

# Proizvodna linija pneumatski upravljana uz pomoć PLC-a

---

Markić, Andrija

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Bjelovar University of Applied Sciences / Veleučilište u Bjelovaru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:106535>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Bjelovar University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



VELEUČILIŠTE U BJELOVARU  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKA

## **Proizvodna linija pneumatski upravljana pomoću PLC-a**

Završni rad br. 01/MEH/2021

Andrija Markić

Bjelovar, Travanj 2021.



**Veleučilište u Bjelovaru**  
Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar

## 1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Kandidat: **Markić Andrija** Datum: 02.03.2021. Matični broj: 001466  
Kolegij: **PNEUMATIKA I HIDRAULIKA** JMBAG: 0314014242  
Naslov rada (tema): **Proizvodna linija pneumatski upravljana uz pomoć PLC-a**  
Područje: **Tehničke znanosti** Polje: **Strojarstvo**  
Grana: **Proizvodno strojarstvo**  
Mentor: **Tomislav Pavlic, mag.ing.mech.** zvanje: **viši predavač**  
Komentor: **Denis Smojvira, univ.spec.mech.**

Članovi Povjerenstva za ocjenjivanje i obranu završnog rada:

1. dr.sc. Stjepan Golubić, predsjednik
2. Tomislav Pavlic, mag.ing.mech., mentor
3. Danijel Radočaj, mag.inž.meh., član

## 2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 01/MEH/2021

U radu je potrebno:

- opisati osnovne principe i elemente elektropneumatike;
- izraditi ručno elektropneumatske sheme koje opisuju automatizacijski proces;
- izraditi pneumatske i električne sheme u programskome alatu Fluidsim;
- opisati pripremnu grupu zraka, razvodnike, protočne ventile, cilindre i specijalne izvršne elemente koji će se koristiti kod projektiranja i kod izrade automatizacijskog sustava;
- opisati programabilne logičke kontrolere;
- pustiti sustav u rad;
- napraviti upute za siguran rad sa sustavom.

Zadatak uručen: 02.03.2021.

Mentor: **Tomislav Pavlic, mag.ing.mech.**



# Sadržaj

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Elektropneumatski sustav.....</b>	<b>2</b>
2.1 <i>Kompresor.....</i>	<i>3</i>
2.2 <i>Elektropneumatske sheme automatizacijskog procesa.....</i>	<i>4</i>
2.2.1 <i>Pripremna grupa zraka.....</i>	<i>8</i>
2.2.2 <i>Razvodnici.....</i>	<i>8</i>
2.2.3 <i>Protočni ventili.....</i>	<i>9</i>
2.2.4 <i>Cilindri.....</i>	<i>9</i>
2.2.5 <i>Specijalni izvršni elementi.....</i>	<i>11</i>
2.3 <i>Senzori.....</i>	<i>12</i>
<b>3. Programibilni logički kontroleri.....</b>	<b>14</b>
3.1 <i>Općenito o PLC-u.....</i>	<i>14</i>
3.2 <i>PLC S7-1200.....</i>	<i>15</i>
3.3 <i>Princip rada PLC-a.....</i>	<i>18</i>
<b>4. TIA portal.....</b>	<b>20</b>
4.1 <i>Programiranje u TIA portalu.....</i>	<i>22</i>
4.2 <i>Vrste programskih jezika u TIA portalu.....</i>	<i>22</i>
4.3 <i>Logički blokovi.....</i>	<i>22</i>
4.4 <i>Tajmeri.....</i>	<i>23</i>
4.5 <i>Brojači.....</i>	<i>24</i>
<b>5. Automatizacijski proces.....</b>	<b>26</b>
5.1 <i>TIA portal program automatskog procesa.....</i>	<i>30</i>
<b>6. Zaključak.....</b>	<b>39</b>
<b>7. Literatura.....</b>	<b>40</b>
<b>8. Oznake kratica.....</b>	<b>41</b>
<b>9. Sažetak.....</b>	<b>42</b>
<b>10. Abstract.....</b>	<b>43</b>
<b>11. Prilozi.....</b>	<b>44</b>

## 1. Uvod

Napredak tehnologije, a u tome smislu i automatizacije, doveo je do potrebe stvaranja novih uređaja koji će olakšati rad u industriji. Automatizacija je teorija i tehnika koja proces čini automatskim, samogibajućim ili samoupravljivim. Automatizacija je nastavak procesa mehanizacije jer se automatskim može učiniti samo onaj proces koji je u dovoljnoj mjeri mehaniziran. U širem smislu automatizacija obuhvaća sve mjere i procese kojima se smanjuje udio ljudskog rada, opažanja i odlučivanja. Kako vrijeme prolazi tako se razvija tehnika i tehnologija, pa neki elementi i dijelovi(npr. releji) postaju zastarjeli i rjeđe se koriste. Releje su zamijenili programibilno logički kontroleri(PLC-i) jer obavljaju istu funkciju samo dosta brže i na većem upravljačkom nivou. Tako je i u ovom radu napravljena maketa proizvodne linije koja je automatizirana, a upravljana PLC-om S7-1200 sa digitalnim ulaznim i izlaznim modulom. U radu su prikazane potrebne sheme, pneumatske i elektropneumatske, prema kojima su spojeni potrebni dijelovi da bi mogli obaviti unaprijed im dodijeljene zadatke. Prikazane komponente su didaktičke, ali bez obzira na to proces(i) koji se realiziraju su stvarni. Zamjenom didaktičkih komponenti industrijskima, ovaj proces je moguće realizirati u bilo kojem proizvodnom pogonu. Posebno poglavlje u radu je posvećeno logičkom kontroleru S7-1200 koji je zapravo centralni dio automatizirane linije. Na ulaze i izlaze PLC-a su spojene komponente na koje isti šalje upravljačke signale i na taj način omogućuje izvršavanje svih radnji koje su potrebne. Program na osnovu kojega se izvršavaju sve potrebne radnje je programiran u TIA portalu. Nakon toga su objašnjene komponente korištene i njihova uloga.

## 2. Elektropneumatski sustav

Elektropneumatski sustav je izgrađen kombinacijom pneumatskih i električnih komponenti. Danas su ovakvi sustavi osnovni i temeljni dio industrijske proizvodnje. Koriste se sve više u industriji jer se lakše nadograđivati nego obični pneumatski sustavi. Same promjene u zahtjevima tržišta zajedno sa tehničkim poboljšanjima su imale velik utjecaj na izgled elektropneumatskih sustava. U dijelu sustava koji se bavi signalima, releji su sve češće zamijenjeni PLC-ovima kako bi se ispunio rastući zahtjev za fleksibilnosti sustava. Elektropneumatski sustavi se koriste u mnogim područjima industrijske automatizacije: proizvodnja, sustavi za pakiranje i sklapanje proizvoda diljem svijeta pokretani su elektropneumatskim komponentama.

Prednosti su sljedeće:

- Imaju veća pouzdanost
- Traže manje planiranja i manje napora kod puštanja u pogon, posebno kod složenijih sustava
- Poznavanjem metoda upravljanja elektropneumatskim sustavima lakše se programiraju logički kontroleri (PLC)
- Jednostavnija razmjena informacija između nekoliko kontrolera

Sve se više koriste u modernoj industriji, a primjena čistih pneumatskih se sve više smanjuje jer je električnim signalom lakše upravljati. Može se lako nadograditi i održavati te je danas među vodećim sustavima na području automatizacije u proizvodnji.

Nedostatci su sljedeći:

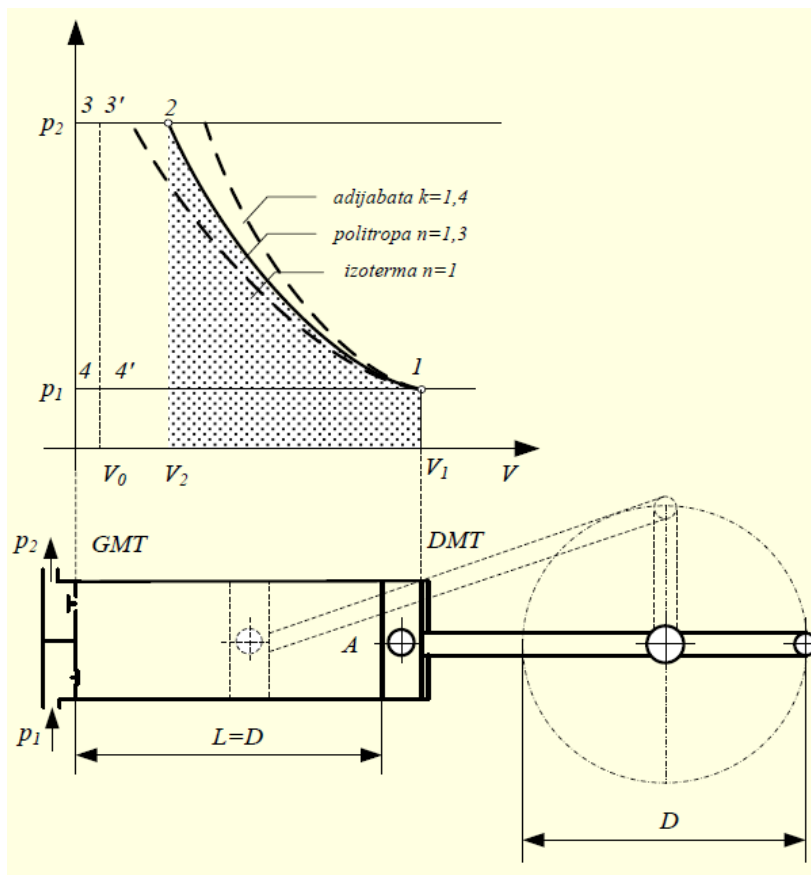
- Nisu pogodni za operacije koje zahtijevaju veću snagu
- Elektronike komponente mogu stvarati nepotrebnu buku
- Ograničena im je brzina [1].

