika 11. Lokacija napajачkih modula na automatu

### 3.2. Pripravna grupa FESTO MS4

Pripravna (pripremna) grupa služi za pripremanje i regulaciju stlačenog zraka koji se iz kompresorske stanice distribuira u pneumatski sustav. Svaka pripravna grupa obavezno mora

imati mogućnost regulacije tlaka dok se kao dodatni moduli gotovo uvijek koristi i zauljivač, modul za skupljanje kondenzata te ostali pomoćni moduli. Jedna od zadaća zauljivača je da se kroz stlačeni zrak distribuira određeni postotak ulja za podmazivanje čija je svrha podmazivanje izvršnih elemenata. Jedna od značajki FESTO-vih izvršnih elemenata odnosno pneumatskih cilindara je da mogu raditi i bez podmazivanja no jednom kada se podmažu moraju se nastaviti podmazivati do kraja radnog vijeka. Nazivni tlak koji se najčešće koristi u industriji iznosi 5 - 7 bar-a stoga se pripravne grupe svakog stroja prije upotrebe moraju podesiti za rad na tom tlaku.



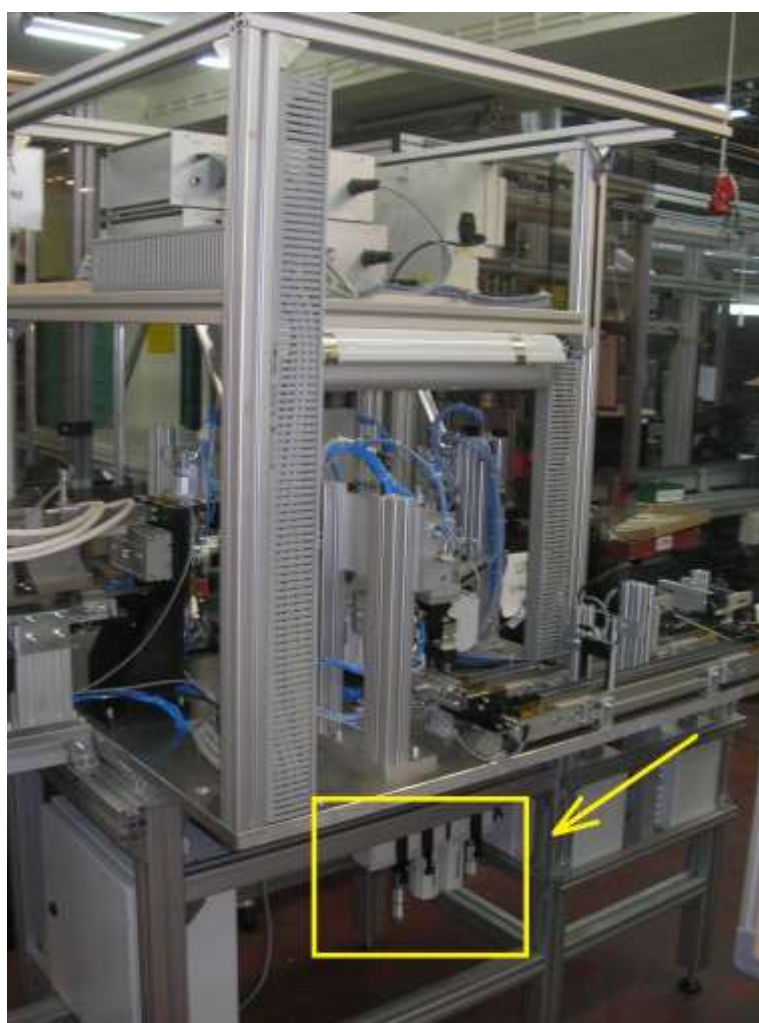
Slika 12. Pripravna grupa FESTO MS4

Tabela 1. Karakteristike pripravne grupe FESTO MS4

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Veličina              | 4                                       |
| Priključak            | G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, G3/4, G1, (NPT) |
| Tlak                  | 0,3 – 12 bar                            |
| Protok                | 550 – 5100 l/min                        |
| Manometarske jedinice | Bar, psi, MPa                           |
| Finoća filtra         | 0,01 – 40 $\mu$ m                       |
| Ispust kondenzata     | Ručno                                   |



|   |  |
|---|--|
|   | Poluautomatski<br>Automatski           |
| Smjer protoka   | S lijeva na desno<br>S desna na lijevo |
| Plastična zdjelica s plastičnom zaštitnom košarom<br>Proporcionalni zauljivač |  |



**Slika 13. Lokacija pripravne grupe FESTO MS4 na automatu**

### 3.3. Pneumatski cilindri FESTO

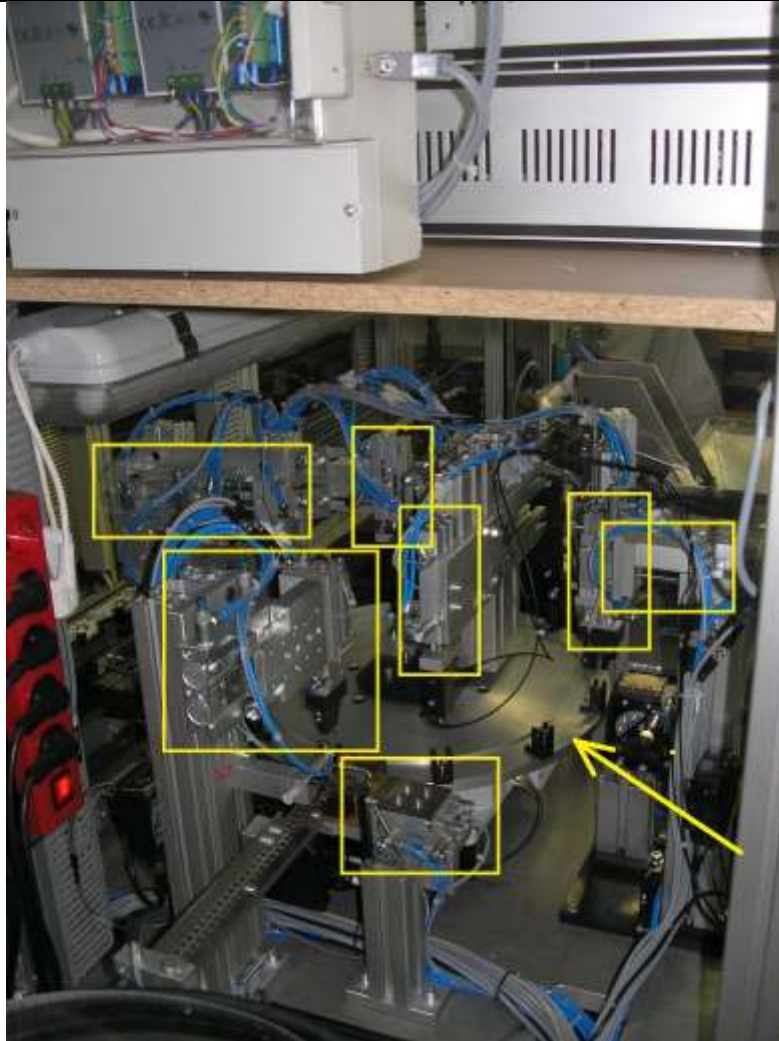
Pneumatski cilindri spadaju u kategoriju izvršnih elemenata pneumatskog sustava. Pokreću se djelovanjem komprimiranog zraka te su prema načinu djelovanja izvedeni u dvije glavne izvedbe: **jednoradni** i **dvoradni**. Jednoradne cilindre moguće je upravljati samo u jednom smjeru (u početni položaj se vraćaju sami pomoću opruge) dok je dvoradne moguće upravljati u oba smjera. Jednoradni se često koriste kada je potrebno vratiti cilindar u početni položaj uslijed nestanka električne energije / stlačenog zraka u sustavu.



Slika 14. Jednostruki i dvostruki dvoradni cilindar FESTO [1]

Tabela 2. Karakteristike jednostrukog dvoradnog cilindra FESTO ESNU

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Promjer                   | 8, 10, 12, 16, 20, 25 mm (standard), 32, 40, 50, 63 mm |
| Duljina hoda              | 1 – 50 mm  |
| Sila                      | 24 – 1763 N  |
| Prigušivanje              | fiksno   |
| Radni tlak                | 5 - 7 bar  |
| Prepoznavanje pozicije    |  |
| Unutarnji i vanjski navoj |  |



Slika 15. Lokacija pneumatskih cilindara na automatu

### 3.4. Pneumatske cijevi FESTO PQ-PA

Pneumatske cijevi služe za prijenos stlačenog zraka (ili drugog medija) od pripravne grupe do izvršnih elemenata ili od jednog do drugog elementa pneumatskog sustava. Najčešće se koriste plastične (poliamidne) cijevi jer su elastične te izrazito čvrste u odnosu na poprečni presjek. Cijevi se pritom spajaju pomoću „brzih spojnika“ koje se nalaze na svakom elementu.





**Slika 16. Pneumatske cijevi FESTO PQ-PA [1]**

Tabela 3. Karakteristike pneumatskih cijevi FESTO PQ-PA

|                     |   |
|---------------------|---|
| Vanjski promjer     | 12 - 28 mm                              |
| Pogonski tlak       | 0.95 - 7 bar                            |
| Materijal           | Poliamid                                |
| Temperatura okoline | -25 – 75 °C                             |
| Pogonski medij      | Komprimirani zrak<br>Vakuum<br>Tekućine |

### 3.5. Prigušnice i nepovratni ventili

Prigušnice služe za redukciju radnog tlaka sa svrhom smanjenja brzine i/ili snage izvršnih elemenata. Prigušenje se vrši jednostavno, okretanjem ventila u lijevo (za povećanje tlaka do nazivnog) ili desno (za smanjenje tlaka od nazivnog).

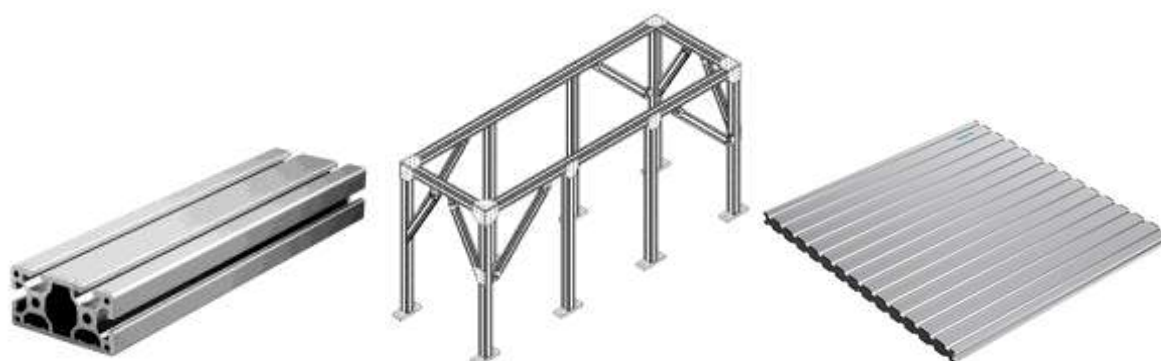
Nepovratni (zaporni) ventili služe kako bi onemogućili protjecanje medija u jednu (željenu) stranu.



Slika 17. Prigušni ventil i zaporni (nepovratni) ventil [1]

### 3.6. Aluminijski profili FESTO

Aluminijski profili koriste se kao baza i kao osnovni konstrukcijski element svakog pneumatskog i hidrauličkog stroja baziranog na FESTO-vim elementima. Cilj svake konstrukcije je da bude modularna i fleksibilna kako bi se što prije sastavila te eventualno rastavila i prilagodila novoj primjeni. Spajanje profila izvršava se pomoću posebnih prihvatnica spojenih pomoću imbus vijka čime postizemo vrlo brzo sklapanje i čvrstu konstrukciju.

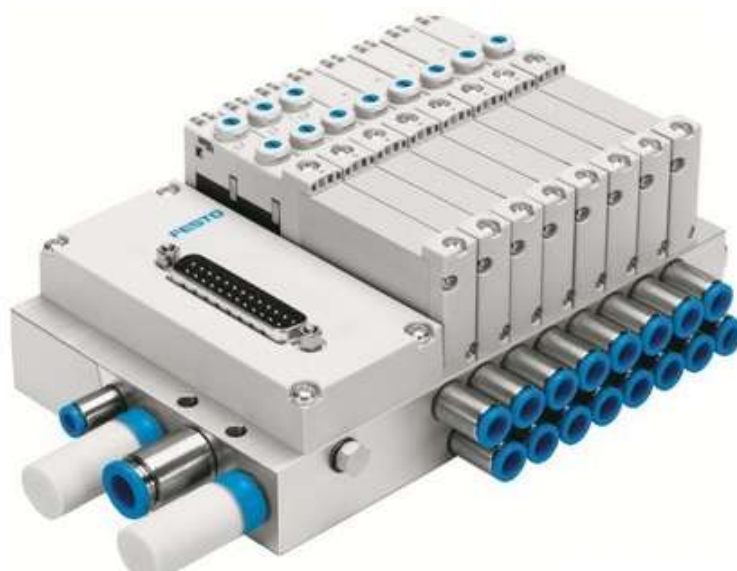


Slika 18. Aluminijski profil FESTO te razne izvedbe i konstrukcije [1]

### 3.7. Ventilski blokovi

Elektro-pneumatski ventilski blok je grupa elektro-pneumatskih razvodnika međusobno spojenih radi lakše instalacije i montaže. Njegova primjena ne razlikuje se od običnog elektro-

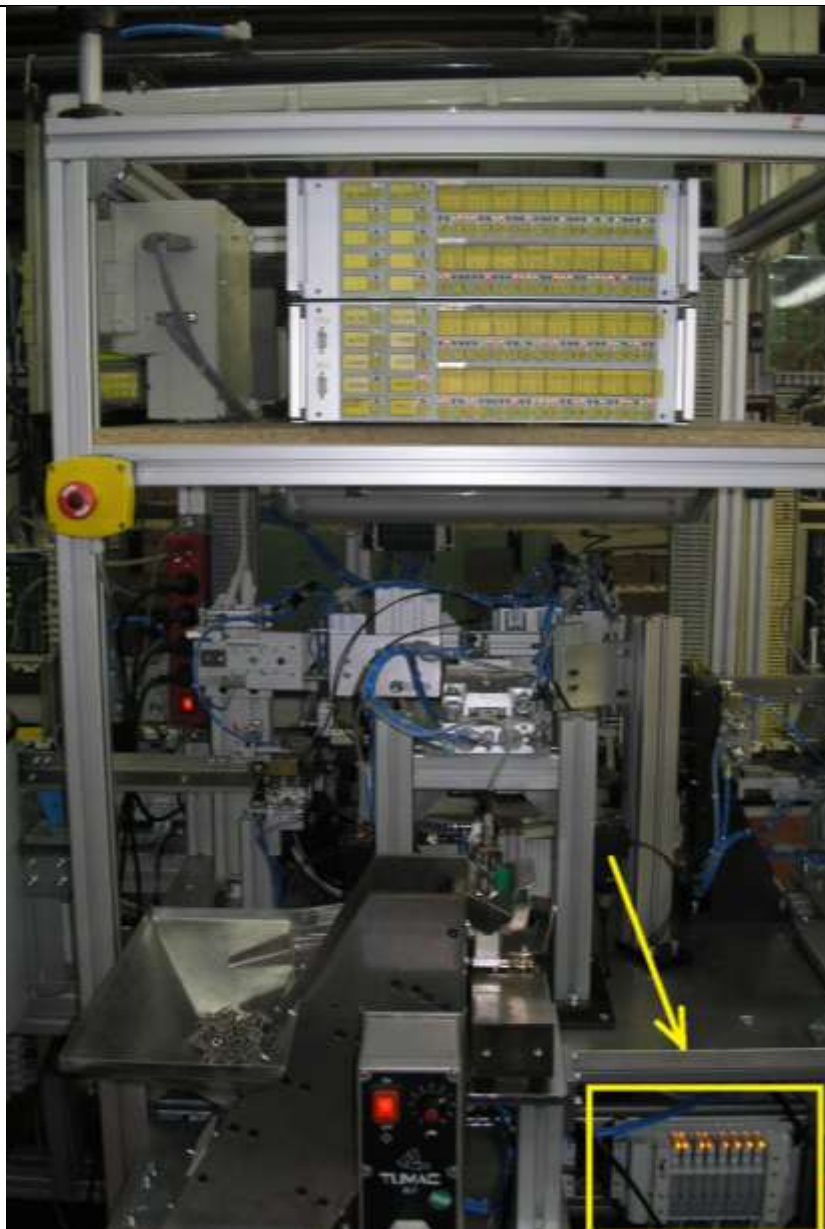
pneumatskog razvodnika ali mu izvedba omogućava brzo spajanje većeg broja pneumatskih elemenata te daleko bolju preglednost. Također, za razliku od više običnih razvodnika, ventilski blok ima zajedničku dobavu zraka i električnih kontakata čime se postiže znatno manje pneumatskih cijevi i električnih kablova a time i ušteda u spojnom materijalu. Koristi se na mjestima gdje postoji potreba za spajanjem većeg broja izvršnih pneumatskih elemenata.