## 2.1 Kompresor

Stroj koji neki plin ili paru stlačivanjem dovodi iz jednog energetskog stanja u drugo vrjednije energetsko stanje. Kinetičku energiju pretvara u potencijalnu. Za pogon kompresora koristi se elektromotor. Dvije osnovne karakteristike kompresora su: količina dobave ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) i tlak zraka (Pa). Klipni kompresor se ubrajaju u istiskivajuće cikličke, a mogu biti: jednoradni i dvoradni. Hod klipa je pravocrtan. Vrijednost stlačenog zraka zavisi o stupnju rada:

1. Stupanj:  $4 \cdot 10^5$  Pa (pri 160 do  $300 \text{ min}^{-1}$ )
2. Stupanj: do  $15 \cdot 10^5$  Pa
3. Ili više stupnjeva preko  $15 \cdot 10^5$  Pa

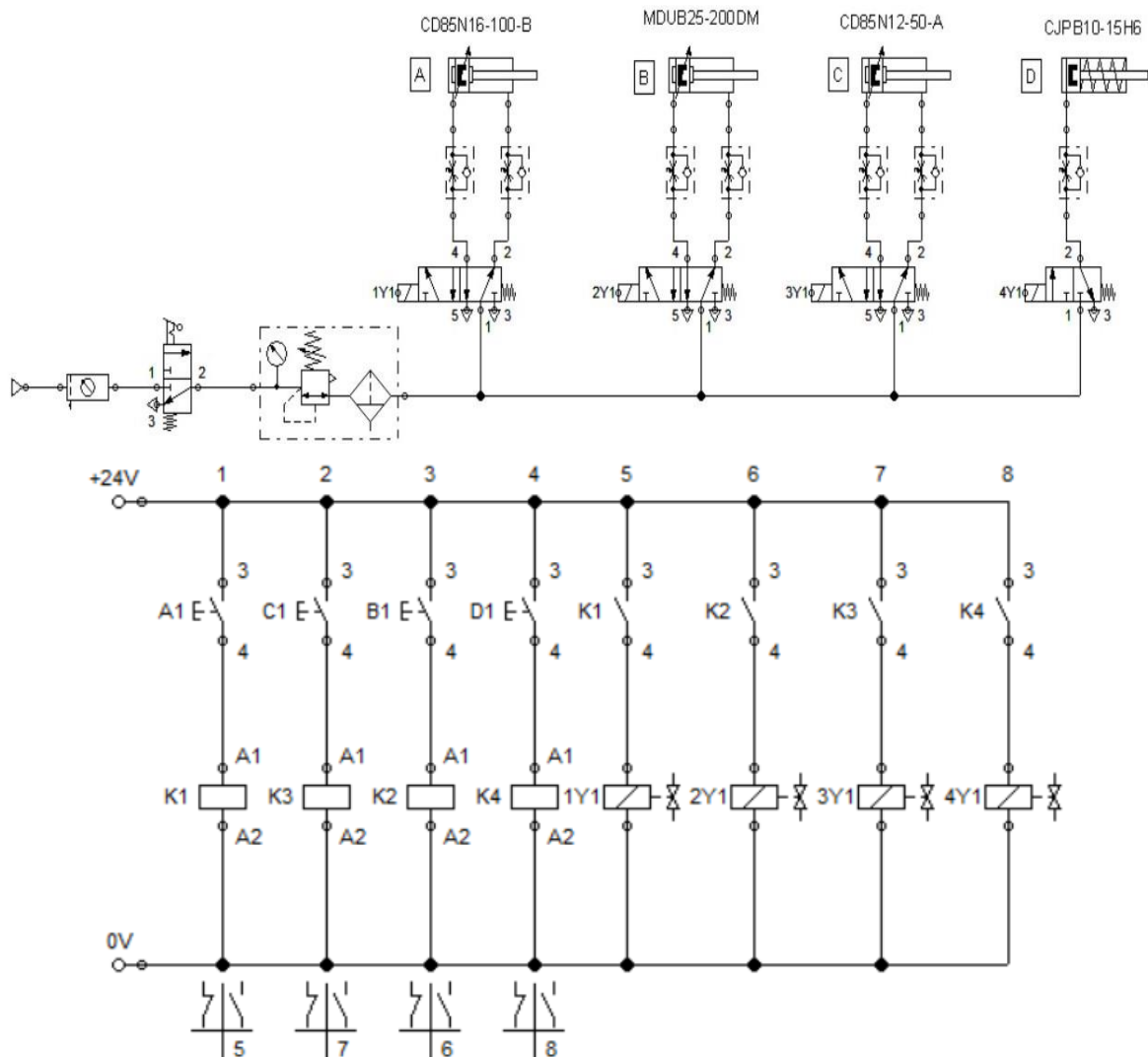
Cilindar jednoradnog klipnog kompresora puni se i prazni samo s jedne strane klipa. Pri hodu klipa prema dolje, cilindar se puni kroz usisni ventil, dok se pri kretanju u suprotnom smjeru zrak tlači kroz tlačni ventil (Slika 2.1).



Slika 2.1 Princip rada kompresora u pV dijagramu [2]

## 2.2 Elektropneumatske sheme automatizacijskog procesa

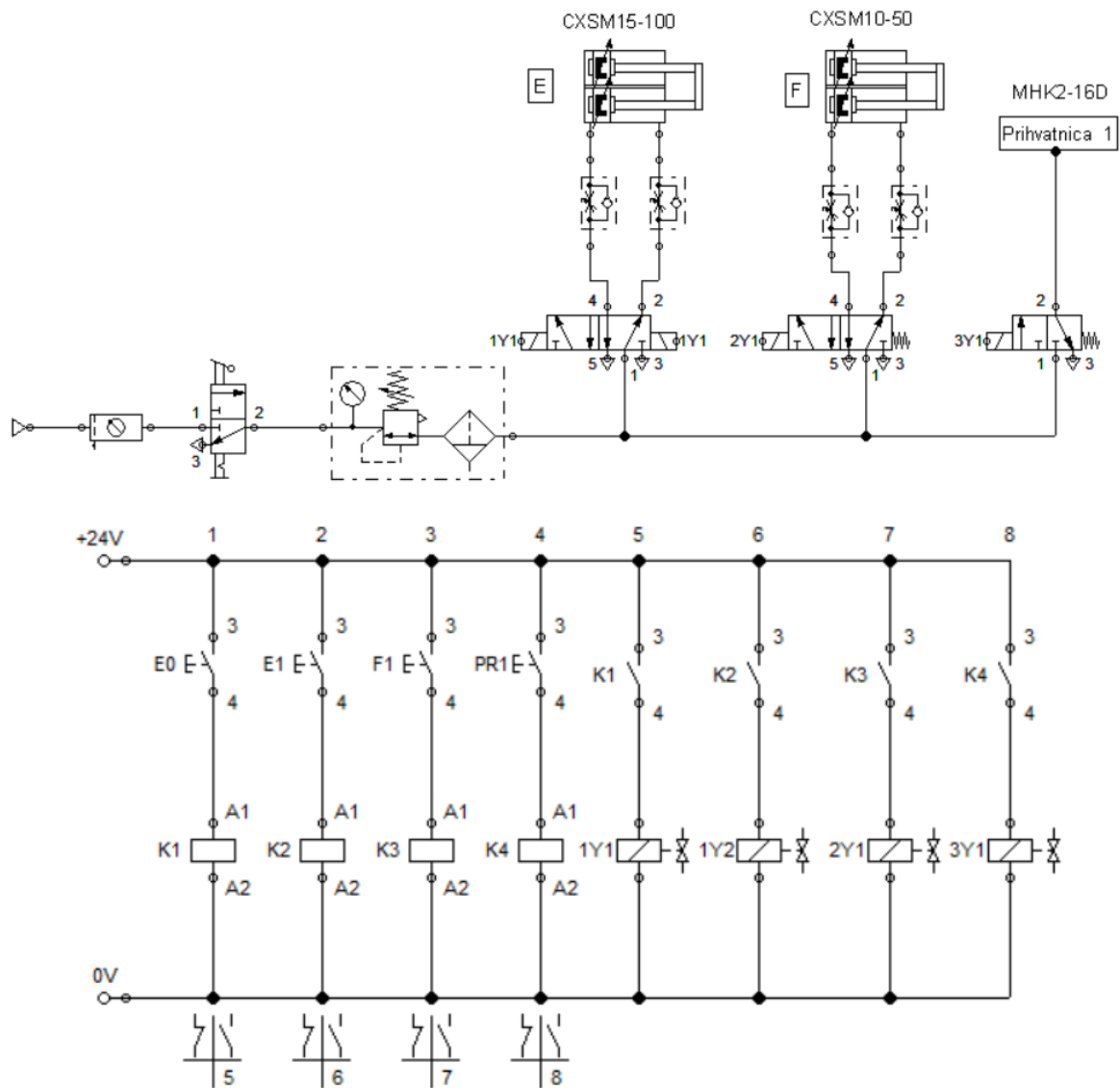
Prema sljedećim shemama ću objasniti komponente koje su korištene za ovaj rad.



Slika 2.2 Shema prvog dijela automatizacijskog procesa [3]