Slika 19. Ventilski blok FESTO VTUG [1]

Tabela 4. Karakteristike ventilskeg bloka FESTO VTUG

|  |                 |
|--|-----------------|
| Protok   | 120 – 630 l/min |
| Širina   | 10, 14 mm       |
| Priključak   | M5, M7, G1/8    |
| Utični priključak                                    | 3, 4, 6, 8 mm   |
| Napon  | 24V DC          |
| Tlak   | 0,9 – 10 bar    |
| Mehanička zaštita                                    | IP40, IP67      |
| Multipol, Fieldbus, IO-Link, I-Port                  |                 |
| Poluspojnički ventili i ventili s priključnom pločom |                 |
| Metalna priključna letva                             |                 |



Slika 20. Lokacija ventilskeg bloka na automatu

### 3.8. Prihvatnice

Prihvatnice (engl. gripper) su izvršni elementi koji se koriste za manipuliranje raznim izradcima ili poluproizvodima, najčešće za premještanje, umetanje ili promjenu orijentacije istih. Montiraju se uglavnom na robotske ruke no veliku primjenu također imaju i u modularnim sustavima gdje se montiraju na glavčinu cilindra.

Na ovom automatu ugrađene su većinom paralelne prihvatnice FESTO DHPS koje se koriste za umetanje čahure, opruge i ležaja te za premještanje sa okretnog stola na pokretnu traku i umetanje u kućište štapnog limitera.



**Slika 21. Pneumatske prihvatnice FESTO (paralelne, kutne i u 3 točke) [1]**

Tabela 5. Karakteristike paralelne prihvatnice FESTO DHPS

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Veličina  | 6, 10, 16, 20, 25, 35 mm            |
| Duljina hoda  | 2 – 12,5 mm po prihvatnoj čeljusti  |
| Sila  | 13,5 – 483 N po prihvatnoj čeljusti |
| Prepoznavanje pozicije                              |                                     |
| Primjenjiva kao jednoradna ili dvoradna prihvatnica |                                     |

### 3.9. Senzori

Senzori ili pretvornici su uređaji koji mjere fizikalnu veličinu i pretvaraju je u signal pogodan za daljnju obradu (najčešće u električni signal). U automatizaciji se najčešće koriste binarni senzori kojima je zadatak detektirati da li nečega ima ili nema. Isti su u pravilu spojeni na PLC koji s obzirom na njihovo stanje upravlja daljnjim koracima procesa. U automatizaciji se najčešće koriste optički, indukcijski, ultrazvučni, kapacitivni i magnetski senzori.

### 3.10. PLC općenito

PLC (eng. Programmable Logic Controller) ili programabilni logički kontroler je industrijsko računalo koje se sastoji od napajачkog modula, procesora, ulaza, izlaza i memorijske jedinice.

PLC se uglavnom koristi kao upravljačka jedinica automatskih sustava u industriji. Njegov program, odnosno algoritam može se jednostavno mijenjati te je stoga vrlo fleksibilan i pogodan za brza rješenja i aplikacije. Nezamjenjivi je dio mnogobrojnih strojeva i procesa u industriji.

PLC-ov program izvršava se ciklički i sastoji se od tri faze:

- čitanje ulaznih varijabli
- izvršavanje programskog koda
- ispisivanje rezultata logičkih operacija na izlazu iz PLC-a.

Unutrašnja memorija uređaja koncipirana je na način da može zapamtiti program i kad nestane napajanja. PLC uređaji su projektirani za teške uvjete rada te su otporni na vibracije, temperaturne promjene i električne smetnje.

### 3.10.1. Elektro-kontakt PLC-12

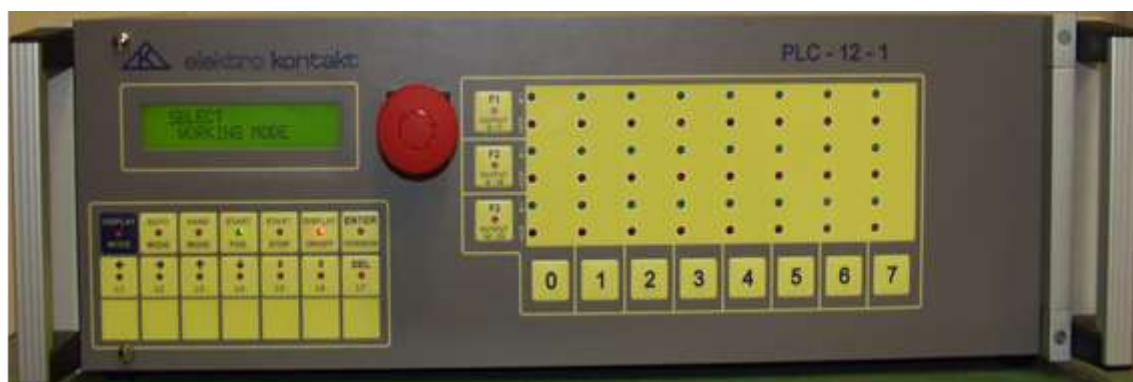
PLC-12 je digitalni elektronički sustav za uporabu u industrijskom okolišu s programabilnom memorijom za internu pohranu primjeni orijentiranih upravljačkih naredbi kao što su logičko upravljanje, slijedno upravljanje, odbrojavanje i brojanje.

PLC-12 je u potpunosti konstruiran i izrađen u tvrtci Elektro-kontakt d.d. Proizvodnja je počela 1994. godine u tadašnjem pogonu smještenom u Velikoj Gorici te se od tada u glavnom pogonu tvrtke u Zagrebu još uvijek koristi oko 1200 komada.

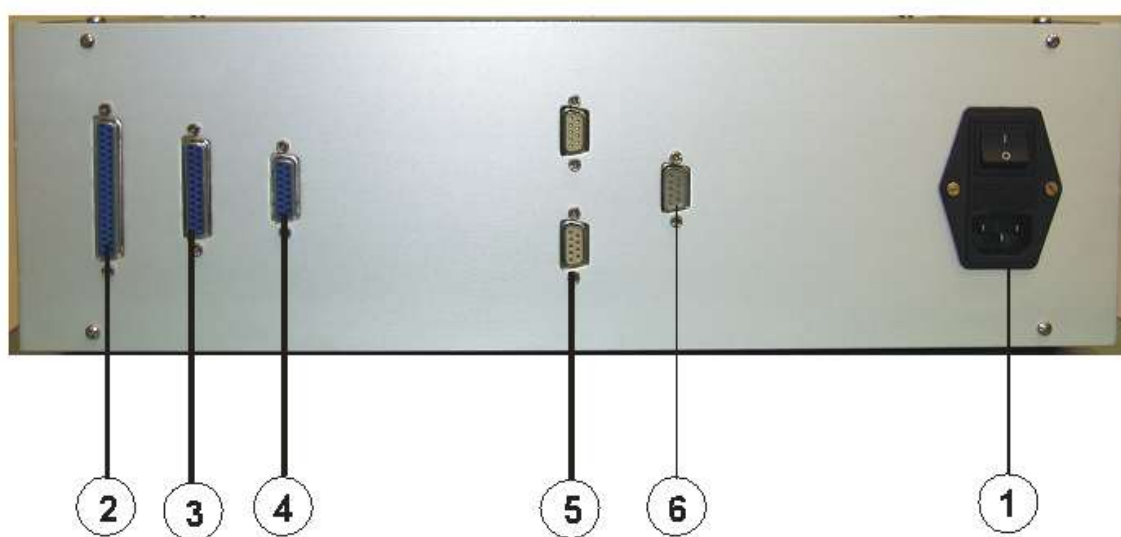
Tabela 6. Tehnički podaci programabilnog logičkog kontrolera Elektro-kontakt PLC-12

|           |  |
|-----------|--|
| Dimenzije | 450 x 330 x 130 mm   |
| Masa      | 6 kg   |
| Napajanje | ~ 230 V / 50 Hz  |
| Potrošnja | 100 VA   |
| Izlazi    | 24 izlaza – 24V, max. 0.5 A                                  |
| Ulazi     | 24 ulaza<br>- logička 0 : 0 – 13 V<br>- logička 1: 13 – 30 V |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Prednja ploča           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 24 indikatora ulaza</li> <li>- 24 indikatora izlaza</li> <li>- 24 tipke za prisilno postavljanje izlaza</li> <li>- 7 tipaka za odabir MODA sa indikatorima</li> <li>- L1 – L7 programibilne tipke sa indikatorima</li> </ul> |
| Alfanumerički pokazivač | 2 x 16 znakova  |
| NOTAUS tipka            |   |



Slika 22. Elektro-kontakt PLC-12 (prednja ploča)



Slika 23. Elektro-kontakt PLC-12 (stražnja ploča)



Tabela 7. Opis stražnje ploče

|   |   |
|---|---|
| 1 | Ulaz za napajanje (230V)                            |
| 2 | ulazni konektor DIN 37 pina (Ž)                     |
| 3 | izlazni konektor DIN 25 pina (Ž) I0 – I15           |
| 4 | izlazni konektor DIN 15 pina (Ž) I16 – I23          |
| 5 | ne koristi se, predviđeno za RS-422                 |
| 6 | komunikacija sa PC – om<br>DIN 9 pina (M) – RS 232C |



Slika 24. Elektro-kontakt PLC-12 (pogled odozgo)

Tabela 8. Opis unutrašnjosti PLC-12

|   |  |
|---|--|
| 1 | Transformator, filter, greatz-ov spoj  |
| 2 | ispravljač                             |
| 3 | CPU ploča ili DISPLAY / KEYBOARD ploča |
| 4 | CPU ploča ili DISPLAY / KEYBOARD ploča |



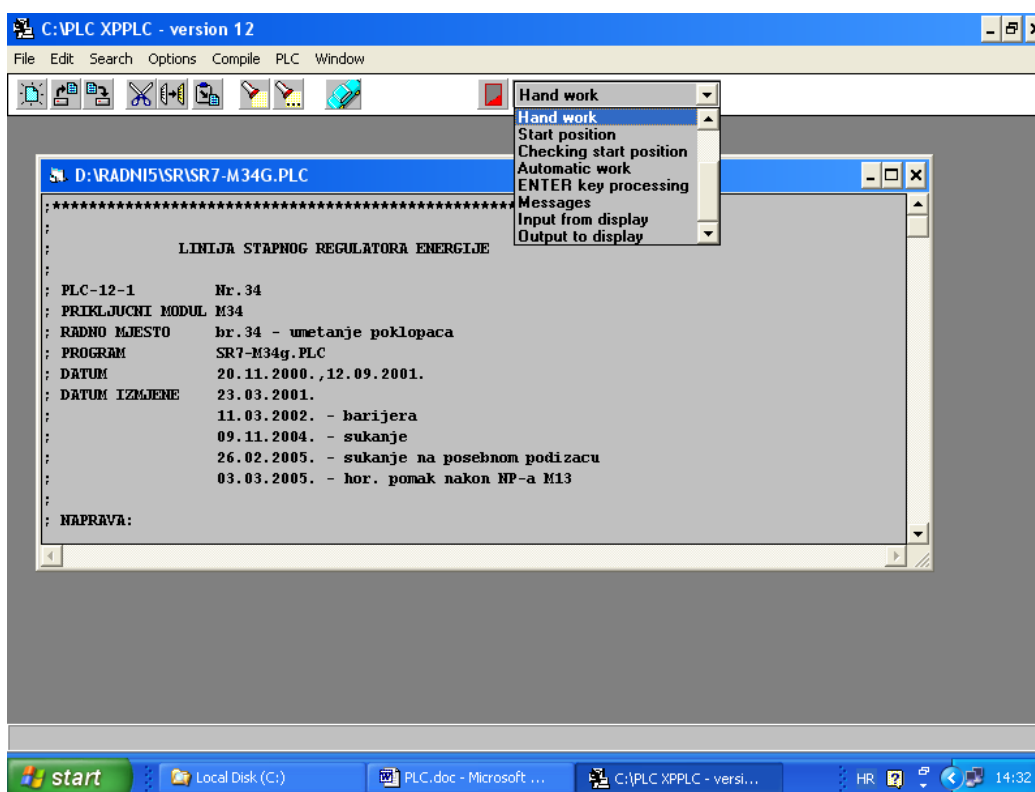
|    |               |
|----|---------------|
| 5  | N.C.          |
| 6  | Izlazna ploča |
| 7. | Ulazna ploča  |
| 8. | N.C.          |

Tabela 9. Programski podaci

|                     |   |
|---------------------|---|
| Memorija NOVRAM     | 32 kb   |
| Programski ciklus   | 1 do 5 ms ( ovisno o dužini i kompleksnosti programa)   |
| Brojači             | C0- C7 – 8 bitni<br>Q0-Q7 – do 25000 decimalno sa ispisom na pokazivač – pod baterijom  |
| Timeri              | Z1-Z22 – programibilni od 0,1 do 25,5 sekundi<br>Z23 - sistemski  |
| Zastavice (markeri) | M0 – M199 – izbrisive<br>N200- N250 – trajne  |
| Poruke              | S1 - S10 - sistemske<br>S11 – S99 – programibilne   |
| Modovi rada         | HAND – ručni rad<br>AUTO – automatski rad<br>STARTPOS – osnovni položaj<br>DISPLAY – upis varijabli<br>ENTER – potvrda upisa varijabli u DISPLAY modu |

### 3.10.1.1. Programsko sučelje

Za programiranje PLC-12 kontrolera koristi se software “WinPLC” koji radi isključivo na operativnom sustavu Windows XP. Nažalost, zbog programskih ograničenja, isti se ne može koristiti na operativnom sustavu Windows 7 koji će vrlo brzo postati najzastupljeniji operativni sustav kako za privatnu, tako i za industrijsku uporabu.



Slika 25. Programsko sučelje softwera WinPLC za programiranje PLC-12 programabilnih logičkih kontrolera

### 3.10.2. Rockwell Automatics - Allen-Bradley Micrologix 1500 PLC

Za razliku od ELK PLC-12 koji je kvalitetan ali zastario uređaj sa vrlo ograničenom primjenom te proizveden u svega nekoliko tisuća komada, Allen-Bradley Micrologix vrlo su česti uređaji u svjetskoj industriji. Osim stalnih poboljšanja, nadogradnje te različitih izvedbi koje se koriste za razne namjene, nudi i puno fleksibilnije i jednostavnije načine programiranja kao i kvalitetnu programsku podršku što omogućuje brz i efikasan rad na različitim operativnim sistemima. Osim što nudi više mogućnosti, samo kućište je također kompaktnije izvedeno pa instalacija zauzima manje mjesta. Sve navedene prednosti nažalost

uzrokuju i osjetno višu cijenu pa se isti koriste samo u uvjetima kada je zadatak dovoljno kompleksan da se ne može riješiti sa nekim od jeftinijih uređaja.

Osnovni tehnički podaci i karakteristike programabilnog logičkog kontrolera Rockwell automatics, Allen-Bradley Micrologix 1500:

- 14 KB memorije (10KB programske, 4KB korisničke)
- zamjenjivi procesor i upravljačka jedinica
- upravljačka jedinica sadrži vlastito napajanje te je dostupna u tri različite konfiguracije
- 8 brzih ulaza od kojih 2 „brza“ brojača
- 2 brza izlaza, mogućnost PWM-a
- mogućnost prikapčanja do 16 modula

Tehnički podaci upravljačke jedinice:

- napajanje 24V DC
- 8 standardnih ulaza (24V DC)
- 8 brzih ulaza (24V DC)
- 6 relejnih izlaza od čega 4 standardna (FET) i 2 brza (FET)

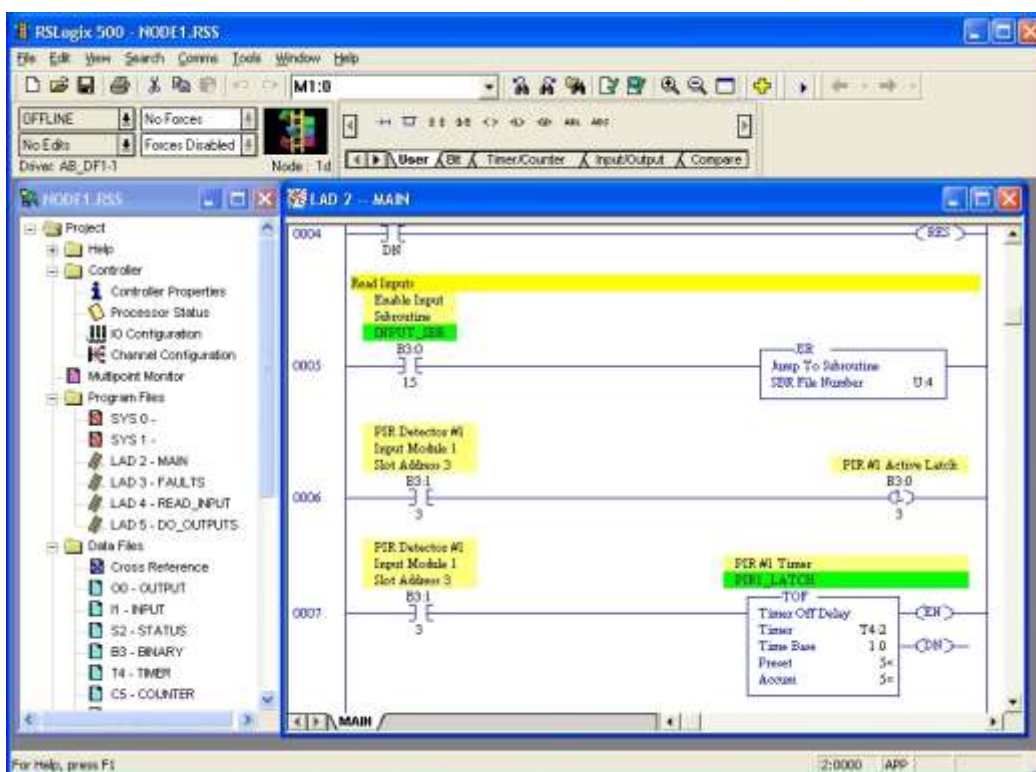


**Slika 26. Allen-Bradley Micrologix 1500 PLC ugrađen u kućište od ELK PLC-12**

Za ovaj zadatak koristili smo ukupno četiri ulazna modula od kojih svaki ima 16 ulaza te četiri izlazna modula, također sa 16 izlaza što sveukupno čini 64 ulaza i 64 izlaza.

### 3.10.2.1. Programsko sučelje

Za programiranje ovog PLC-a koristili smo računalni software RSLogix 500. Isti je vrlo jednostavan i pregledan što ga čini sasvim zadovoljavajućim alatom za programiranje. Komunikaciju između softwera (računala) i PLC-a vršimo pomoću posebnog kabla za programiranje. Postoje USB izvedbe kabla kao i serijske izvedbe za računala koja nemaju ili ne koriste USB.



Slika 27. Programsko sučelje softwera RSLOGIX 500

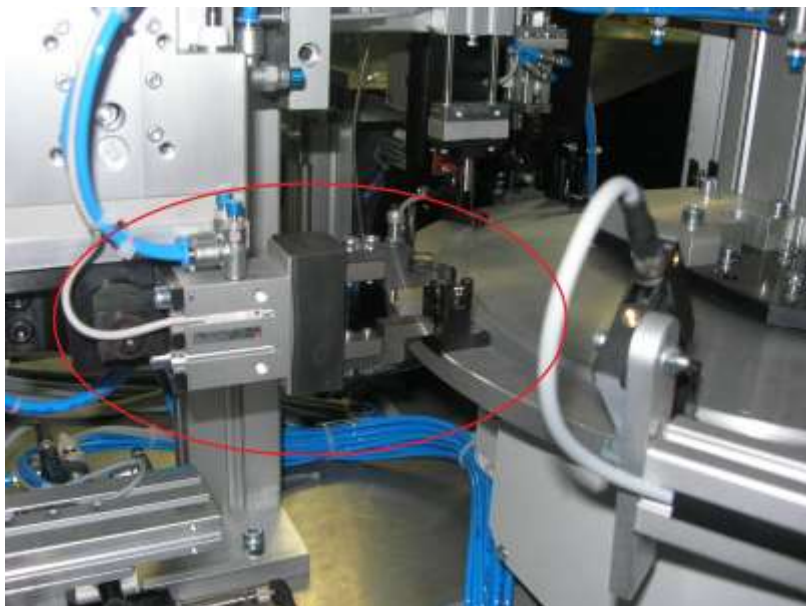
## 4. IZRADA PROGRAMA

U narednim poglavljima slijedi opis zadataka koji će biti riješeni pomoću programabilnih logičkih kontrolera Allen-Bradley Micrologix 1500 i Elektrokontakt PLC-12 te programskih rješenja za oba navedena zadatka.

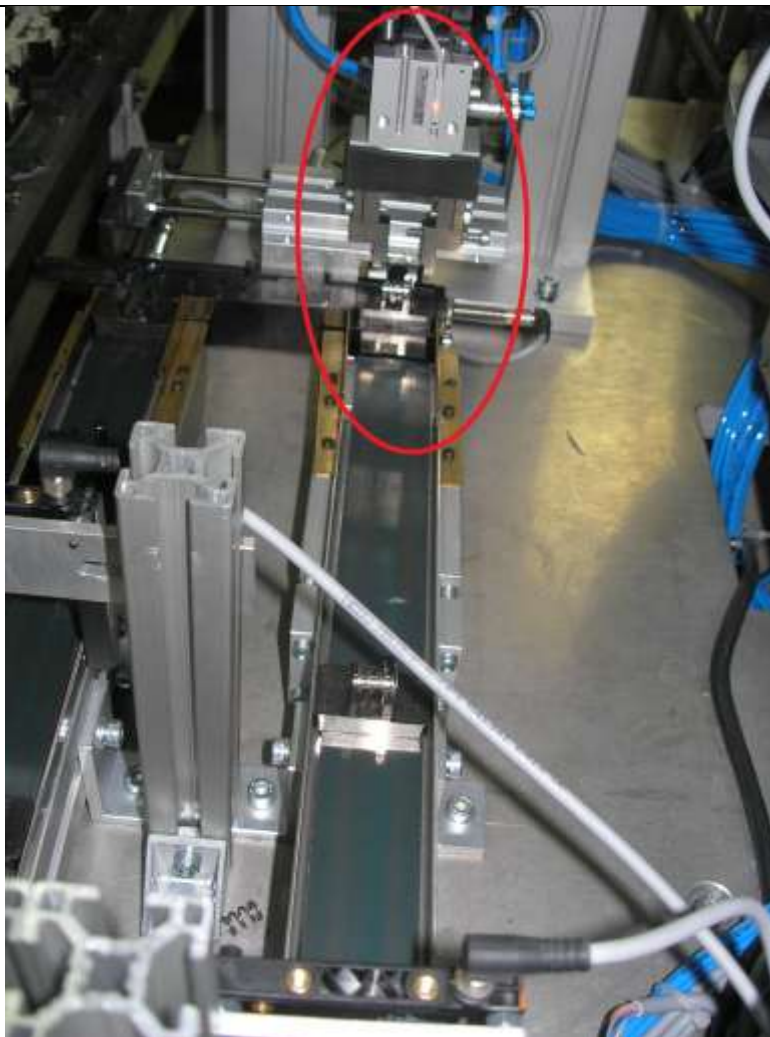
### 4.1. IZDVAJANJE GOTOVOG SKLOPA I PREBACIVANJE U TRANSPORTNO KUĆIŠTE

Zadatak ovog programa je premještanje i ugradnja montažnog sklopa (čahure, zatika i ležaja) iz gnijezda na okretnom stolu u transportno kućište koje se nalazi na pokretnoj traci. Nakon umetanja, transportno kućište zajedno sa montažnim sklopom putuje do idućeg automata za montažu gdje se sklop ponovno premješta na sljedeću točku sklapanja.

Program se izvodi sa programabilnim logičkim kontrolerom Allen-Bradley Micrologix 1500.



Slika 28. Prihvaćanje i vađenje montažnog sklopa iz gnijezda na okretnom stolu



**Slika 29. Umetanje sklopa u transportno kućište**

Nakon što je montažni sklop umetnut u transportno kućište, isti putuje transportnom trakom do iduće točke gdje slijedi vađenje iz transportnog kućišta i umetanje u štapni limiter koji se nalazi na pokretnoj traci glavne linije. Isto izvodi drugi manipulator kojeg upravlja ELK PLC-12.

Kompletan kôd programa sa objašnjenjem prikazan je u prilogu br. 1:

**Tabela 10. Opis programa**

| Programski redak br. | Opis  |
|----------------------|---|
| 0000                 | Provjera osnovnog položaja  |
| 0001                 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti slijedi pomicanje pneumatskog manipulatora po horizontalnoj osi u smjeru sklopa na okretnom |

|      |  |
|------|--|
|      | stolu  |
| 0002 | Detekcija da li je dolazni sklop na pokretnom stolu potpun i ispravan. Ako nije, slijedi preskakanje koraka vađenja te čekanje novog sklopa  |
| 0003 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi „stiskanje“ pneumatske hvataljke te prihvaćanje sklopa   |
| 0004 | Aktivacija timer-a kako bi dali dovoljno vremena hvataljci da prihvati sklop   |
| 0005 | Kada vrijeme zadano u funkciji timer-a istekne, slijedi pomicanje manipulatora sa sklopom po vertikali prema gore  |
| 0006 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi pomicanje pneumatskog manipulatora po horizontalnoj osi u smjeru suprotnom od okretnog stola   |
| 0007 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi rotiranje manipulatora iz horizontalnog u vertikalni položaj te postavljanje memorijskog bit-a koji programu govori da smo odstranili sklop sa okretnog stola te da stol može nastaviti na idući korak                         |
| 0008 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi spuštanje manipulatora sa sklopom vertikalno prema dolje, odnosno umetanje sklopa u transportno kućište  |
| 0009 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi otpuštanje hvataljke te ispuštanje sklopa u transportno kućište  |
| 0010 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi vraćanje manipulatora po vertikalnoj osi prema gore  |
| 0011 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi rotacija manipulatora iz vertikalnog u horizontalni položaj te setiranje memorijskog bita koji govori programu da je sklop u prošlom koraku uspješno uložen te da transportno kućište na transportnoj traci može krenuti dalje |
| 0012 | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi pomicanje manipulatora po vertikalnoj osi prema dolje kako bi zauzela položaj  |

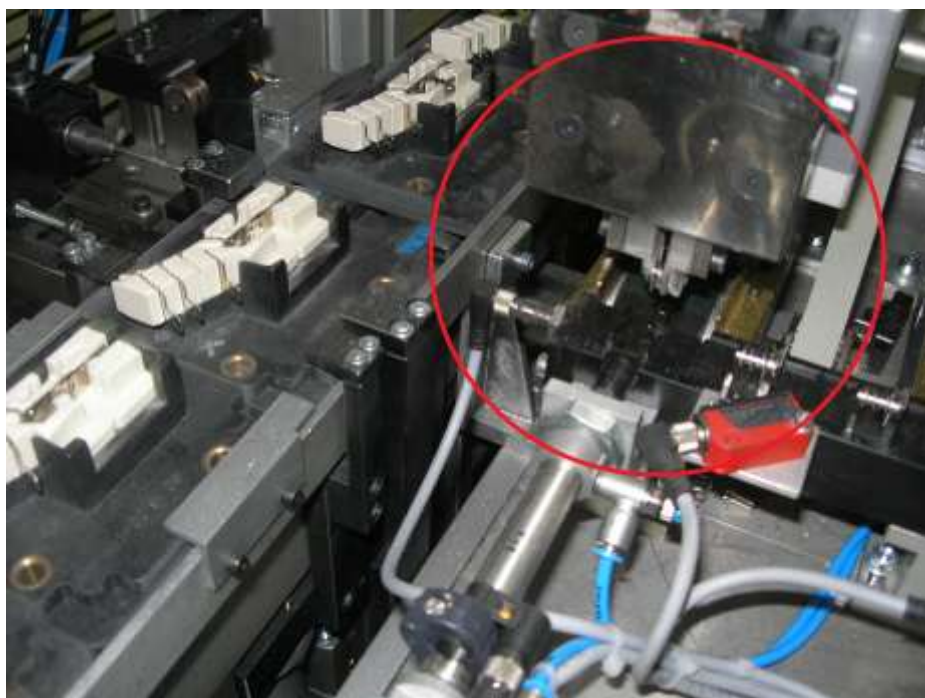


|             |  |
|-------------|--|
|             | za prihvaćanje novog sklopa  |
| 0013        | Ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz prošlog koraka slijedi setiranje bita koji omogućuje programu da krene u novi ciklus vađenja sklopa. Istovremeno gasimo sve nepotrebne izlaze zbog uštede energije.   |
| 0014 - 0017 | Timer-i koji mjere vrijeme od 5 sekundi. Ukoliko je neki od izlaza povezan sa vertikalnom osi manipulatora bio upaljen duže od 5 sekundi a da odgovarajući senzor nije detektirao postavljanje u traženi položaj, program izbacuje grešku i zaustavlja proces. |