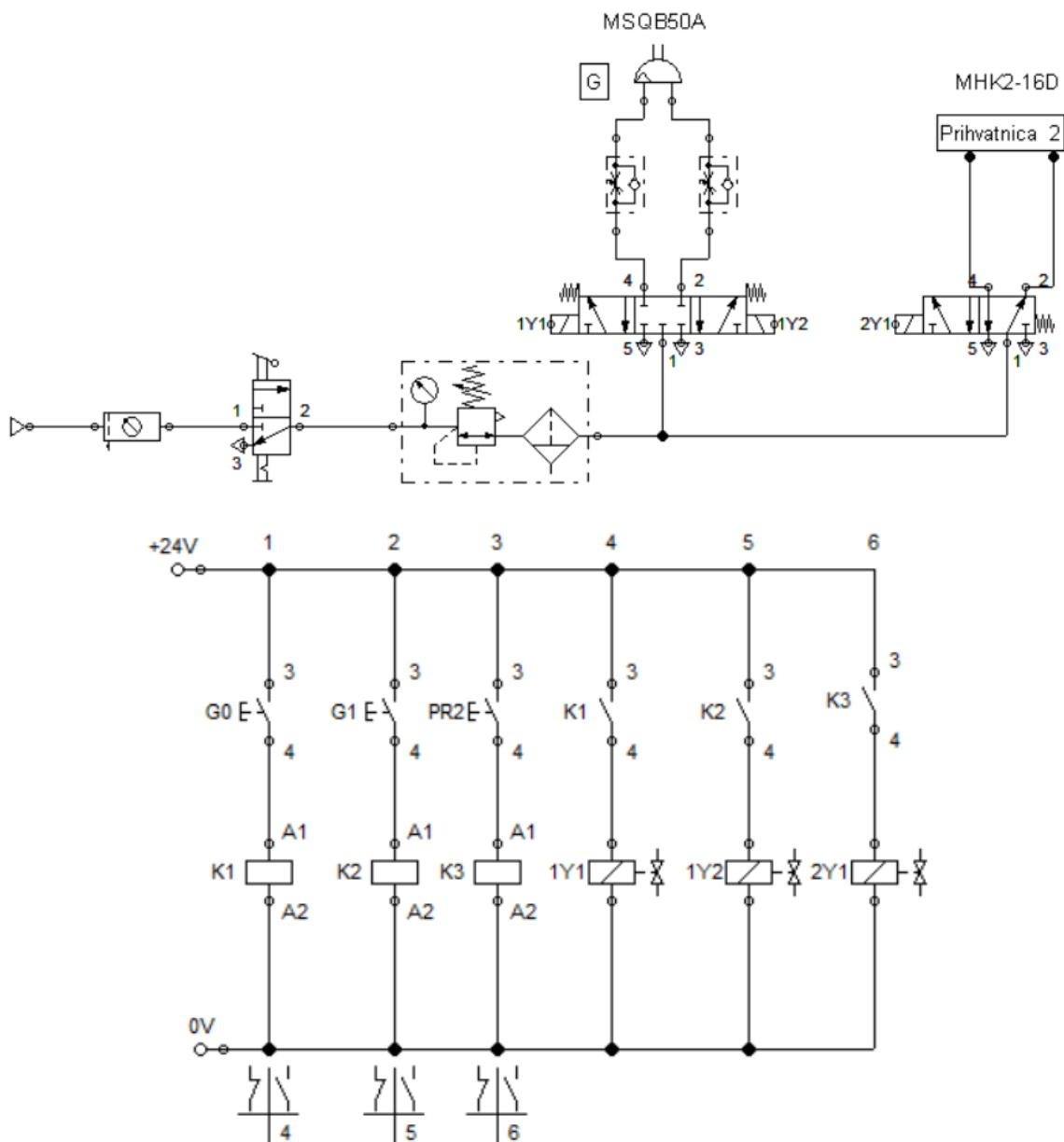
Slika 2.2 prikazuje shemu prema kojoj se odvija početak automatizacijskog procesa. Komprimirani zrak iz kompresora prolazi kroz pripremnu grupu zraka i dolazi u zrakovode upravljačkog sustava. Aktiviranjem upravljačkog procesa klipnjača cilindra A pomiče metalni predmet (Slika 2.5) iz gravitacijskog spremnika pod kalibar na klipnjači cilindra C. Nakon provjere oblika i dimenzija, klipnjača cilindra B pomiče predmet do krajnjeg položaja, tj. ispred klipnjače cilindra D.





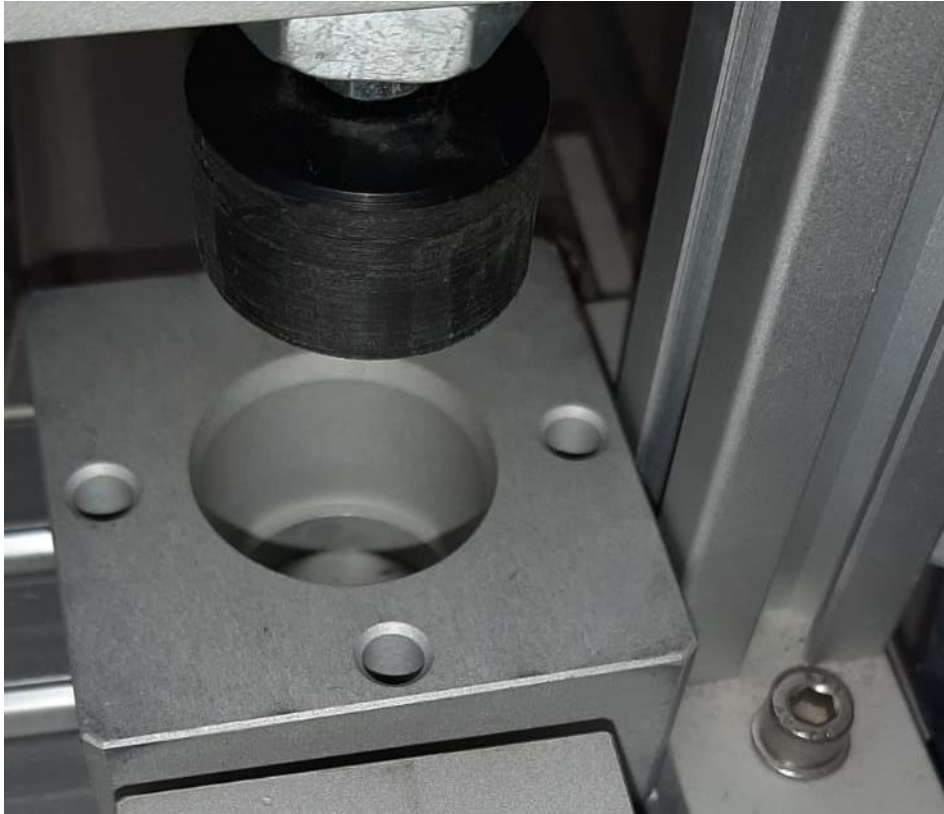
Slika 2.3 Shema drugog dijela automatizacijskog procesa [3]

Slika 2.3 prikazuje dio automatizacijskog procesa u kojem se pomoću dva dvoradna cilindra i prihvatnice u otvor predmeta postavlja predmet (Slika 2.6) izrađen na 3D printeru valjkastog oblika, probušen cijelom dužinom.

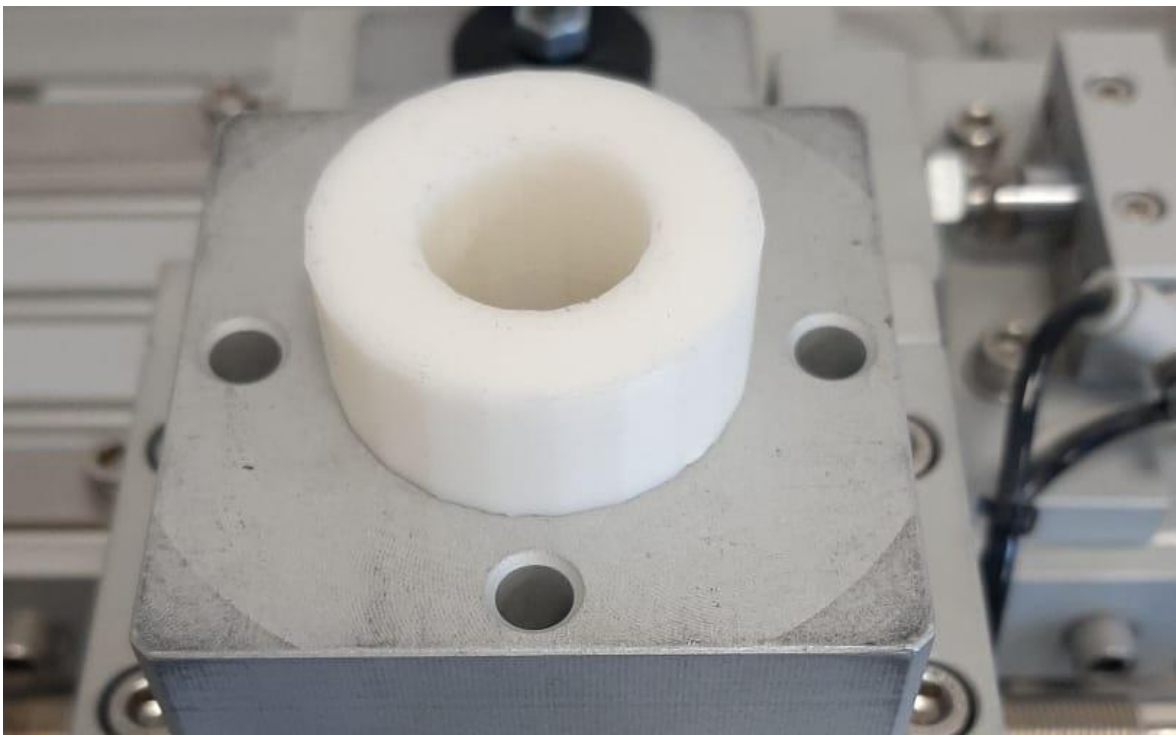


Slika 2.4 Shema trećeg dijela automatizacijskog procesa [3]

Na slici 2.4 prikazan je završni dio automatizacijskog procesa u kojemu se pomoću zaokretnog cilindra i druge prihvatnice radni komad skida s metalnog predmeta i postavlja na unaprijed određeno mjesto.



*Slika 2.5 Fotografija metalnog predmeta*

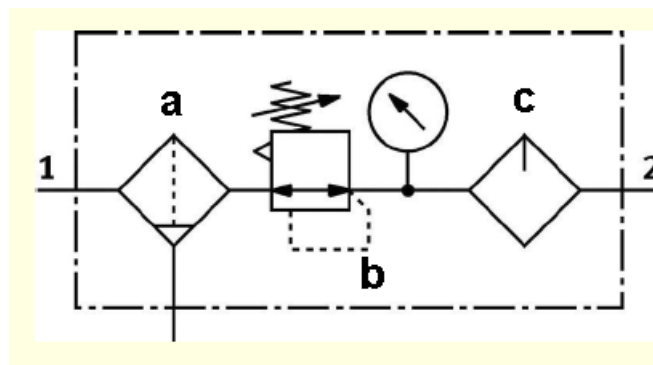


*Slika 2.6 Fotografija predmeta izrađen na 3D printeru*

### 2.2.1 *Pripremna grupa zraka*

Bez obzira što stlačeni zrak prolazi kroz filtar na usisu, sušilo i spremnik u pneumatskim vodovima se još uvijek nalaze: izlučeni kondenzat, ulje iz kompresora, čestice prašine, karbonizirani ostatci ulja, produkti korozije i dr. Navedeni produkti smanjuju vijek trajanja dijelova sustava. Kako bi se produžio vijek trajanja pneumatskih komponenti, prije ulaza u pneumatski sustav postavlja se tzv. pripremna grupa zraka. Pripremu grupa zraka (Slika 2.7) čine: filtar (a), regulator tlaka (b) i zauljivač (c).

Filtar čisti (filtrira) zrak koji izađe iz kompresore pomoću tri efekta: centrifugalni, inercijski i filtrirajući efekt. Regulator tlaka obavlja tri zadaće: regulaciju tlaka, promjenu protoka i održavanje konstantnog izlaznog tlaka. Regulacija izlaznog tlaka vrši se sabijanjem opruge putem vijka. Zauljivač radi na principu Venturijeve cijevi. Služi za podmazivanje cijevi u pneumatskom sustavu. Prema preporuci najbolje je koristiti hidrauličko ulje sa viskoznosti 32 [mm<sup>2</sup>/s].