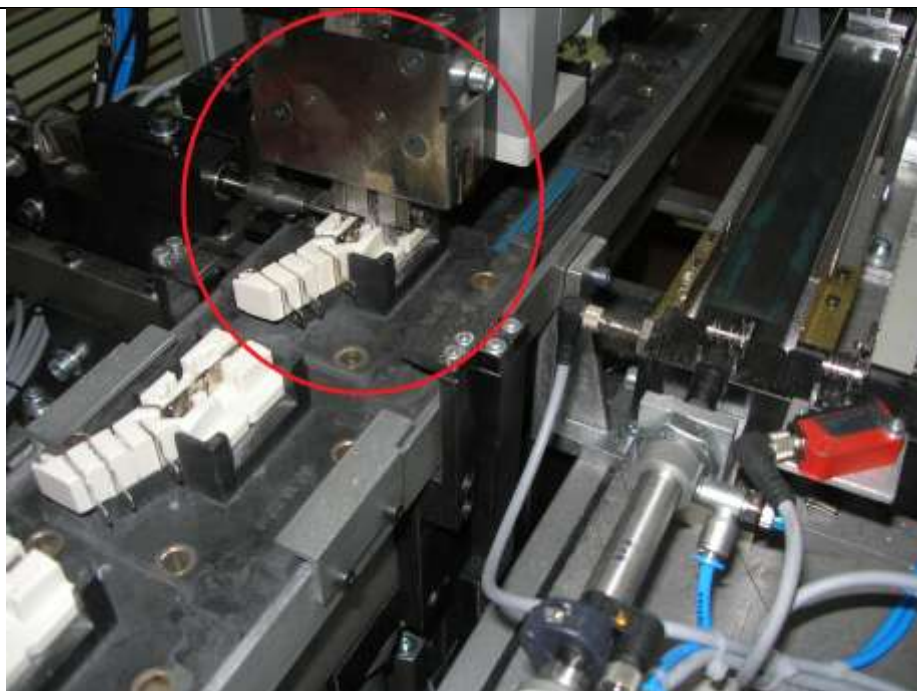
#### 4.2. UMETANJE MONTAŽNOG SKLOPA SA POKRETNE TRAKE U KUĆIŠTE ŠTAPNOG LIMITERA

Zadatak ovog programa je prihvaćanje i vađenje montažnog sklopa iz transportnog kućišta koje je dostavljeno pokretnom trakom te njegovo premještanje i umetanje u štapni limiter koji se nalazi na pokretnoj traci proizvodne linije. Ovaj korak predstavlja zadnji korak u montaži sklopa kojeg je proizveo automat za montažu čahure opruge i ležaja.

Program se izvodi sa programabilnim logičkim kontrolerom Elektro-Kontakt PLC-12.



Slika 30. Prihvaćanje i vađenje montažnog sklopa iz transportnog kućišta



**Slika 31. Umetanje montažnog sklopa u štapni limiter**

Kompletan kôd programa sa objašnjenjem prikazan je u prilogu br. 2:

**Tabela 11. Opis korištenih varijabli i funkcija programa**

|          |  |
|----------|--|
| @        | <i>označava početak definicije osnovnih varijabli</i>  |
| L        | <i>osnovna varijabla čija adresa je povezana sa hardwareskom adresom LED lampica na prednjoj ploči PLC-a</i> |
| !        | <i>označava početak definicije posebnih varijabli</i>  |
| VRIJEME1 | <i>posebna varijabla (timer)</i>   |
| \$       | <i>naredba za praćenje („slušanje“) memorijskih bitova</i>   |
| M10-M60  | <i>memorijski bitovi</i>   |
| &        | <i>naredba za praćenje timer-a i counter-a (brojača)</i>   |
| Z []     | <i>oznaka timer-a, [] – vrijeme trajanja timer-a</i>   |

|       |   |
|-------|---|
| C     | <i>oznaka counter-a</i>   |
| ?     | <i>definira poruke na ekranu (max 2x20 znakova)</i>   |
| S     | <i>oznaka prioriteta – u slučaju da se treba istovremeno ispisati više poruka, prednost imaju one sa najvišim prioritetom</i>   |
| D     | <i>definira da li ćemo na ekranu koristiti jedan ili dva retka na ekranu (možemo koristiti naredbu „J“ – jedan red ili „D“ – dvostruki red</i>  |
| U     | <i>naredba koja omogućava upis nekog parametra na ekranu i tipki na ploči PLC-a</i>   |
| @.@   | <i>naredba kojom definiramo broj decimala vrijednosti koju upisujemo Npr. u slučaju X.Y slovo X označava cijeli broj, dok slovo Y označava prvu decimalu nakon cijelog broja pa se tako u ovom slučaju radi o vrijednosti sa preciznosti od jedne decimalne znamenke.</i> |
| F1    | <i>naredba koja omogućava prikaz vrijednosti zadanih varijabli na ekranu</i>  |
| ;     | <i>oznaka za komentar. Sve upisano nakon tog znaka unutar jednog reda program neće uzimati u obzir</i>  |
| IF () | <i>Funkcija „AKO“ – koristi se za usporedbu logičkih ili matematičkih stanja bitova ili varijabli</i>   |

|       |   |
|-------|---|
| H     | <i>varijabla čije je logičko stanje definirano pritiskom tipki na prednjoj ploči PLC-a</i>  |
| A     | <i>definira jedan od 23 raspoloživih izlaza na PLC-u</i>  |
| ELSE  | <i>koristi se u kombinaciji sa funkcijom IF te označava svaki drugi slučaj koji ne zadovoljava uvjete zadane u IF funkciji</i>  |
| +     | <i>oznaka za logičku operaciju ILI</i>  |
| E     | <i>oznaka adrese logičkih ulaza na PLC-u. Tip memorije koja je trajno pohranjena i održiva baterijom u PLC-u</i>  |
| #     | <i>naredba kojom postavljamo varijablu u trajno logičko stanje jedinice</i>   |
| /     | <i>naredba kojom vraćamo stanje neke logičke varijable iz logičke jedinice u trajnu logičku nulu.</i>   |
| ENDIF | <i>naredba koja označava kraj IF funkcije</i>   |
|       | <i>N – vrsta memorijske varijable čije se logičko stanje trajno pohranjuje u RAM memoriju PLC-a. Ista se ne briše niti nakon gašenja uređaja pa ju smatramo trajnom memorijskom varijablom.</i> |
| *     | <i>oznaka za logičku operaciju I</i>  |
| M, I  | <i>vrsta memorije (memorijski bit) koja se ne pohranjuje trajno, odnosno poništava se nakon svakog gašenja PLC-a</i>  |

## 5. ZAKLJUČAK

Automatizacija proizvodnih pogona danas je neizostavan dio svake industrijske proizvodnje. Ista nam stvara mogućnost povećanja proizvodnosti i rasta u proizvodnji uz smanjenje troškova i poboljšanje kvalitete proizvoda kao i mogućnost povećanja učinkovitosti kontrole proizvodnje. U konačnici rezultira većom produktivnosti i smanjenjem ljudske radne snage kao i moguće ljudske pogreške ali nažalost i nestankom radnih mjesta.

U ovom radu detaljno smo opisali kako se pomoću tehničko-tehnoloških rješenja može brzo i kvalitetno zamijeniti više ručnih radnih mjesta te dugoročno dobiti na brzini i kvaliteti proizvodnje odnosno montaže, pritom smanjivši troškove proizvodnje. Glavni dio ovog, kao i svakog suvremenog proizvodnog procesa čini dakako upravljački element odnosno u našem slučaju PLC čijim se programiranjem može brzo i efikasno upravljati svim mjernim i izvršnim elementima koji su na njega spojeni te ispuniti cilj bez pogreške i uz minimalno potrebno vrijeme. Svaki PLC ima svoje mogućnosti, prednosti i nedostatke što ih razlikuje prilikom odabira i primjene pa smo tako za ovu primjenu kao glavni PLC koristili Allen-bradley Micrologix 1500 zbog fleksibilnosti prilikom programiranja kao i velikih hardwareskih i softwareskih mogućnosti dok smo za jednostavniju operaciju montaže u kućište štapnog limitera koristili PLC-12, vlastiti proizvod tvrtke Elektrokontakt koji je daleko jeftiniji i pristupačniji.

Izradom promatranog automata za montažu i automatizacijom navedenog procesa izgubljena su dva radna mjesta u korist ubrzanja procesa što će rezultirati boljim uspjehom i konkurentnosti tvrtke na tržištu ali nažalost i većom nezaposlenosti u državi pa se postavlja pitanje kako organizirati industrijsku proizvodnju da zaposli čim više radnika, a da tvrtka istovremeno bude i maksimalno konkurentna na tržištu.

## LITERATURA

- [1] FESTO katalog proizvoda, [http://www.festo.com/cat/hr\\_hr/products](http://www.festo.com/cat/hr_hr/products), 27.10.2014
- [2] Modul napajanja DR-120,  
<http://www.alcoma.cz/upload/catalogue/image/big/b/Zdroj%20DR-120%2048V.jpg>,  
27.10.2014

## **PRILOZI**

- I. Programski kod: Vađenje i umetanje gotovog sklopa u transportno kućište
- II. Programski kod: Vađenje i umetanje gotovog sklopa u kućište štapnog limitera
- III. CD-R disc



## PRILOG 1

| K3-INP connector, node 20 |     |           |             |
|---------------------------|-----|-----------|-------------|
| Input                     | Pin | Address   | Description |
| 0                         | 20  | I:1.84/0  |             |
| 1                         | 1   | I:1.84/1  |             |
| 2                         | 2   | I:1.84/2  |             |
| 3                         | 21  | I:1.84/3  |             |
| 4                         | 3   | I:1.84/4  |             |
| 5                         | 22  | I:1.84/5  |             |
| 6                         | 4   | I:1.84/6  |             |
| 7                         | 23  | I:1.84/7  |             |
| 8                         | 5   | I:1.84/8  |             |
| 9                         | 24  | I:1.84/9  |             |
| 10                        | 6   | I:1.84/10 |             |
| 11                        | 25  | I:1.84/11 |             |
| 12                        | 7   | I:1.84/12 |             |
| 13                        | 26  | I:1.84/13 |             |
| 14                        | 8   | I:1.84/14 |             |
| 15                        | 27  | I:1.84/15 |             |
|                           |     |           |             |
|                           |     |           |             |
| K3-OUT connector, node 20 |     |           |             |
| Output                    | Pin | Address   | Description |
| 0                         | 21  | O:1.14/0  |             |
| 1                         | 20  | O:1.14/1  |             |
| 2                         | 19  | O:1.14/2  |             |
| 3                         | 18  | O:1.14/3  |             |
| 4                         | 17  | O:1.14/4  |             |
| 5                         | 16  | O:1.14/5  |             |
| 6                         | 15  | O:1.14/6  |             |
| 7                         | 14  | O:1.14/7  |             |
| 8                         | 1   | O:1.14/8  |             |
| 9                         | 2   | O:1.14/9  |             |
| 10                        | 3   | O:1.14/10 |             |
| 11                        | 4   | O:1.14/11 |             |
| 12                        | 5   | O:1.14/12 |             |
| 13                        | 6   | O:1.14/13 |             |
| 14                        | 7   | O:1.14/14 |             |
| 15                        | 8   | O:1.14/15 |             |
|                           |     |           |             |
|                           |     |           |             |
| K4-INP connector, node 22 |     |           |             |
| Input                     | Pin | Address   | Description |
| 0                         | 20  | I:1.86/0  |             |
| 1                         | 1   | I:1.86/1  |             |

|                               |     |           |             |
|-------------------------------|-----|-----------|-------------|
| 2                             | 2   | I:1.86/2  |             |
| 3                             | 21  | I:1.86/3  |             |
| 4                             | 3   | I:1.86/4  |             |
| 5                             | 22  | I:1.87/5  |             |
| 6                             | 4   | I:1.86/6  |             |
| 7                             | 23  | I:1.86/7  |             |
| 8                             | 5   | I:1.86/8  |             |
| 9                             | 24  | I:1.86/9  |             |
| 10                            | 6   | I:1.86/10 |             |
| 11                            | 25  | I:1.86/11 |             |
| 12                            | 7   | I:1.86/12 |             |
| 13                            | 26  | I:1.86/13 |             |
| 14                            | 8   | I:1.86/14 |             |
| 15                            | 27  | I:1.86/15 |             |
|                               |     |           |             |
| K4-OUT connector, node 22     |     |           |             |
| Output                        | Pin | Address   | Description |
| 0                             | 21  | O:1.16/0  |             |
| 1                             | 20  | O:1.16/1  |             |
| 2                             | 19  | O:1.16/2  |             |
| 3                             | 18  | O:1.16/3  |             |
| 4                             | 17  | O:1.16/4  |             |
| 5                             | 16  | O:1.16/5  |             |
| 6                             | 15  | O:1.16/6  |             |
| 7                             | 14  | O:1.16/7  |             |
| 8                             | 1   | O:1.16/8  |             |
| 9                             | 2   | O:1.16/9  |             |
| 10                            | 3   | O:1.16/10 |             |
| 11                            | 4   | O:1.16/11 |             |
| 12                            | 5   | O:1.16/12 |             |
| 13                            | 6   | O:1.16/13 |             |
| 14                            | 7   | O:1.16/14 |             |
| 15                            | 8   | O:1.16/15 |             |
|                               |     |           |             |
| K4-AUX-OUT connector, node 21 |     |           |             |
| Output                        | Pin | Address   | Description |
| 3                             | 4   | O:1.3/3   |             |
| 4                             | 5   | O:1.3/4   |             |
| 5                             | 6   | O:1.3/5   |             |
| 6                             | 7   | O:1.3/6   |             |
| 7                             | 15  | O:1.3/7   |             |
| 8                             | 14  | O:1.3/8   |             |
| 9                             | 13  | O:1.3/9   |             |
| 10                            | 12  | O:1.3/10  |             |
|                               |     |           |             |
|                               |     |           |             |

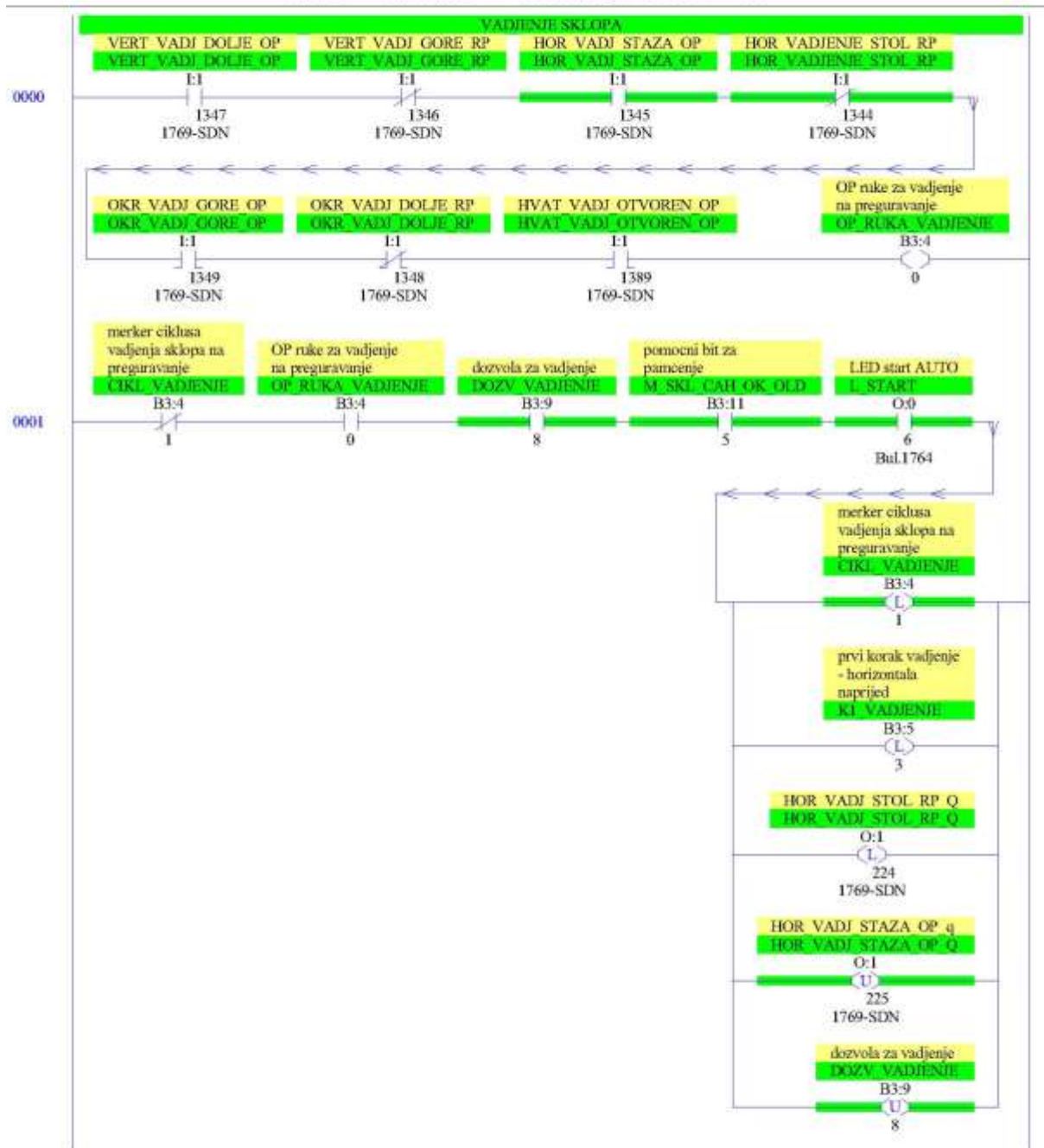
| K-POWER connector |     |  |                |
|-------------------|-----|--|----------------|
|                   | Pin |  | Description    |
|                   | 1   |  | +24V IN        |
|                   | 2   |  | +24V OUT       |
|                   | 3   |  | +24V PLC, DNET |
|                   | 4   |  | GND            |

| Ulaz | Opis:   |
|------|---|
| I0   | Provjera čahure - dolje - RP                        |
| I1   | Provjera čahure - gore - OP                         |
| I2   | Okretnica čahura - okreni - RP                      |
| I3   | Okretnica čahura - vrati - OP                       |
| I4   | Gurač čahure - naprijed - RP                        |
| I5   | Gurač čahure - nazad - OP                           |
| I6   | Čahura kod umetanja                                 |
| I7   | Centriranje čahure - stisnuto - OP                  |
| I8   | Ruka čahure - stol - RP                             |
| I9   | Ruka čahure - vibrator - OP                         |
| I10  | Ruka čahure - dolje - RP                            |
| I11  | Ruka čahure - gore - OP                             |
| I12  | Ima čahure kod provjere                             |
| I13  | Čahura kod vibratora                                |
| I14  | Provjera opruge - dolje - RP                        |
| I15  | Provjera opruge - gore - OP                         |
| I16  | Okretnica opruge - okreni - RP                      |
| I17  | Okretnica opruge - vrati - OP                       |
| I18  | Ruka opruge - stol - RP                             |
| I19  | Ruka opruge - vibrator - OP                         |
| I20  | Ruka opruge - dolje - RP                            |
| I21  | Ruka opruge - gore - OP                             |
| I22  | Opruga kod hvatača                                  |
| I23  | Ima opruge kod provjere                             |
| I24  | Gurač ležaja - naprijed - RP                        |
| I25  | Gurač ležaja - nazad - OP                           |
| I26  | Ruka ležaja - stol - RP                             |
| I27  | Ruka ležaja - vibrator - OP                         |
| I28  | Ruka ležaja - dolje - RP                            |
| I29  | Ruka ležaja - gore - OP                             |
| I30  | Ležaj kod hvatača                                   |
| I31  | Sklop čahure OK                                     |
| I32  | Vađenje sklopa - stol - RP                          |
| I33  | Vađenje sklopa - staza - OP                         |
| I34  | Vađenje sklopa - gore - RP                          |
| I35  | Vađenje sklopa - dolje - OP                         |
| I36  | Vađenje sklopa - okretnica - dolje - odlaganje - RP |
| I37  | Vađenje sklopa - okretnica - gore - uzimanje - OP   |
| I38  | Puna staza iza umetanja                             |
| I39  | Puna staza iza vadjenja                             |
| I40  | 1. kut - nosač u kutu                               |

|      |  |  |
|------|--|--|
| I41  |  | 1. kut - nazad - OP                      |
| I42  |  | 2. kut - nosač u kutu                    |
| I43  |  | 2. kut - nazad - OP                      |
| I44  |  | 3. kut - nosač u kutu                    |
| I45  |  | 3. kut - nazad - OP                      |
| I46  |  | 4. kut - nosač u kutu                    |
| I47  |  | 4. kut - nazad - OP                      |
| I48  |  | Provjera ležaja - dolje - RP             |
| I49  |  | Provjera ležaja - gore - OP              |
| I50  |  |  |
| I51  |  |  |
| I52  |  |  |
| I53  |  |  |
| I54  |  | Vibrator čahure - prazan - greška        |
| I55  |  | Vibrator opruge - prazan - greška        |
| I56  |  |  |
| I57  |  | Nema čahure kod vađenja (laserski)       |
| I58  |  | Hvatač čahure otvoren OP                 |
| I59  |  | Hvatač opruge otvoren OP                 |
| I60  |  | Hvatač ležaja otvoren OP                 |
| I61  |  | Hvatač vađenje otvoren OP                |
| I62  |  | Ready iz PLC 12                          |
| I63  |  |  |
| I-b0 |  | Weiss Terminal 10 - Table in position    |
| I-b1 |  | Weiss Terminal 8 - Error                 |
| I-b2 |  | NOT AUS                                  |
| I-b3 |  | N1 ready (output 1) -> preko min 1kOhm   |
| I-b4 |  | N1 running (output 2) -> preko min 1kOhm |
| I-b5 |  | N2 ready (output 1) -> preko min 1kOhm   |
| I-b6 |  | N2 running (output 2) -> preko min 1kOhm |
| I-b7 |  | Vrata                                    |

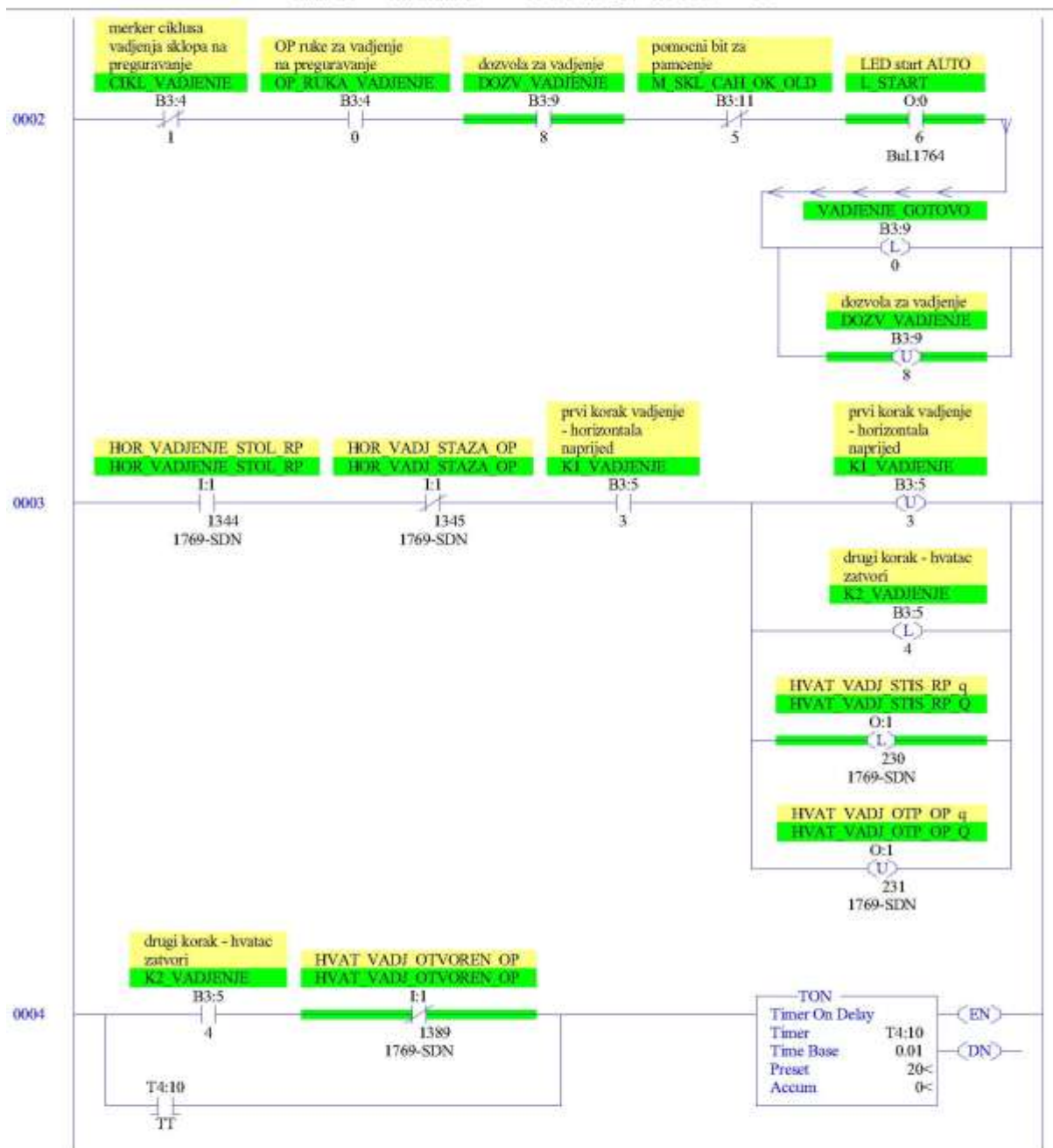
AUTOMAT\_CAHURA\_KCI509\_OPRUGA

LAD 13 - VADJENJE --- Total Rungs in File = 18



AUTOMAT\_CAHURA\_KCI509\_OPRUGA

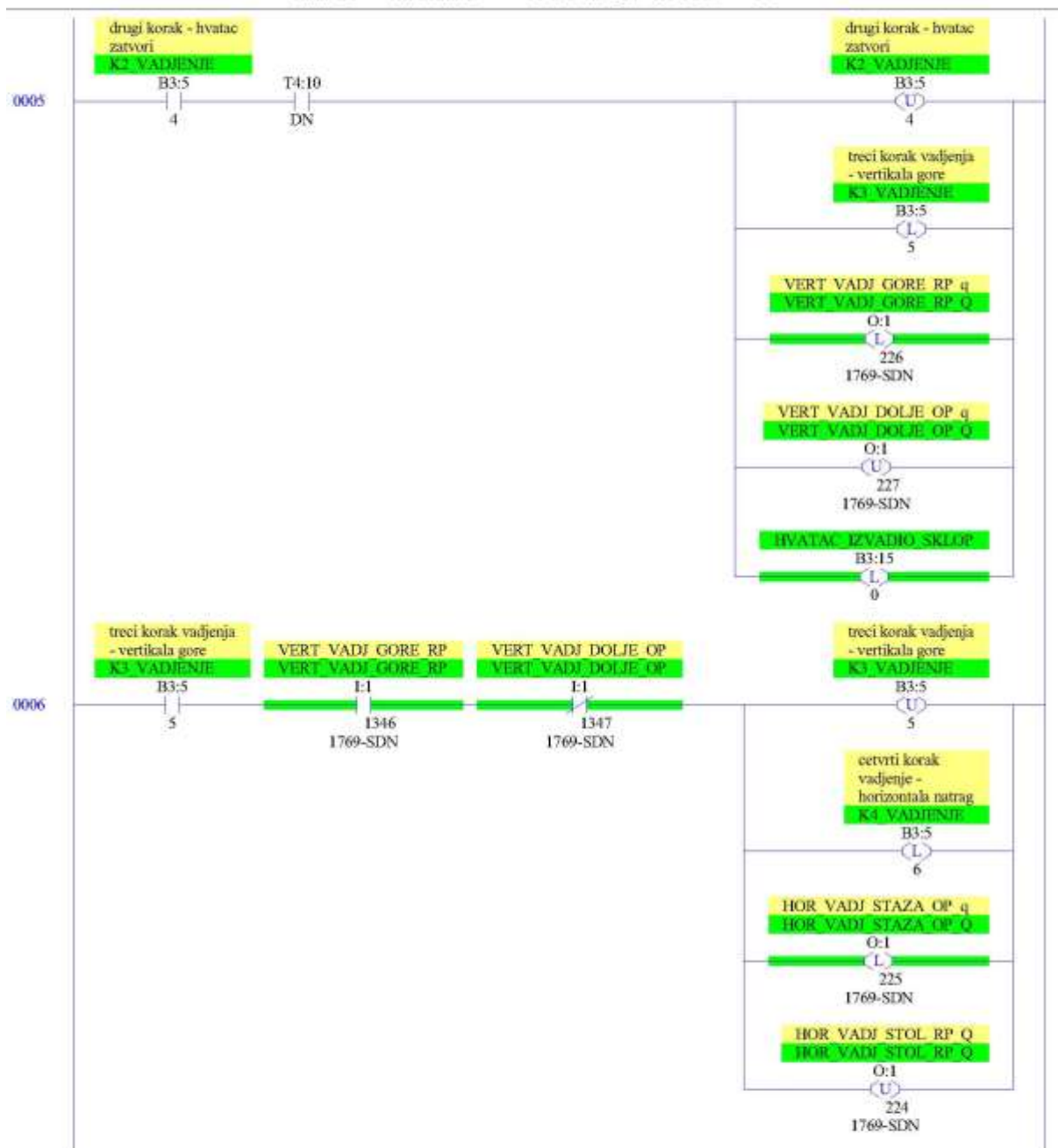
LAD 13 - VADJENJE --- Total Rungs in File = 18