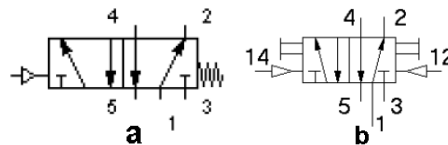
Slika 2.7 Simbol pripreme zraka [3]

### 2.2.2 *Razvodnici*

Razvodnici su ventili koji propuštaju, zatvaraju i usmjeravaju tok komprimiranog zraka. Tip razvodnika označen je: brojem priključaka, brojem razvodnih položaja, načinom aktiviranja, načinom vraćanja i veličinom priključka. U shemi koju prikazuje slika 2.2 sam koristio monostabilne razvodnike 3/2 i 5/2 (Slika 2.18). Monostabilni razvodnici su oni kod kojih se povratak u početno stanje vrši oprugom, pa se za iste kaže da imaju jedno stabilno stanje. Oba prikazana razvodnika se aktiviraju električnim signalom. Razvodnik 3/2 upravlja jednoradnim, a 5/2 dvoradnim cilindrom.



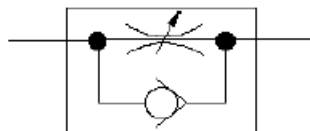
SY3120-5LOU-M5-Q



Slika 2.8 Prikaz i simboli razvodnika 5/2 a) monostabil i b) bistabil [4] [5]

### 2.2.3 *Protočni ventili*

Ovaj ventil pripada protočnim ventilima. Zadatak protočnih ventila je regulacija protoka fluida, pa na taj način posredno djeluju i na druge veličine koje zavise od protoka, odnosno brzine stlačenog zraka. Prigušni ventili (Slika 2.9) u ovom slučaju služe za kontrolu brzine klipa i klipnjače cilindra. Izvedba cilindra je takva da su ti ventili postavljeni izravno na vanjsku stjenku, tj. ulaz/izlaz komprimiranog zraka [3].



Slika 2.9 Simbol prigušnog ventila [3]

### 2.2.4 *Cilindri*

Najjednostavniji uređaj koji potencijalnu energiju komprimiranog zraka pretvara u rad s pravocrtnim kretanjem. Element u pneumatskim sklopovima koji najčešće obavlja izvršne funkcije. Prema načinu rada mogu se podijeliti jednoradne i dvoradne, a prema konstrukciji mogu biti klipni i membranski. Jednoradni cilindar jest element koji ostvaruje koristan rad samo u jednom smjeru. Pod djelovanjem komprimiranog zraka klip s klipnjačom se kreće u prema naprijed. Povrat prema natrag može se ostvariti na više načina

kao: djelovanjem sile ugrađene opruge, nekom vanjskom silom, reduciranjem tlaka zraka, koji stalno djeluje preko ventila za regulaciju, zračnim „jastukom“ i dr. Za razliku od jednoradnog, dvoradni cilindar obavlja koristan rad u oba smjera (dovođenjem stlačenog zraka s obje strane klipa). Za pokretanje klipa stlačeni zrak dovodi se u komoru s jedne strane klipa, a istovremeno se komora s druge strane mora odzračiti. Za upravljanje dvoradnim cilindrom koriste se razvodnici 4/2 ili 5/2. Radni hod je pretvoren u zaokret izlaznog vratila za dio kruga ili veći broj krugova kod zaokretnih cilindara i/ili pneumatskih motora. Postoje dvije vrste zaokretnih cilindara: sa zubnom letvom i zaokretnom pločom.

U automatizacijskom procesu korišteni su cilindri kako prikazuje tablica 2.1

*Tablica 2.1 Prikaz cilindara korištenih u automatizacijskom procesu*

Oznake	Karakteristike
CD85N16-100-B	C85-dvoradni cilindar s jednostranom klipnjačom, D-trajni magnet u klipu, N-osnovni integrirani svornjak, 16-promjer klipa (mm), 100-duljina klipnog hoda (mm), B-moguće montirati na traku
MDUB25-200DM	MU-dvoradni cilindar samo montažni, D-trajni magnet u klipu, 25-promjer klipa (mm), 200-duljina radnog hoda (mm), B-osnovna montaža, M-konačni priključak muški
CD85N12-50-A	C85-dvoradni cilindar s jednostranom klipnjačom, D-trajni magnet u klipu, N-osnovni integrirani svornjak, 12-promjer klipa (mm), 50-duljina klipnog hoda (mm), A-automatska montaža
CJPB10-15H6	CJP-jednoradni cilindar povrat oprugom, B-osnovna montaža, 10-promjer klipa (mm), 15-duljina klipnog hoda (mm), H6-
CXSM15-100	CXSM-dvostruki klipni sa šipkama, 15-promjer klipa (mm), 100-duljina klipnog hoda (mm)
CXSM10-50	CXSM-dvostruki klipni sa šipkama, 10- promjer klipa(mm), 50-duljina klipnog hoda (mm)
MSQB50A	MSQ-rotacijski cilindar, B-osnovna preciznost, 50 veličina (mm), A-podesivi vijak



CD85N12-50-A

Slika 2.10 Dvoradni cilindar [6]



CJPB10-15H6

Slika 2.11 Jednoradni cilindar [7]



CXSM15-100

Slika 2.24 dvostruki klipni sa šipkama [8]



MSQ B50A

Slika 2.13 Zaokretni cilindar [9]

### 2.2.5 Specijalni izvršni elementi

Ovakvi se elementi ne mogu svrstati u upravljačke elemente, a čine ih sljedeći elementi: vakumski uređaji za prihvat, pneumatski beskontaktni senzori, pneumatski indikatori, pneumatski pretvarač signala, pneumatski brojači, pneumatski vibrator, puhalo, tlačni kontaktni senzori, pomoćni elementi itd. [4]

U automatizacijskom procesu korišteni su izvršni elementi kako prikazuje tablica 2.2.

Tablica 2.2.

Oznake	Karakteristike
MHK2-16D	MHK-pneumatski griper, 16-veličina (mm), D-dvostruka guma



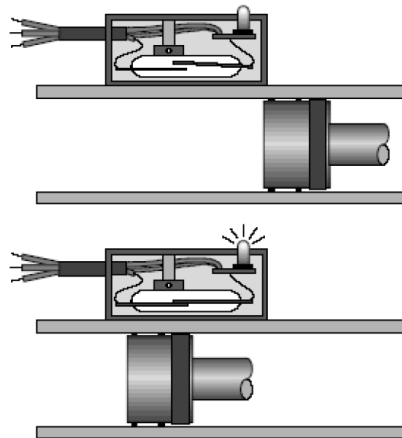
*Slika 2.14 Prikaz korištene prihvatnice [10]*

## 2.3 Senzori

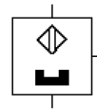
Senzor je tehnički pretvornik, koji pretvara fizikalnu veličinu (npr. temperatura, udaljenost, tlak) u neku drugu veličinu, koja se lako obrađuje najčešće električki signal. U vođenom procesu senzori su "promatrači" koji nadgledaju proces, dojavljujući pogreške i promjene statusa, te prosljeđuju te informacije ostalim uređajima u procesu. Senzori "diskretnog položaja", npr. senzori koji osjete da li se nalazi objekt na određenoj udaljenosti od senzora. Ovi senzori su poznati pod nazivom proximity (senzori blizine) te daju stanja "da" ili "ne", ovisno o tome da li se objekt nalazi unutar određenog područja. Drugi naziv je binarni senzori, rjeđe uklopnici. Reed kontakt je senzor blizine kojeg aktivira pojava magnetskog polja. Sastoji se od dva kontakta smještena u staklenu cijev ispunjenu inertnim plinom. Magnetsko polje uzrokuje uključenje reed senzora. Kontakti pera se zatvaraju kada dovedemo permanentni magnet ispod reed senzora, te se time omogućava tok struje u strujnom krugu. U slučaju kada upravljanje sustava zahtjeva da su kontakti reed senzora spojeni u normalno zatvorenom položaju (mirni kontakt), dodaje se konstrukcijski mali permanentni magnet koji drži kontakte u spojenom stanju. Kontakti se odspoje u trenutku pojave jačeg magnetskog polja. Ova vrsta senzora ima dugi vijek trajanja, veliku pouzdanost i vrlo kratko vrijeme spajanja (oko 0,2 ms). Nedostaci ovih senzora su što se ne mogu upotrebljavati u okruženju jakih magnetskih polja i u blizini prostora gdje se događa zavarivanje [1].



Reed relej



Simbol

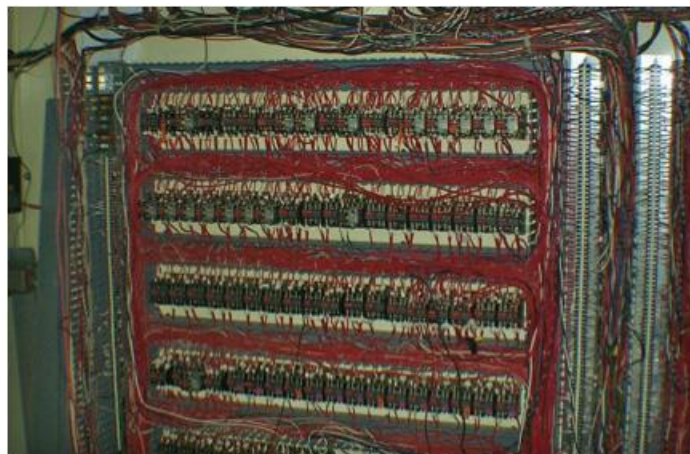


*Slika 2.15 Prikaz reed senzora i simbol [1]*

### 3. Programibilni logički kontroleri

#### 3.1 Općenito o PLC-u

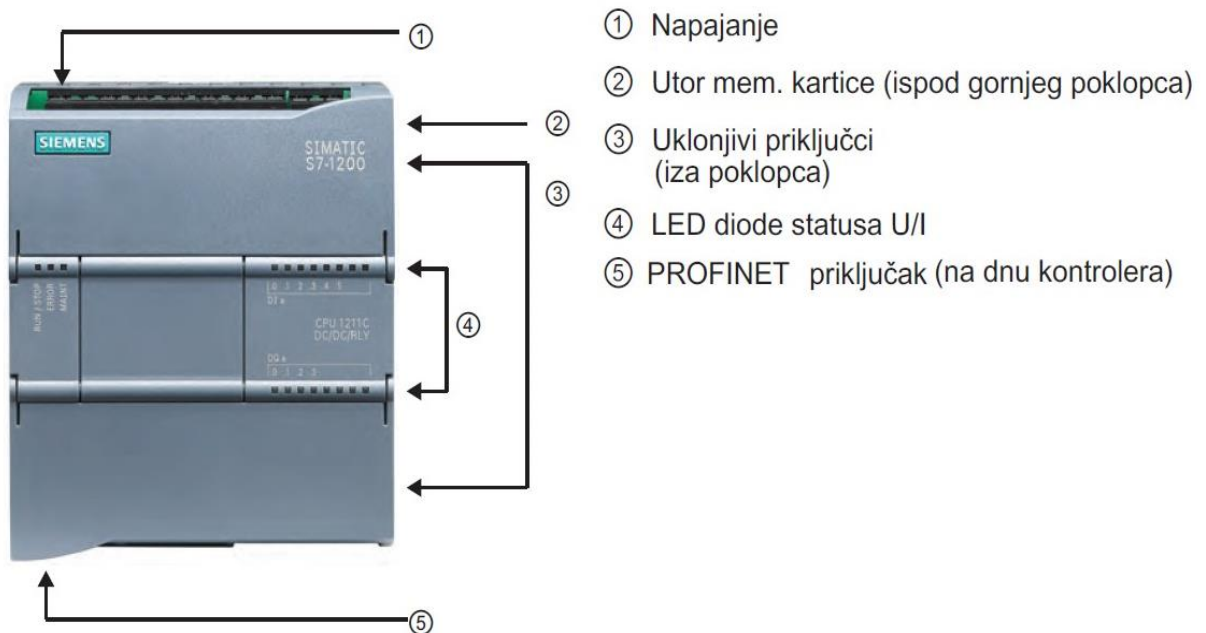
PLC je programibilni logički kontroler, tj. industrijsko računalo koje je izumljeno prvenstveno kako bi zamijenilo postojeće sekvencijalne relejne krugove u upravljanju proizvodnim pogonima u industriji. U sustavu upravljanja, PLC se često naziva srcem upravljačkog sustava. Na tržištu postoje mnogi uređaji od raznoraznih proizvođača, no njihova hardverska struktura je uglavnom ista. Jedan tipičan predstavnik PLC uređaja sastoji se od centralne procesorske jedinice (CPU), ulaznih i izlaznih dijelova koji mogu biti digitalni ili analogni, memorijskog bloka, mrežnog modula koji služi za napajanje i komunikaciju te modula za proširenje. Zbog čega su se uveli u industriju? Krajem šezdesetih i početkom sedamdesetih godina, procvatom industrijske proizvodnje, javlja se potreba za unapređenjem samih industrijskih pogona te procesa koji se u njima odvijaju. Glavni razlog bio je poboljšanje uvjeta i kvalitete rada, povećanje produktivnosti i fleksibilnosti. U to doba, industrijski pogoni su bili upravljani sustavima koji su se temeljili na relejnim krugovima. To je bio ogroman sustav koji je sadržavao mnoštvo elektromehaničkih releja, ponekad i preko stotinu, fizički povezanih žicama. Dakle, inženjer bi projektirao čitavu logiku sustava upravljanja dok bi električar sve te releje povezo prema shematskom planu logike. Najveći nedostatak ovog sustava jest u samim relejima. Releji su mehanički uređaji, a mehanički uređaji sadrže pokretne dijelove koji su podložni trošenju i kvarenju. Ako bi samo jedan relej "ispao" iz sustava, bilo je potrebno ispitati cijeli sustav ne bi li se našao istrošeni relej te se zamijenio novim. Sustav bi tokom tog perioda bio van funkcionalnosti, kao i proizvodnja. Nadalje, ukoliko bi se i najmanje promijenili parametri proizvodnje, trebale su se napraviti i prilagodbe upravljačkih sklopova [10].



Slika 3.1 Fotografija releja povezanih žicama [11]

### 3.2 PLC S7-1200

PLC S7-1200 pruža fleksibilnost i snagu u kontroli različitih uređaja u automatici (prema priručniku koji se nalazi u literaturi). On je spoj kompaktnog dizajna, prilagodljive konfiguracije i moćnog seta. S7-1200 je savršen za upravljanje raznovrsnim sustavima. Sastoji se od CPU-a (Central Processing Unit) s mikroprocesorom, integriranog izvornog napajanja, ulaznih i izlaznih krugova, ugrađeni PROFINET, U/I za kontrolu brzih gibanja i analognih ulaza sve to zajedno u kompaktnom kućištu. Nakon što učita program, CPU sadrži logiku sa kojom upravlja i prati uređaje u sustavu. CPU prati promjene na samim ulazima i u skladu sa određenim programom mijenja stanje na izlazima [11].



Slika 3.2 Prikaz S7-1200 sa označenim dijelovima [12]

Tablica 3.1 Uspoređivanje CPU modula [11]

Svojstvo	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	
Dimenzije (mm)					
Korisnička memorija Radna					
	Učitavanja	1 MB	1 MB	4 MB	4 MB
	Retentivna	10 KB	10 KB	10 KB	10 KB
Lokalno integrirani I/O	Digitalni	6 ulaza/4 izlaza	8 ulaza/6 izlaza	14 ulaza/10 izlaza	14 ulaza/10 izlaza
	Analogni	2 ulaza	2 ulaza	2 ulaza	2 ulaza / 2 izlaza
Veličina procesne slike	Ulazi (I)	1024 B	1024 B	1024 B	1024 B
	Izlazi (Q)	1024 B	1024 B	1024 B	1024 B
Bit memorija (M)		4096 B	4096 B	8192 B	8192 B
Proširenje signalnog modula (SM)		Nema	2	8	8
Signalna kartica (SB), Baterijska kartica (BB) ili komunikacijska kartica (CB)					
		1	1	1	1
Komunikacijski modul (CM) (s lijeve strane)					
		3	3	3	3
Brzi brojači	Ukupno	3 ugrađena U/I, 5 sa SB	4 ugrađena U/I, 6 sa SB	6	6
	Jedno-fazni	3 na 100 kHz SB: 2 na 30 kHz	3 na 100 kHz 1 na 30 kHz SB: 2 na 30 kHz	3 na 100 kHz 3 na 30 kHz	3 na 100 kHz 3 na 30 kHz
	Kvadraturni	3 na 80 kHz SB: 2 na 20 kHz	3 na 80 kHz 1 na 20 kHz SB: 2 na 20 kHz	3 na 80 kHz 3 na 20 kHz	3 na 80 kHz 3 na 20 kHz
	Impulsni izlazi <sup>1</sup>	4	4	4	4
Memorijska kartica	SIMATIC memorijska kartica (neobavezna)				
Pohrana sata realnog vremena	20 dana, tip. / 12 dana min. na 40 stupnjeva C (Super kondenzator održavanja)				
PROFINET	1 Ethernet komunikacijski port			2 Ethernet komunikacijska porta	
Brzina izvršavanja mat. operacija	2.3 μs/naredbi				
Brzina izvršavanja Bool operacija	0.08 μs/naredbi				

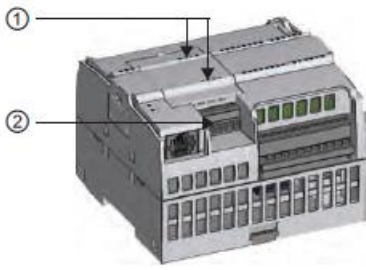
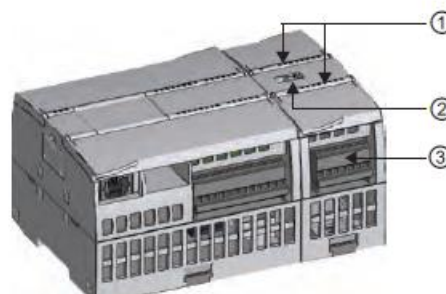
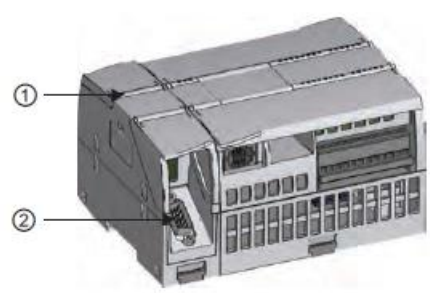
Tablica 3.1 prikazuje određene karakteristike o različitim CPU modulima koje podržava S7-1200.

Tablica 3.2 Blokovi, tajmeri i brojači koje podržava S7-1200 [11]

Element	Opis	
Blokovi	Tip	OB, FB, FC, DB
	Veličina	30 KB (CPU 1211C) 50 KB (CPU 1212C) 64 KB (CPU 1214C i CPU 1215C)
	Količina	Do 1024 blokova ukupno (OB + FB + FC + DB)
	Adresni opseg za FB, FC i DB	1 do 65535 (npr. FB 1 do FB 65535)
	Dubina ugnježdavanja	16 iz programskog ciklusa ili početnog OB; 4 iz prekida vremenskog kašnjenja, prekida dnevnog vremena, cikličkog prekida, hardverskog prekida, prekida vremenske greške ili prekida dijagnostičke greške OB
	Nadgledanje	Status 2 programska bloka može biti nadgledan istovremeno
	OB blokovi	Programski ciklus
Početni		Višestruki: OB 100, OB 200 do OB 65535
Prekidi vremenskog kašnjenja i ciklički prekidi		4 <sup>1</sup> (1 po događaju): OB 200 do OB 65535
Hardverski prekidi (bridovi i HSC)		50 (1 po događaju): OB 200 do OB 65535
Prekidi vremenske greške		1: OB 80
Prekidi dijagnostičkih grešaka		1: OB 82
Tajmeri		Tip
	Količina	Ograničeno samo s veličinom memorije
	Pohrana	Struktura u DB, 16 B po tajmeru
Brojači	Tip	IE C
	Količina	Ograničeno samo s veličinom memorije
	Pohrana	Struktura u DB, veličina ovisi i tipu brojanja
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• SInt, USInt: 3 bytes</li> <li>• Int, UInt: 6 bytes</li> <li>• DInt, UDInt: 12 bytes</li> </ul>

Tablica 3.2 prikazuje blokove, tajmere i brojače koje podržava S7-1200 s njihovim karakteristikama.