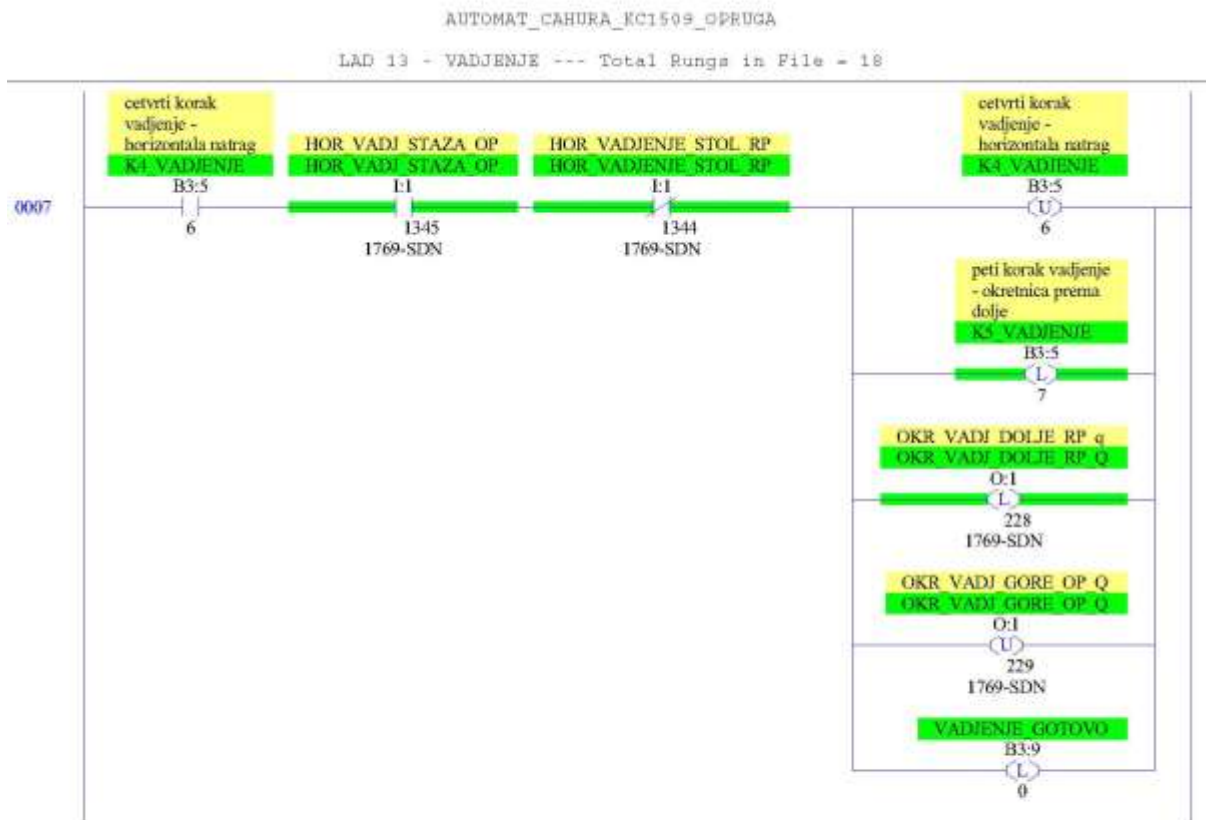




## AUTOMAT\_CAHURA\_KCI509\_@PRUGA

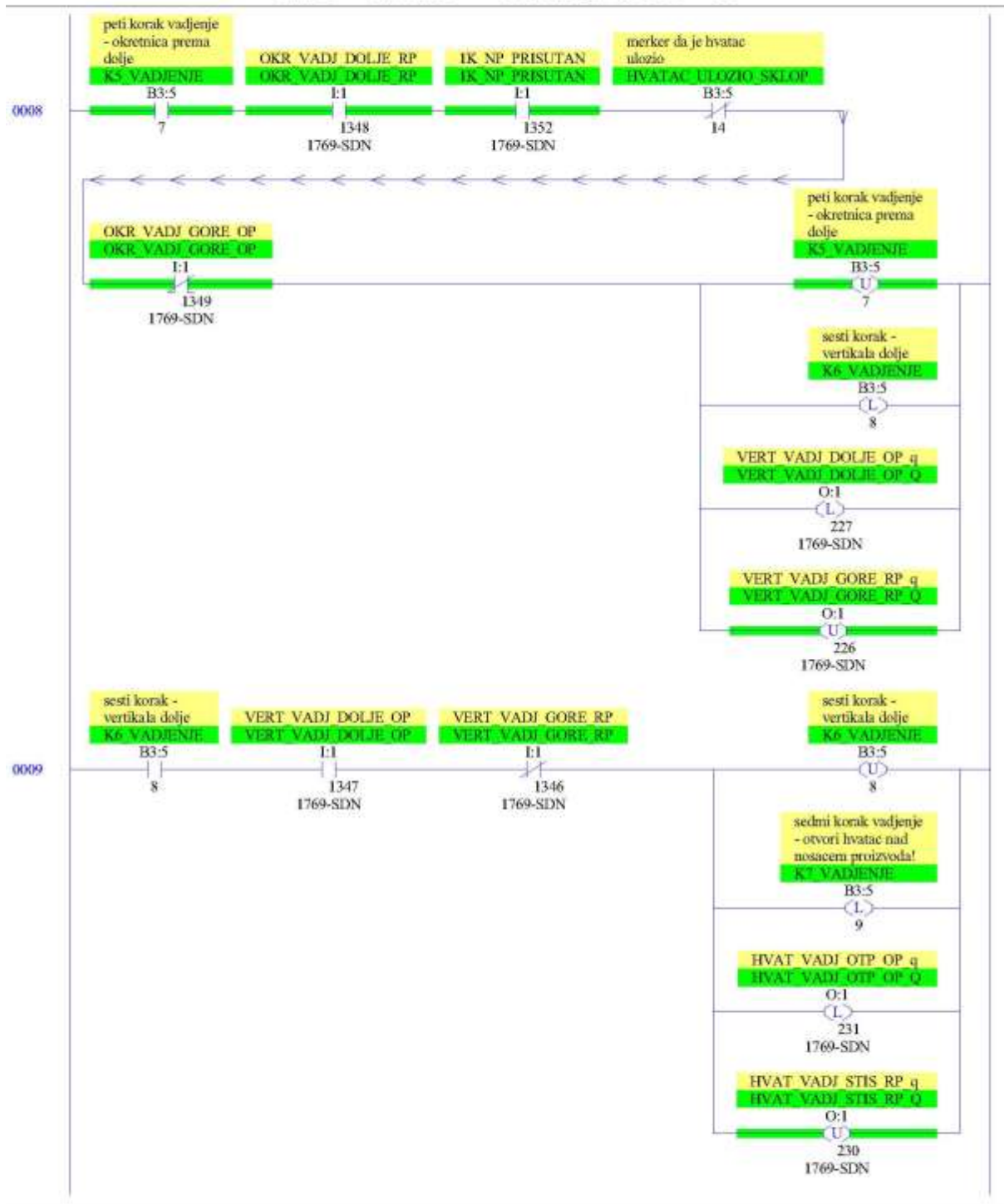
LAD 13 - VADJENJE --- Total Rungs in File = 18