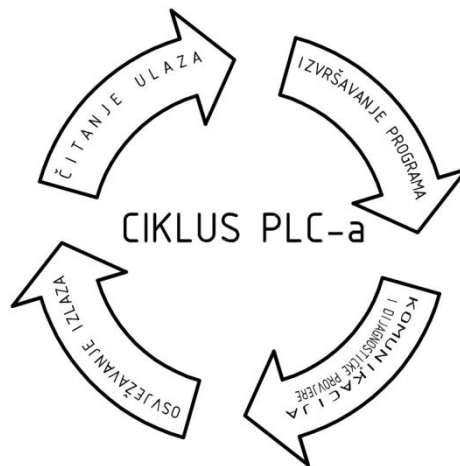
Tablica 3.3 Moduli za proširenje ulaza i izlaza S7-1200 [11]

Tip modula	Opis		
<p>CPU podržava jednu "plug-in" karticu za proširenje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalna kartica (SB) omogućuje dodatne U/I za CPU. SB se spaja na prednju stranu CPU-a.</li> <li>• Komunikacijska kartica (CB) omogućuje dodatni komunikacijski port CPU-a.</li> <li>• Baterijska kartica (BB) omogućuje dugu pohranu realnog sata.</li> </ul>		<p>①</p> <p>②</p>	<p>Status LED diode na SB</p> <p>Uklonjiv priključak za žice</p>
<p>Signalni moduli (SMi) omogućuju dodatnu funkcionalnost CPU-a. SM se spaja s desne strane CPU-a.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitalni U/I</li> <li>• Analogni U/I</li> <li>• RTD i termoelement</li> </ul>		<p>①</p> <p>②</p> <p>③</p>	<p>Status LED diode</p> <p>Priključak sabimice</p> <p>Uklonjiv priključak za žice</p>
<p>Komunikacijski moduli i komunikacijski procesori (CPI) omogućuju dodatnu komunikaciju sa CPU, kao što je PROFIBUS ili RS232 / RS485 povezivost(za PtP, Modbus ili USS), ili AS-i master. CP omogućuje ostale tipove komunikacije, kao što je spajanje CPU-a preko GPRS mreže.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CPU podržava do 3 CM ili CP</li> <li>• Svaki CM ili CP spaja se s lijeve strane CPU-a (ili lijeve strane postojećeg CM ili CP)</li> </ul>		<p>①</p> <p>②</p>	<p>Status LED diode</p> <p>Priključak za komunikaciju</p>

Tablica 3.3 prikazuje kakvi se moduli mogu priključiti uz S7-1200 za poboljšavanje samog S7-1200 za obavljanje nekih funkcija.

### 3.3 Princip rada PLC-a

Zadatak PLC-a je da ovisno promjeni stanja na njegovim ulazima stalno mijenja stanja izlaza kako je to određeno logikom u zadanom programu. Princip rada PLC-a najbolje prikazuje slika 3.3 [13].



Slika 3.3 Princip rada PLC-a [12]

Obrada podataka se izvodi ciklički u nekoliko koraka:

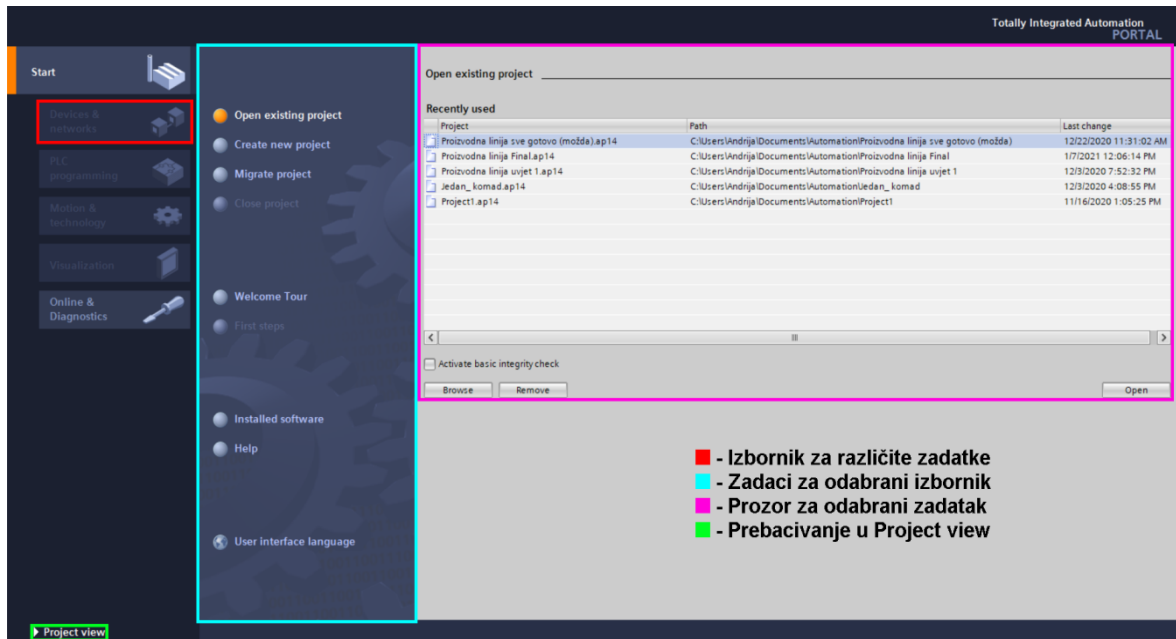
1. Čitanje ulaza - procesorska jedinica koja čita stanja na ulazima i podatke prema u odgovarajuće memorijsko područje što osigurava konstantne podatke za vrijeme jednog ciklusa
2. Izvršenje programa - programska obrada ulaznih stanja prema logici korisničkog programa i spremanje rezultata u odgovarajuće memorijsko područje
3. Komunikacija i dijagnostičke provjere - obrađuju se zahtjevi koji stižu na komunikacijske portove PLC-a, izvršava se dijagnostika hardwarea, memorije i ekstenzijskih modula.
4. Osvježavanje izlaza – osvježava stanja koja su na izlaznim portovima i pridodaje stanja prema korisničkom programu

Dva su načina rada PLC uređaja, RUN i STOP. Procesorska jedinica će izvoditi korisnički program samo onda kada je u RUN načinu rada, a u STOP načinu rada obavljaju se isključivo naredbe operacijskog sustava. Ako se programski ciklus PLC ne izvrši u predviđenom vremenu, tzv. nadzornom vremenu ciklusa, operacijski sustav zaustavlja izvođenje korisničkog programa i vraća PLC u STOP način rada. Događaji koji mogu prekinuti cikličko izvođenje glavnog programa su prekidi (ciklički, sklopovski i sl.) ili greške (dijagnostička, vremenska i sl.) [13].

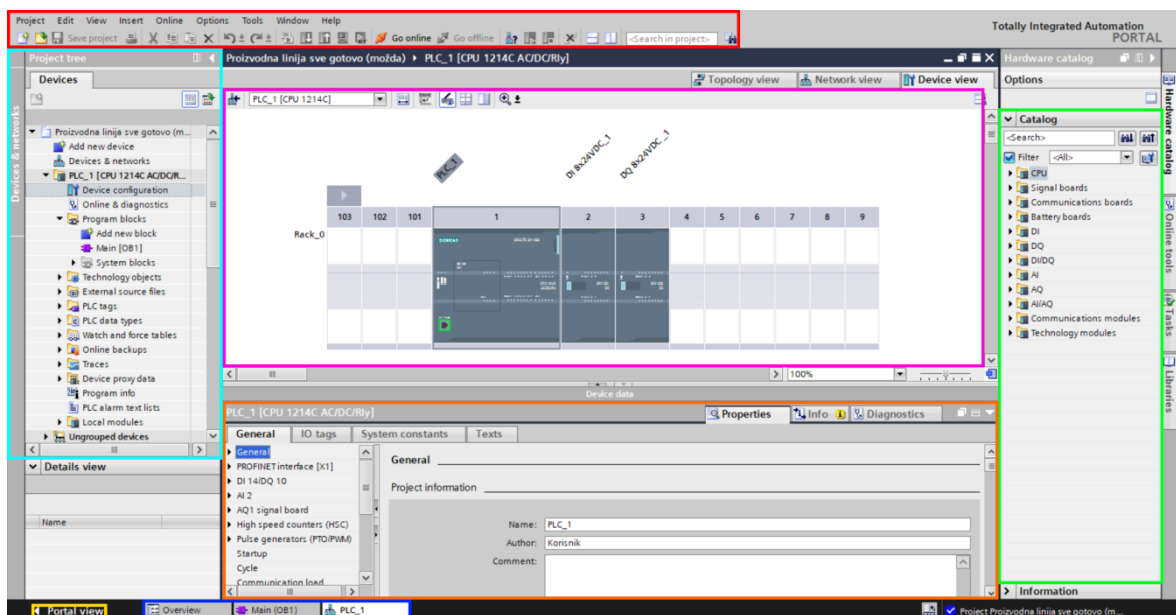


## 4. TIA portal

TIA portal je intuitivno korisničko sučelje za stvaranje PLC programa, konfiguraciju HMI (Human-Machine Interface) vizualizacije i mrežne komunikacije. Ima dva načina stvaranja projekta: zadatkom – orijentalni način (Portal view) i projektno – orijentalni način (Project view). Može se odabrati način rada koji korisniku odgovara [11].



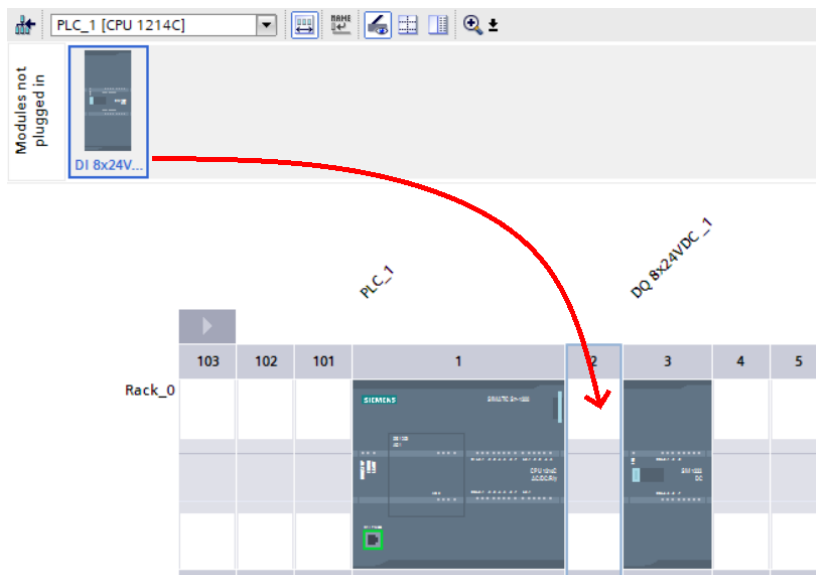
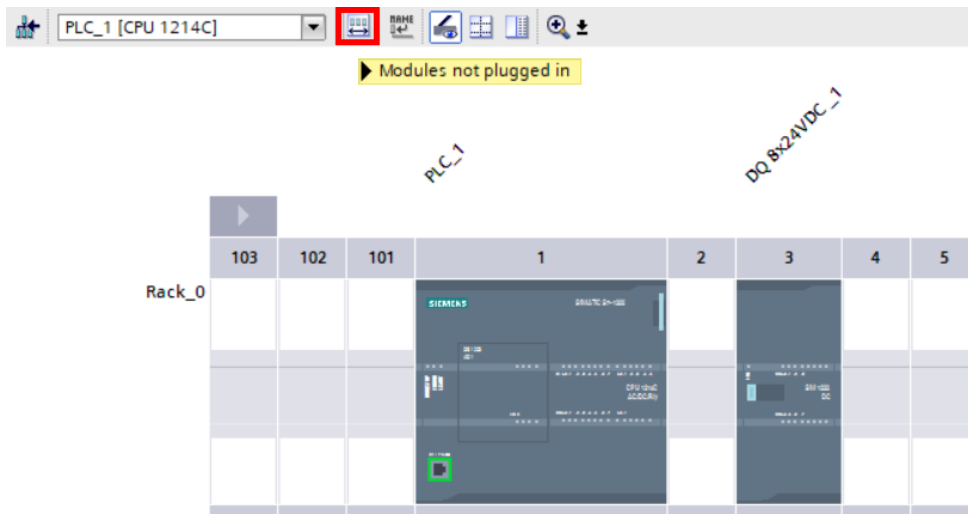
Slika 4.1 Prikaz project view način rada