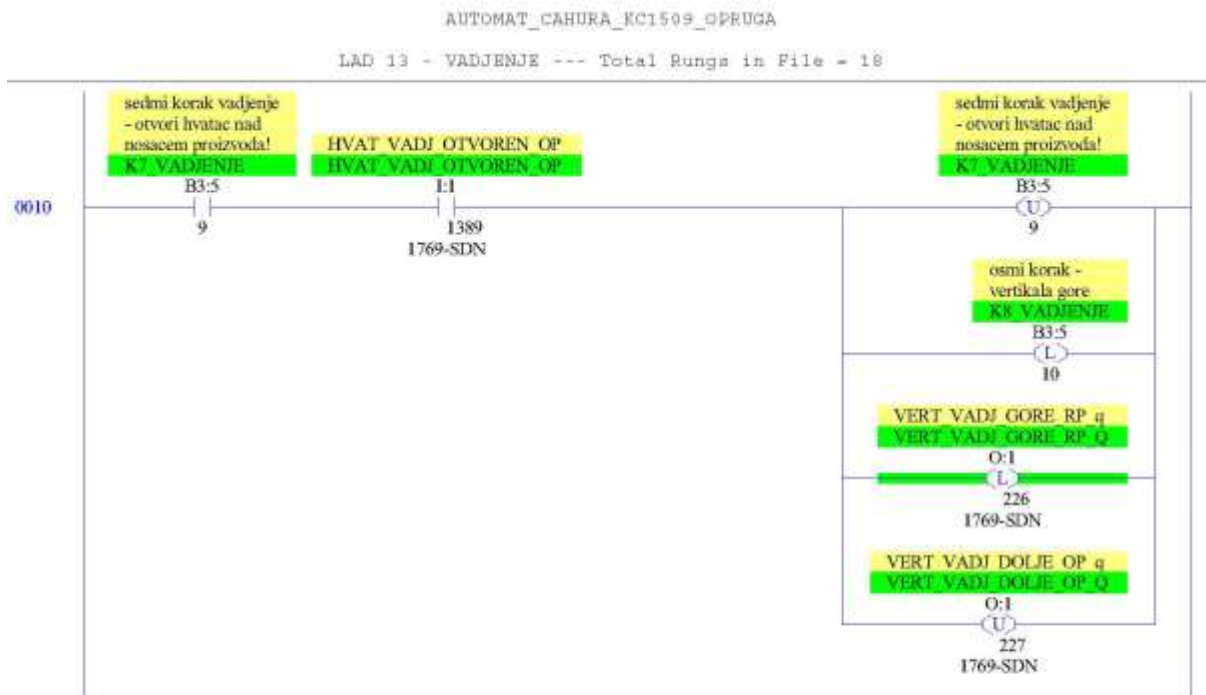


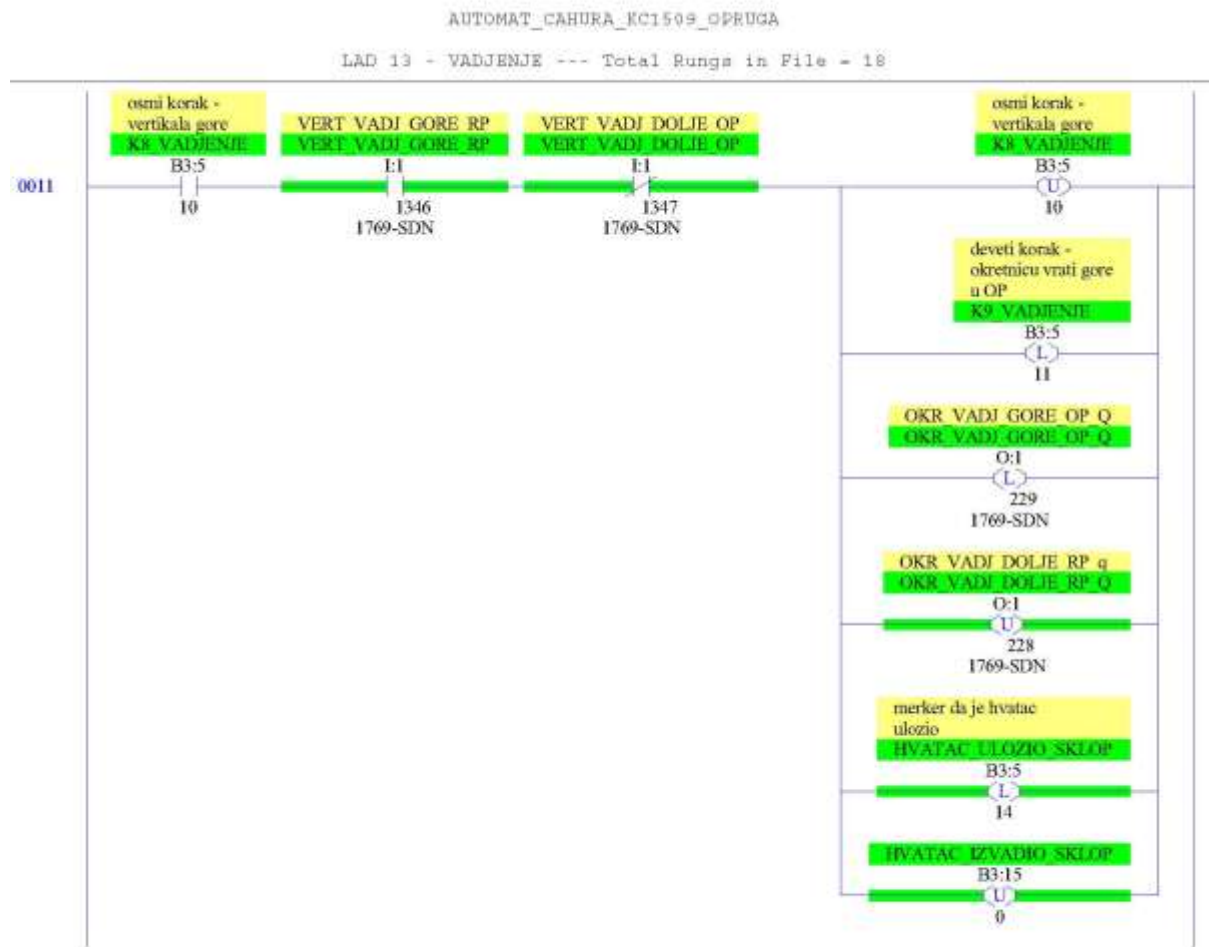


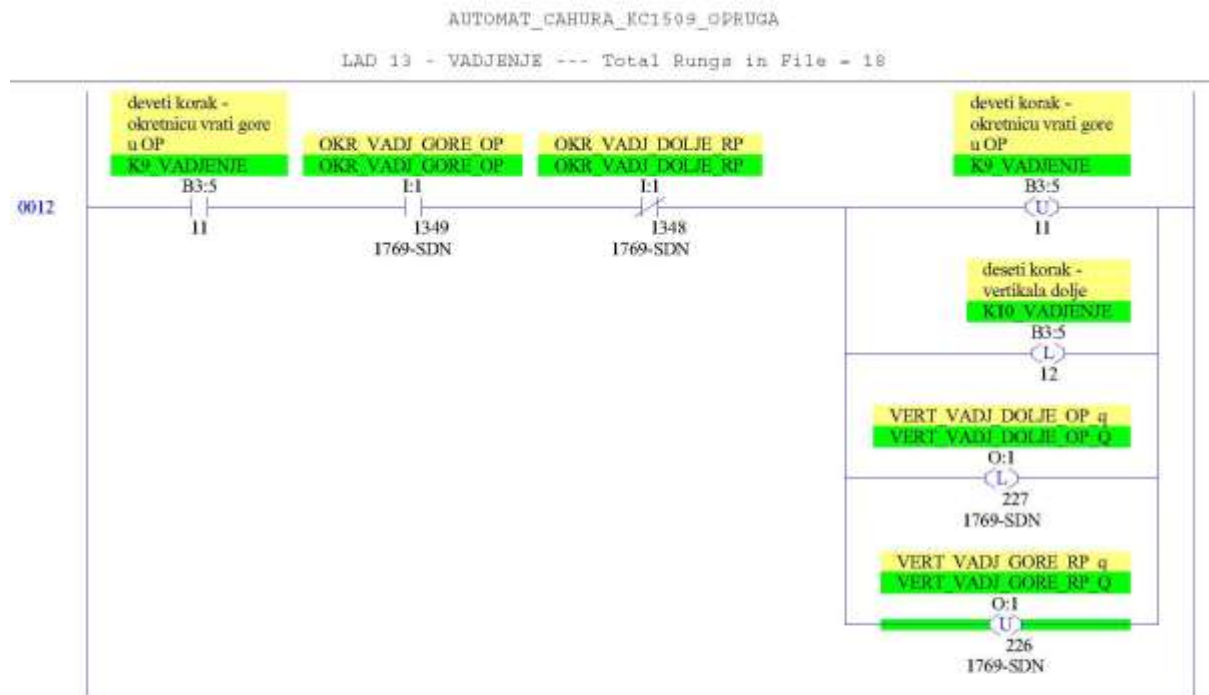
AUTOMAT\_CAHURA\_KC1509\_OPRUGA

LAD 13 - VADJENJE --- Total Rungs in File = 18



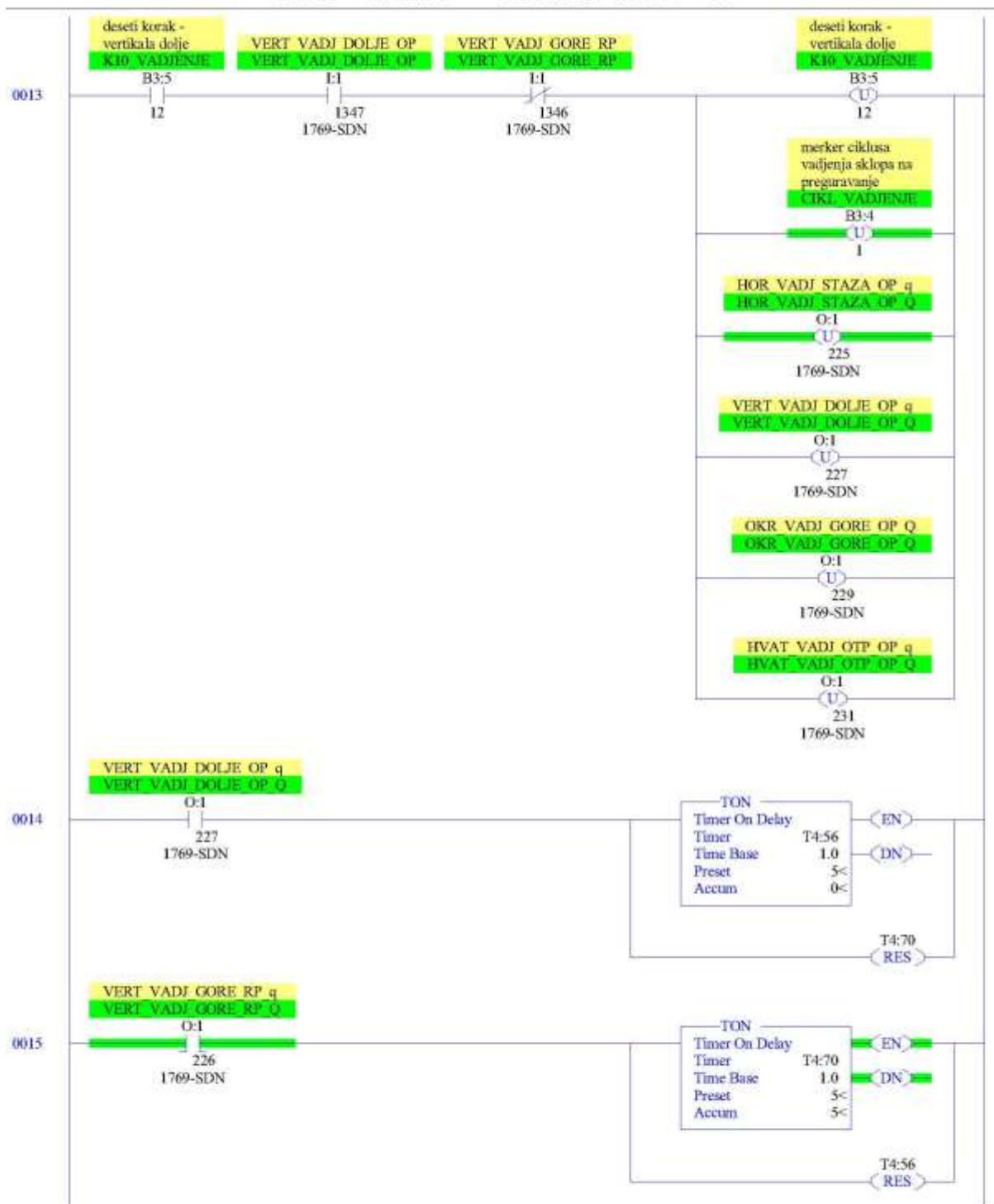




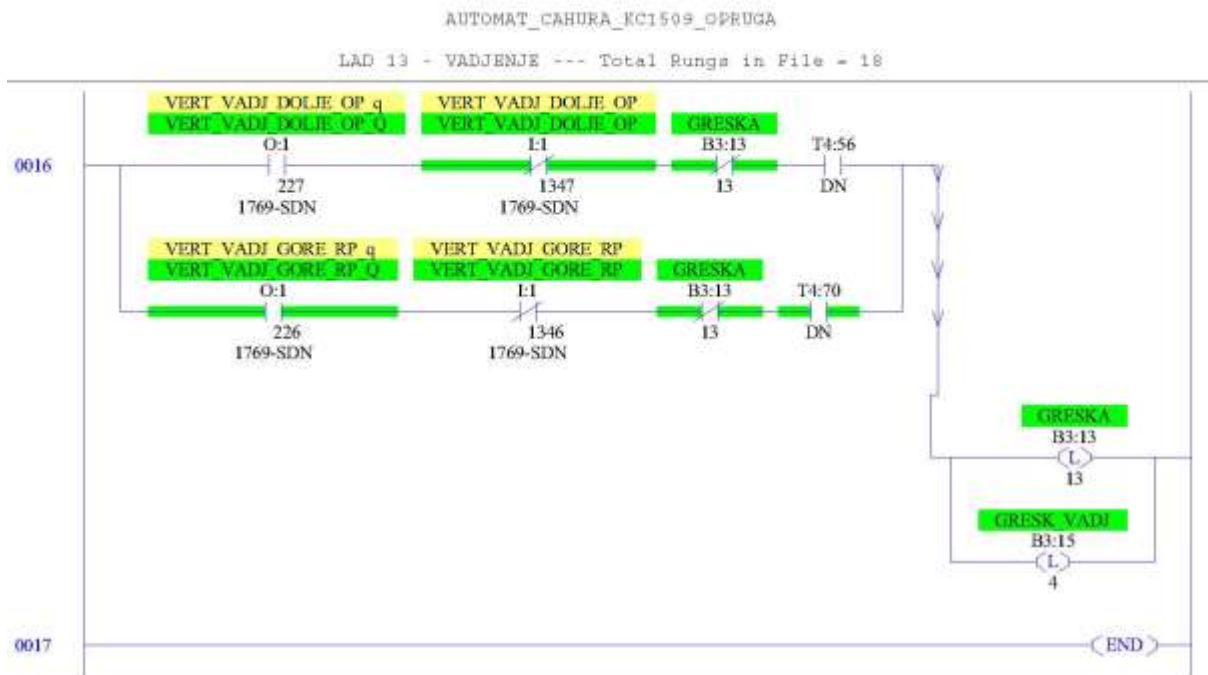


AUTOMAT\_CAHURA\_KC1509\_OPRUGA

LAD 13 - VADJENJE --- Total Rungs in File = 18







**PRILOG 2**

@ L0=START, L8=STARTPOS ;Definiranje osnovnih varijabli „START“ i „STARTPOS“ koje ćemo kasnije koristiti za početak rada PLC-a

! VRIJEME1 ;Definiranje varijable koju ćemo kasnije koristiti za potrebe odbrojavanja

\$ M10, M20, M30, M40, M50, M60 ;Definiranje memorijskih bitova za pamćenje stanja programa

& Z1 , Z2 , Z3 , C1 , C2 , C3 ;Definiranje varijabli za timer-e i brojače koje ćemo kasnije koristiti

? S11,D,2,"ZAŠTITNA VRATA SU","OTVORENA NEMA E23" ;"ZAŠTITNA VRATA SU" – Ispis na gornjem retku ekrana, "OTVORENA NEMA E23" – Ispis na donjem retku ekrana. U nastavku slijedi definiranje poruka koje će se prikazivati na ekranu za razne situacije te njihovih prioriteta

? S12,D,2," ZASTOJ U CIKLUSU "," RADA ULAGANJA PSK "

? S13,D,2," ZASTOJ U CIKLUSU "," PRIPREME KOMPL. PSK"

? S14,D,2," PUNA TRAKA IZA "," ULAGANJA PSK "

? S15,D,2," PUNA TRAKA IZA "," ULAGANJA KOMPL. PSK"

? S16,D,2," PUNA POMOCNA TRAKA "," IZA AUTOMATA ZA PSK"

? S17,D,2," NEMA KOMADA KOD "," ULAGANJA PSK "

? S18,D,2," NEMA KOMADA U NP ","NA TRACI IZ AUTOMATA"

? S19,D,2," NEMA NOSACA PSK ","NA TRACI IZ AUTOMATA"

? S20,D,2,"ZAŠTITNA VRATA SU","PRESPOJENA SA L7"

? S21,D,2," SVE SU NAPRAVE "," U OSNOVNOM POLOZAJU"

? U1 , " VRIJEME1 = @.@ "," "

? F1, " VRIJEME1 = @.@.@ "," vrijeme1 = @.@.@ " ;"VRIJEME1" – varijabla u koju smo u prethodnom koraku upisali željenu vrijednost, „vrijeme“1 – varijabla u koju je spremljeno realno vrijeme dobiveno izračunom na kraju programa.

-----

**Hand work** - naredni dio programa definira naredbe koje će se izvršavati pritiskom na pojedine tipke koje se nalaze na ploči PLC-a

**IF(L3)** ;Ako je LAMPA3 u stanju logičke jedinice odnosno ako je uključen ručni mod rada PLC-a, tada... (slijedi nastavak u redovima niže). Stanja Automatskog ili ručnog rada te LED lampice koje se pale u slučajevima rada u nekim od navedenih modova definirana su u matičnom programu PLC-a. Ona su ista za svaki PLC te se u pravilu ne mijenjaju.

H0 = A0 ;E0 RP zaustavljanje NP kod ulaganja PSK čahura-opruga-ležaj spušteno - pritiskom tipke H0 uključujemo izlaz A0 odnosno kako je u ovom slučaju određeno – izlaz A0

H1 = A1 ;E1 OP zaustavljanje NP kod ulaganja PSK čahura-opruga-ležaj podignuto

H2 = A2 ;E2 RP podizanje NP kod ulaganja PSK čahura-opruga-ležaj podignuto

H3 = A3 ;E3 OP podizanje NP kod ulaganja PSK čahura-opruga-ležaj spušteno

H4 = A4 ;E4 NP NA POZICIJI UZIMANJA PSK U UGLU POMOCNE TRAKE

H5 = A5 ;E5 LASERSKA PROVJERA PRISUTNOSTI PSK U NOSACU POMOCNE TRAKE

H6 = A6 ;E6 RP VERTIKALA hvatača KOMPLETA PSK čahura-opruga-ležaj spuštena

H7 = A7 ;E7 OP VERTIKALA hvatača KOMPLETA PSK čahura-opruga-ležaj podignuta

H8 = A8 ;E8 RP HORIZONTALA hvatača KOMPLETA PSK čahura-opruga-ležaj nad NP

H9 = A9 ;E9 OP HORIZONTALA hvatača KOMPLETA PSK čahura-opruga-ležaj nad pomocnom trakom

H10 = A10 ;E10 RP hvatač KOMPLETA PSK čahura-opruga-ležaj stisnut

H11 = A11 ;E11 OP hvatač KOMPLETA PSK čahura-opruga-ležaj otpušten

H12 = A12 ;E12 RP nosac provjere vijka u cahuri izvucen

H13 = A13 ;E13 OP nosac provjere vijka u cahuri uvucen

H14 = A14 ;E14 RP trn za provjeru vijka u cahuri izvucen

H15 = A15 ;E15 OP trn za provjeru vijka u cahuri uvucen

H16 = A16 ;E16 NP NA POZICIJI ULAGANJA KOMPLETA PSK

H17 = A17 ;E17 OP ZUSTAVLJACA I PODIZACA NP NA POZICIJI ULAGANJA PSK

H18 = A18 ;E18 NP IZAŠAO IZ NAPRAVE ZA ULAGANJE PSK + PUNA TRAKA

---

H19 = A19 ;E19 NEMA VIJKA U CAHURI (PROVJERA TRNOM)

H20 = A20 ;E20 NP SPREMAN IZ EKZ\_PLC-12 U AB-PLC-START IZ AB-PLC U EKZ\_PLC-12

H21 = A21 ;E21 NC

H22 = A22 ;E22 NC

H23 = A23 ;E23 ZASTITNA PLOHA ZATVORENA STANJE UREDNO

ELSE

H0+E12+E16 # A0 ;SRP ;U slučaju da stisnemo tipku H0 ili je nosač provjere vijka u čahuri u izvučenom stanju tada izlaz A0 postavi u radni položaj

H1 # /A0 ;RRP

H1 = A1 ;=OP

H2 # A2 ;SRP

H3 # /A2 ;RRP

H3 = A3 ;=OP

H4 # A4 ;SRP

H5 # /A4 ;RRP

H5 = A5 ;=OP

H6 # A6 ;SRP

H7 # /A6 ;RRP

H7 = A7 ;=OP

H8 # A8 ;SRP

H9 # /A8 ;RRP

H9 = A9 ;=OP

H10 # A10 ;SRP

---

H11 # /A10 ;RRP

H11 = A11 ;=OP

H12 # A12 ;SRP

H13 # /A12 ;RRP

H13 = A13 ;=OP

H14 # A14 ;SRP

H15 # /A14 ;RRP

H15 = A15 ;=OP

H16 # A16 ;SRP

H17 # /A16 ;RRP

H17 = A17 ;=OP

H18 # A18 ;SRP ne koristi se

H19 # /A18 ;RRP

H19 = A19 ;=OP ne koristi se

H20 # A20 ;SRP NP SPREMAN IZ EKZ\_PLC-12 U AB-PLC

H21 # /A20 ;ROP

H21 = A21 ;=RP

H22 # A22 ;SRP ALARM - ZASTOJ U CIKLUSU

H23 # /A22 ;RRP

H23 = A23 ;=OP SRP ALARM - OTVORENA ZAŠTITNA PLOHA

1=M0 ,M1 ,M2 ,M3 ,M4 ,M5 ,M6 ,M7 ,M8 ,M9 ;Postavljanje svih memorijskih bitova između M0 i M9 u logičko stanje jedinice