Slika 4.2 Prikaz portal view način rada



TIA portal sadrži kartice zadataka s naredbama, koje su grupirane prema funkcijama. Pri programiranju jednostavno se odvuče naredba na radnu površinu. Također sadrži „favorites“ traku za pristup često korištenim naredbama. Sadrži i mogućnost dodavanja i brisanja ulaza i izlaza. Može se mijenjati način rada CPU-a, ovisno što je korisniku potrebno u trenutku. Omogućava pohranu „odspojenih“ modula kao i njihove postavke koje prilikom ponovnog spajanja nije potrebno ponovo podešavati.



Slika 4.3 Prikaz kako se virtualno odspajaju moduli

## **4.1 Programiranje u TIA portalu**

Pri ulasku u program odabere se opcija „Create new project“, unese se ime projekta i opcija „Create“. Nakon što kreira projekt u opciji „Devices & Networks portal“ se mora dodati onaj PLC uređaj koji se korisnik koristi. Potom se moraju postaviti tagovi za ulazne i izlazne portove (odnosno sto će predstavljati svaki port na korisnikovom PLC-u. To se obavlja pod opcijom „Project view“ i pod opciju „PLC tags“ se kreiraju tagovi za odabrani PLC. Nakon što se postave tagovi vrijeme je za kreiranje programa. U opciji „Program blocks“ i u „Main [OB1]“ korisnik kreira program koji želi staviti na PLC. Koristeći prethodno spomenute alate korisnik vrlo brzo i lako može stvoriti program za PLC. Nakon što korisnik postavi elemente u program potrebno je staviti adresu na te elemente što se može staviti na dva načina: standardnim unosom ili u „Device view“ povlačenjem sa porta do elementa.

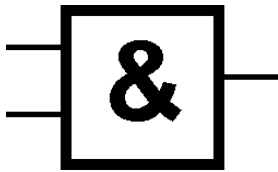
## **4.2 Vrste programskih jezika u TIA portalu**

TIA portal sadrži 3 programska jezika koji ovisno o čemu korisnik želi programirati u PLC može odabrati. Postoje ljestvičasti dijagram (LAD), funkcijski blok dijagram (FBD) i strukturni kontrolni jezik (SCL). LAD se koristi samo kada se žele postaviti osnovne radnje za željeni program npr. upaliti ili isključiti određeni izlaz pritiskom na određeno tipkalo. FBD je puno rašireniji od LAD programskog jezika jer može koristi blokove koji obavljaju više funkcija nego što je moguće u LAD-u. SCL za razliku od prethodno spomenutih programskih jezika koristi se isključivo kodom koji je baziran prema osnovnim programskim jezikom PASCAL-u što ga čini malo kompliciranijim od drugih programskih jezika i koristi se samo ako je nužno za korisnika da izvršava neke naredbe koje ostali ne mogu. Za svoj program sam koristio FBD jezik koristeći se logičkim blokovima, blokovima sa tajmerima, blokove sa brojačima i blokove koji mijenjaju stanje određenih ulaza i izlaza.

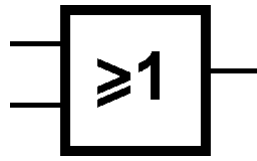
## **4.3 Logički blokovi**

Blokovi koji se služe sa 3 osnovna zakona logike od koji su „ILI“, „I“ i „NE“ su logički blokovi. „ILI“ će davati logičku jedinicu dalje u program, ako bilo koji od ulaza daje logičku jedinicu. „I“ propušta logičku jedinicu samo, ako su svi ulazi u blok daju logičku

jedinicu. „NE“ ovisno o logičkoj nuli ili jedinici na ulazu, izlaz daje obrnutu od ulaza, ako je logička jedinica ulaz izlaz će biti logička nula i obrnuto.



Slika 4.4 Simbol logičkog „I“ bloka



Slika 4.5 Simbol logičkog „ILI“ bloka



Slika 4.6 Simbol logičkog „NE“ bloka

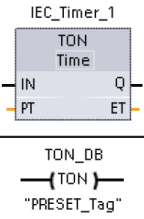
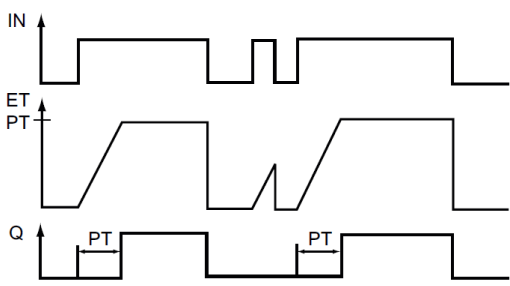
#### 4.4 Tajmeri

Tajmeri su blokovi čija je svrha ovisno koji korisnik odabere da propuštaju logičku jedinicu dalje u program na neko određeno vrijeme. Razlikujemo sljedeće tajmere: TP tajmer, TON tajmer, TOF tajmer. TP tajmer stvara logičku jedinicu na izlazu samo ako na ulazu primi logičku jedinicu i propušta ga određeno vrijeme. TON tajmer nakon što na ulazu primi logičku jedinicu čeka određeno vrijeme da na izlazu propusti logička jedinica što se naziva kašnjenje uključivanje. TOF tajmer je suprotno od TON tajmera što znači čim on primi logičku jedinicu na ulazu odmah stvara logička jedinica na izlazu, ali nakon određenog vremena više ne stvara logička jedinica. Sljedeće tablice prikazuju načine rada tajmera.

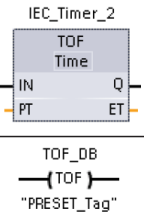
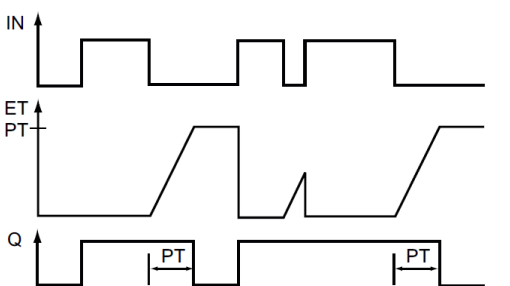
Tablica 4.1 Prikaz načina rada TP tajmera [12]

LAD / FBD	SCL	Vremenski dijagram
	<pre>"timer_db".TP(   IN:=_bool_in_,   PT:=_undef_in_,   Q=&gt;_bool_out_,   ET=&gt;_undef_out_);</pre>	

Tablica 4.2 Prikaz načina rada TON tajmera [12]

LAD / FBD	SCL	Vremenski dijagram
	<pre>"timer_db".TON(   IN:=_bool_in_,   PT:=_undef_in_,   Q=&gt;_bool_out_,   ET=&gt;_undef_out_);</pre>	


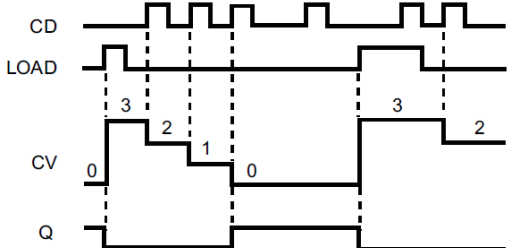
Tablica 4.3 Prikaz načina rada TOF tajmera [12]

LAD / FBD	SCL	Vremenski dijagram
	<pre>"timer_db".TOF(   IN:=_bool_in_,   PT:=_undef_in_,   Q=&gt;_bool_out_,   ET=&gt;_undef_out_);</pre>	

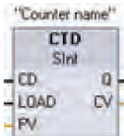
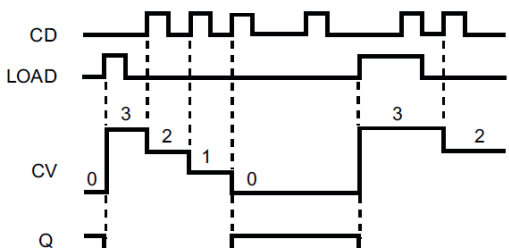
## 4.5 Brojači

Brojači su blokovi čija je svrha ovisno o izboru korisnika kada propuštaju logičku jedinicu dalje u program kada dobiju određeni broj logičkih jedinica ili nula na ulazu. Razlikujemo sljedeće brojače CTU brojač, CTD brojač i CTUD brojač. CTU brojač stvara logičku jedinicu na izlazu jedino ako na ulaz dobije određeni broj logičkih jedinica koji naravno određuje korisnik, a moguće je resetirati sami brojač. CTD brojač radi slično kao i CTU brojač samo što on broji logičke nule i ovisno koji je broj odredio korisnik tada će pustiti logičku jedinicu na izlaz i također ima mogućnost resetiranja brojača. CTUD brojač je poseban brojač koji prima logičku jedinicu i nulu na ulaze, ali broji samo logičke jedinice dok kada primi logičku nulu oduzima od logičke jedinice i ovisno o broju koji je odredio korisnik tada pušta logičku jedinicu na izlaz, kao i svi drugi ima mogućnost resetiranja brojača. Sljedeće tablice pokazuju načine rada brojača.