---

0=M10,M11,M12,M13,M14,M15,M16,M17,M18,M19

0=M20,M21,M22,M23,M24,M25,M26,M27,M28,M29

0=M30,M31,M32,M33,M34,M35,M36,M37,M38,M39

0=M40,M41,M42,M43,M44,M45,M46,M47,M48,M49

0=M50,M51,M52,M53,M54,M55,M56,M57,M58,M59

0=M60,M61,M62,M63,M64,M65,M66,M67,M68,M69

0=M70,M71,M72,M73,M74,M75,M76,M77,M78,M79

0=M80,M81,M82,M83,M84,M85,M86,M87,M88,M89

0=M90,M91,M92,M93,M94,M95,M96,M97,M98,M99

1=M100,M101,M102,M103,M104,M105,M106,M107,M108,M109

0=M110,M111,M112,M113,M114,M115,M116,M117,M118,M119

0=M120,M121,M122,M123,M124,M125,M126,M127,M128,M129

0=M130,M131,M132,M133,M134,M135,M136,M137,M138,M139

0=M140,M141,M142,M143,M144,M145,M146,M147,M148,M149

0=M150,M151,M152,M153,M154,M155,M156,M157,M158,M159

0=M160,M161,M162,M163,M164,M165,M166,M167,M168,M169

0=M170,M171,M172,M173,M174,M175,M176,M177,M178,M179

0=M180,M181,M182,M183,M184,M185,M186,M187,M188,M189

0=M190,M191,M192,M193,M194,M195,M196,M197,M198

ENDIF

IF(L4)

1=M0 ,M1 ,M2 ,M3 ,M4 ,M5 ,M6 ,M7 ,M8 ,M9

0=M10,M11,M12,M13,M14,M15,M16,M17,M18,M19

0=M20,M21,M22,M23,M24,M25,M26,M27,M28,M29

0=M30,M31,M32,M33,M34,M35,M36,M37,M38,M39

```

0=M40,M41,M42,M43,M44,M45,M46,M47,M48,M49
0=M50,M51,M52,M53,M54,M55,M56,M57,M58,M59
0=M60,M61,M62,M63,M64,M65,M66,M67,M68,M69
0=M70,M71,M72,M73,M74,M75,M76,M77,M78,M79
0=M80,M81,M82,M83,M84,M85,M86,M87,M88,M89
0=M90,M91,M92,M93,M94,M95,M96,M97,M98,M99
ENDIF

```

```
L1=N201 ;PROPUST ULAGANJA PSK ČAHURA/LEŽAJ/OPRUGA
```

```
N203=L3 ;IMPULSNI MOD RUČNOG RADA/MONOSTABILNI MOD RUČNOG RADA
```

```
N204=L4 ;RESET MERKERA U RUČNOM RADU AKO JE UKLJUČEN MOD SA L3
```

```
-----
```

```

;Put devices in start position - naredni dio programa definira osnovni položaj svih elemenata
sustava

```

```
-----
```

```

; E10+/E11      # /A10, A11 ;HVATAČ PSK OTVORI U OP !!!!!!! PRVI POTEZ

```

```

;IF(/E10* E11)

```

```

; E6 +/E7      # /A6 , A7 ;VERTIKALU HVATAČA PODIGNI U OP !!!!!!! DRUGI
POTEZ

```

```

; E12+/E13     # /A12, A13 ;NOSAC PROVJERE VIJKA !!!!!!! DRUGI POTEZ

```

```

; E14+/E15     # /A14, A15 ;TRN ZA PROVJERU VIJKA !!!!!!! DRUGI POTEZ

```

```

;ENDIF

```

```

;IF(/E6 * E7 )

```



```

; E8 +/E9 # /A8 , A9 ;HORIZONTALU HVATAČA POMAKNI NAD
POMOCNU TAKU U OP !!!!!!! TRECI POTEZ
;ENDIF
; /E12* E13*/E14* E15 = A1 , A3 ;ZAUSTAVLJANJE NP DIGNI I PODIZANJE NP
SPUSTI U OP !!!!!!! TRECI POTEZ
;-----

```

```

/E12*E13*/E14*E15 = A1 , A3 ;ZAUSTAVLJANJE NP DIGNI I PODIZANJE NP
SPUSTI U OP !!!!!!! TRECI POTEZ

```

```

IF(/E10*E11)

```

```

E6 +/E7 # /A6 , A7 ;VERTIKALU HVATAČA PODIGNI U OP !!!!!!! DRUGI
POTEZ
ENDIF

```

```

IF(/E6*E7)

```

```

E8 + /E9 # /A8 , A9 ;HORIZONTALU HVATAČA POMAKNI NAD
POMOCNU TAKU U OP !!!!!!! TRECI POTEZ
ENDIF

```

```

E10 + /E11 # /A10, A11 ;HVATAČ PSK OTVORI U OP !!!!!!! PRVI POTEZ

```

```

IF(/E10*E11)

```

```

E12 + /E13 # /A12, A13 ;NOSAC PROVJERE VIJKA !!!!!!! DRUGI POTEZ
E14 + /E15 # /A14, A15 ;TRN ZA PROVJERU VIJKA !!!!!!! DRUGI POTEZ
ENDIF

```

-----  
 /E6 \* E7 \*/E8 \* E9 \*/E10\* E11\*/E12\* E13\*/E14\* E15\* E17 = L8 ;Uvjeti koji su  
 neophodni kako bi se upalila LED lampica da se svi elementi sustava nalaze u osnovnom  
 položaju

-----  
 ;Automatic work ;naredni dio programa definira parametre u automatskom modu rada  
 PLC-a

-----  
 ;  
 N201=L1 ;PROPUST ULAGANJA PSK ČAHURA/LEŽAJ/OPRUGA

L3=N203 ;IMPULSNI MOD RUČNOG RADA/MONOSTABILNI MOD RUČNOG RADA

L4=N204 ;RESET MERKERA U RUČNOM RADU AKO JE UKLJUČEN MOD SA L3

M95\*/M0 = A22 ;ZASTOJ U CIKLUSU

/E23\* M0 = A23 ;zastitna ploha otvorena

E23\* L7 # /L7 ;PONIŠTENJE PRESPAJANJA ZAŠTITNE PLOHE

/E12\* E13\*/E14\* E15 = M96 ;OP NAPRAVE ZA PROVJERU VIJKA

E17 = M97 ;OP NAPRAVE ZA PODIZANJE NP

/E6 \* E7 \*/E8 \* E9 \*/E10\* E11 = M98 ;OP ULAGANJA PSK  
 ČAHURA/OPRUGA/LEŽAJ

/E12\* E13\*/E14\* E15\* E17 = M99 ;OP NAPRAVE ZA PODIZANJE NP I  
 PROVJERU VIJKA

-----  
 ;UZIMANJE PSK ČAHURA/OPRUGA/LEŽAJ IZ NP NA POMOCNOJ TRACI

/E20 # Z20[2] ;SMIRENJE STARTNOG SIGNALA IZ AB-PLC ZA EKZ\_PLC-12

/E4 # Z21[3] ;SMIRENJE NP NA POZICIJI UZIMANJA PSK U UGLU POMOCNE TRAKE

/E5 # Z22[4] ;SMIRENJE LASERSKE PROVJERE PRISUTNOSTI PSK U NP U UGLU POMOCNE TRAKE

IF( E23+ L7 ) ;*zadavanje sigurnosnog uvjeta koji se moraju ostvariti kako bi se proces mogao nastaviti.*

L0\* M98\*/Z20\*/Z21\*/Z22\*/M10 # M10, M11,/A20, Z1[3] ;\*\*START\*\*\*\*\*GASI SIGNAL EKZ\_PLC-12 SPREMAN

/E20+/Z1 \* M11 # /M11, M12, A6 ,/A7 , Z1[3] ;SPUSTI VERTIKALU HVATACA PSK

E6 \*/E7 \*/Z1 \* M12 # /M12, M13, A10,/A11, Z1[3] ;UHVATI KOMPLET PSK

E10\*/E11\*/Z1 \* M13 # /M13, M14,/A6 , A7 , Z1[3] ;PODIGNI VERTIKALU HVATACA PSK

/E6 \* E7 \*/Z1 \* M14 # /M14, M15, A8 ,/A9 , A20 ;\*\*GOTOV\*\*\*\*\*POMAKNI HORIZONTALU HVATACA PSK NAD TRANSPORTER, PALI SIGNAL EKZ\_PLC-12 SPREMAN

/E8 \* E9 \* M15 # /M15, Z1[3] ;SMIRENJE HORIZONTALNE HVATACA PSK NAD TRANSPORTEROM

/Z1 \* M16 # /M16, M17, A6 ,/A7 , Z1[3] ;\*\*DOSKOK-1\*\*SPUSTI VERTIKALU HVATACA PSK

E6 \*/E7 \*/Z1 \* M17 # /M17, M39,/A10, A11, Z1[3] ;\*\*SKOK-2\*\*\*\*\*OTPUSTI KOMPLET PSK, OMOGUCI PROVJERU VIJKA

/E10\* E11\*/Z1 \* M18 # /M18, M19,/A6 , A7 , Z1[3] ;\*\*DOSKOK-3\*\*PODIGNI VERTIKALU HVATACA PSK

/E6 \* E7 \*/Z1 \* M19 # /M19, M20,/A8 , A9 , M42 ;\*\*SKOK-4\*\*\*\*\*POMAKNI HORIZONTALU HVATACA PSK NAD POMOCNI TRANSPORTER

/E8 \* E9 \* M20 # /M20, M21,/A7 ,/A9 ,/A11 ;GASI NEPOTREBNE IZLAZE NAKON ULAGANJA KOMPLETA PSK U STEATIT

/M98\* M21 # /M21,/M10 ;OMOGUCI NOVI CIKLUS ULAGANJA KOMPLETA PSK U STEATIT

---

 ENDIF

;-----

;PODIZANJE NP KOD ULAGANJA PSK ČAHURA/OPRUGA/LEŽAJ

/E16 # Z16[3] ;SMIRENJE NP NA POZICIJI ULAGANJA PSK

IF( E23+ L7 )

L0\* M99\*/L1 \*/Z16\*/M40 # M40, M41, A2 ,/A3 , Z2[3] ;PODIGNI NP NA POZICIJI ULAGANJA PSK

/E17\*/Z2 \* M41 # /M41, M16 ;\*\*SKOK-1\*\*\*\*DOPUSTI SPUSTANJE VERTIKALE ULAGANJA PSK

/E18\* M42 # /M42, M43, A0 ,/A1 ,/A2 , A3 ;\*\*DOSKOK-4\*\*PROPUSTI GOTOVI NP

ENDIF

E18\* M43 # /M43, M44,/A0 , A1 ;NP IZASAO IZ NAPRAVE ZA ULAGANJE PSK

E17\* M44 # /M44, M45,/A1 ,/A3 ;ZAVRŠEN CIKLUS MANIPULACIJE SA NP PONIŠTI NEPOTREBNE IZLAZE

M97\* M45 # /M40,/M45 ;OMOGUCI NOVI CIKLUS MANIPULACIJE SA NP

;-----

;PROVJERA PRISUTNOSTI VIJKA U CAHURI

IF( E23+ L7 )

L0\* M96\*/L1 \* M39\*/M30 # M30, M31, A12,/A13, A14,/A15 ;\*\*DOSKOK-2\*\*IZVUCI PROVJERU VIJKA U CAHURI

E12\*/E13\* E14\*/E15\* M31 # /M31, M32,/M30, Z3[VRIJEME1] ;VRIJEME PROVJERE

/E19\* /Z3 \* M32 # /M32, M33,/A12, A11,/A14, A15,/M50, M59 ;VRATI PROVJERU VIJKA U CAHURI U OP #### OK###

/E12\* E13\*/E14\* E15\* M33 # /M33, M34,/A13, A15, M18, Z4[3]

;\*\*SKOK-

3\*\*\*\*OMOGUCI PODIZANJE VERTIKALE HVATACA PSK

M96\* /Z4 \* M34 # /M30,/M34

;ZAVRŠEN CIKLUS

PROVJERE

E19+ /Z3 \* M32 # /M32, M33,/A12, A11,/A14, A15, M50, M59 ;VRATI

PROVJERU VIJKA U CAHURI U OP ####NOK###

ENDIF

;-----

IF(M59)

M57 = M58

M56 = M57

M55 = M56

M54 = M55

M53 = M54

M52 = M53

M51 = M52

M51 = M52

M50 = M51

M59 # /M59

ENDIF ;Shift registar

M51\*M52\*M53\*M54\*M55#/M51,/M52,/M53,/M54,/M55,/L0 ;PET LOSIH ZA REDOM -

*Program staje ukoliko je za redom detektirao pet loših izradaka.*

;-----

/M0\*/Z10 # M0,Z10[2] ;GENERATOR TREPTAJA LED LAMPE ON

M0\*/Z10 # /M0,Z10[9] ;GENERATOR TREPTAJA LED LAMPE OFF

/M9\*/Z11# M9,Z11[18] ;LISTANJE PORUKA

M9\*/Z11#/M9,Z11[18] ;LISTANJE /PORUKA - omogućava naizmjenično i usporeno listanje poruka na ekranu

M0\*E17 \*L0 = A19 ;PUNA TRAKA KOD OKRETANJA NOSAČA PROIZVODA ZA 180

M0\*E19 \*L0 = A20 ;PUNA TRAKA KOD IZGURAVANJA NP U GLAVNU TRAKU

M0\*E21 \*L0 = A21 ;PUNA TRAKA KOD ULAGANJA PSK ČAHURA/OPRUGA /LEŽAJ

/M9\*E17\*L0 = S15 ;PORUKA PUNA TRAKA KOD OKRETANJA NOSAČA PROIZVODA ZA 180

M9\*E19\*L0 = S16 ;PORUKA PUNA TRAKA KOD IZGURAVANJA NP U GLAVNU TRAKU

M9\*E21\*L0 = S14 ;PORUKA PUNA TRAKA KOD ULAGANJA PSK ČAHURA/OPRUGA /LEŽAJ

;L0\*/M10#Z12[88]

;L0\*/M20#Z13[99]

;L0\*/M70#Z14[88]

;L0\*/M40#Z15[99]

;L0\*/M60#Z16[88]

;L0\*/Z12\* M9=S13

;L0\*/Z13\*/M9=S14

;L0\*/Z14\* M9=S15

;L0\*/Z15\* M9=S16

;L0\*/Z16\*/M9=S17

;L0\*/E0 \* M9=S18

;L0\*/E20\*/M9=S19

;L0\*/E23\* M9=S20

;L0\* L7 \*/M9=S21

;------

/S25 # S25

{

BROJAC8 F1,1,E,S25,VRIJEME1+1

BROJAC8 F1,2,I,S25,K2 ;Stanje brojača 8 se ispisuje na ekranu pritiskom na tipku F1  
(drugi red)

}

-----

;DEFINIRANJE TIPKE ENTER

{

granice U1,1,2,9 ;U1,1 – upis broj 1 iz prvog retka, 2,9 – smije biti u razmaku do 2 do 9  
desetinki sekunde. Na taj način zadajemo granicu odnosno limitiramo vrijednosti koje se  
smiju upisati

save U1,1,VRIJEME1 ;Ukoliko je unesena vrijednost iz prvog retka ispravna, tada je  
pohranjujemo u varijablu VRIJEME1

} ;KRAJ programa