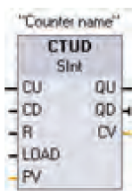
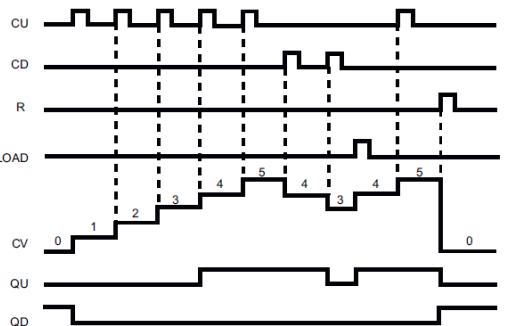
Tablica 4.4 Prikaz načina rada CTU brojača [12]

LAD / FBD	SCL	Izvršavanje
<p>"Counter name"</p> 	<pre>"ctd_db".CTU(   CD:=_bool_in,   LOAD:=_bool_in,   PV:=_undef_in,   Q=&gt;_bool_out,   CV=&gt;_undef_out);</pre>	

Tablica 4.5 Prikaz načina rada CTD brojača [12]

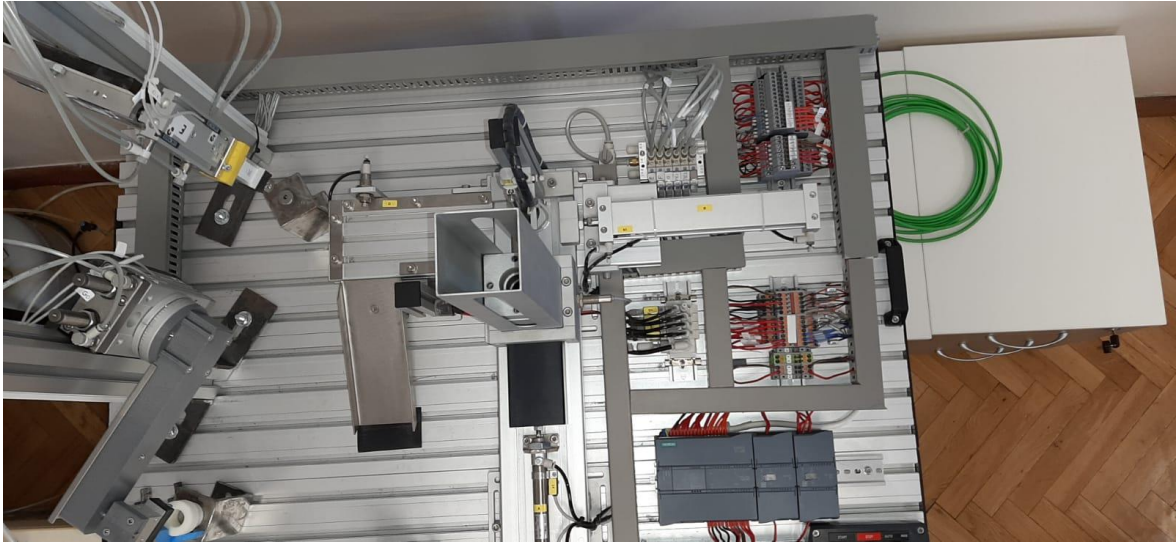
LAD / FBD	SCL	Izvršavanje
<p>"Counter name"</p> 	<pre>"ctd_db".CTU(   CD:=_bool_in,   LOAD:=_bool_in,   PV:=_undef_in,   Q=&gt;_bool_out,   CV=&gt;_undef_out);</pre>	

Tablica 4.6 Prikaz načina rada CTUD brojača [12]

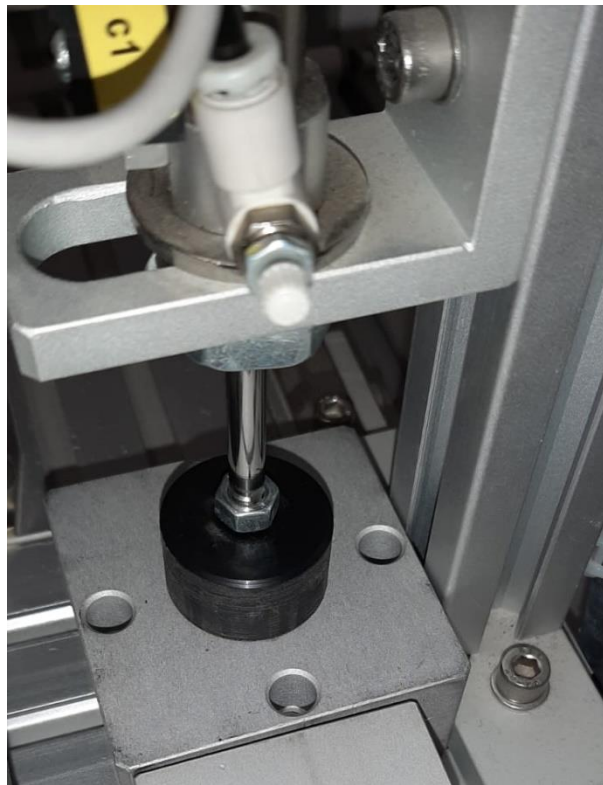
LAD / FBD	SCL	Izvršavanje
<p>"Counter name"</p> 	<pre>"ctud_db".CTUD(   CU:=_bool_in,   CD:=_bool_in,   R:=_bool_in,   LOAD:=_bool_in,   PV:=_undef_in,   QU=&gt;_bool_out,   QD=&gt;_bool_out,   CV=&gt;_undef_out);</pre>	

## 5. Automatizacijski proces

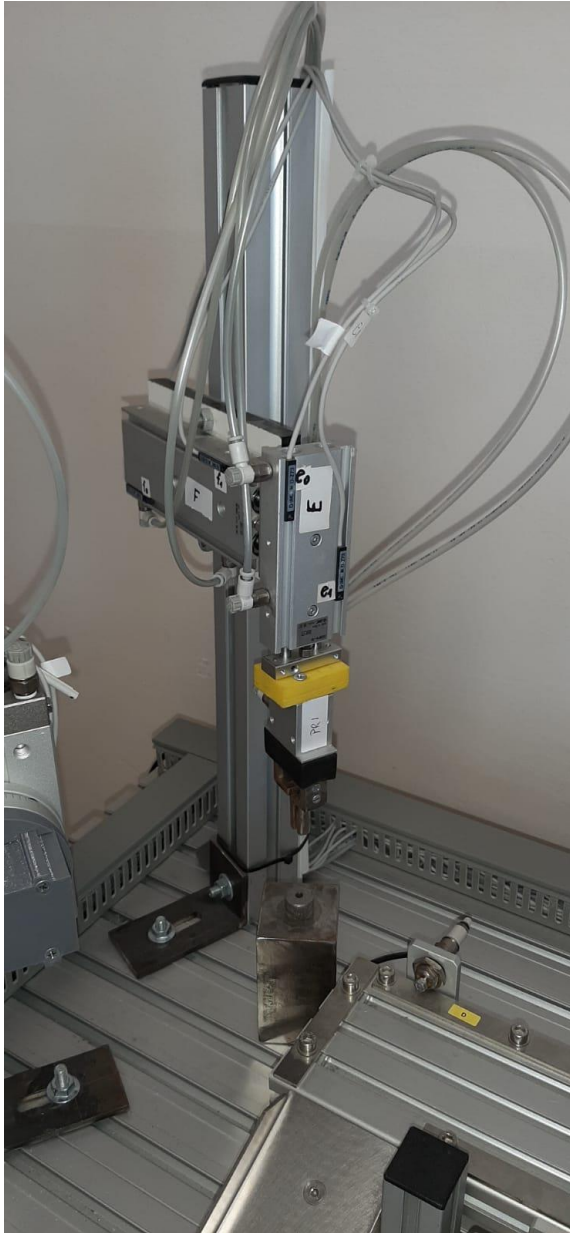
Namjena ovog automatizacijskog procesa je da provjeri ispravnost oblika i dimenzija otvora radnih predmeta koje prikazuju slike 2.5 i 2.6. Cilindar A gura iz gravitacijskog spremnika u svakom radnom ciklusu jedan predmet na slici 2.5 pod klipnjaču cilindra C. Kalibar pričvršćen na klipnjači cilindra C provjerava odgovaraju li dimenzije i oblik unaprijed određenim kriterijima. Provjera traje dvije sekunde i ima za posljedicu aktiviranje reed senzora na cilindru C (Slika 5.2). Nakon što završi provjera, klipnjača cilindra B gurne komad dalje. Zavisno o rezultatima provjere dimenzija i oblika događa se ostatak procesa. Ako je pravilno postavljen komad (kalibar cilindra C je sjeo u rupu od komada) aktiviraju se cilindri E i F (Slika 5.3). Na klipnjači cilindra E nalazi se prihvatnica. Cilindar E gura prihvatnicu do 3D isprintanog (Slika 2.8) dijela prihvatnica ga hvata klipnjača cilindra E se vraća u uvučeni položaj. Zatim cilindar F gura naprijed do mjesta gdje se nalazi komad, ponovo cilindar E gura prihvatnicu i kada se spusti prihvatnica ispusti 3D isprintani dio i nakon toga se cilindri vraćaju u svoj početni položaj. Nakon što se vrate u svoj početni položaj, zaokretni cilindar G (Slika 5.4) kreće obavljati svoj zadatak. Zakretni cilindar G se zakreće do sljedećeg dijela koji je također isprintan na 3D printeru, prihvatnica ga grabi i zaokretni cilindar G okreće se do ispitanog komada ispušta drugi 3D isprintani komad i vraća se u svoj početni položaj. Onda nakon svih tih operacija cilindar D odguruje tako sastavljen komad dalje u pogon i onda opet kreće cilindar A sa novim komadom i opet se vrši cijeli proces. Ako je komad krivo postavljen (cilindar C nije sjeo u rupu ispitnog komada) predmet doguruje cilindar B i onda ga cilindar D odguruje jer nije pravilno postavljen da se na njega mogu postaviti 3D isprintani dijelovi. E sad moguće je još dalje zamisliti da svi ti komadi koje je odgurnuo cilindar D odlaze na pokretnu traku koja kasnije odvaja pravilno postavljene predmete od krivo postavljenih. Sami proces ima dva načina rada manualni način i automatski način. Automatski način radi sve dok na početku cijelog procesa se nalaze komadi i svaki put kada cilindar D odgurne komad cilindar A gura novi komad u proces. Manualni način je da proces neće započeti osim ako osoba koja je zadužena za rad procesa ne pritisne tipkalo da proces krene. Također se tu nalazi i STOP tipkalo koje zaustavlja proces, ali nakon što se izvrši cijeli ciklus koji je objašnjen. I nakon određenog vremena se proces može ponovo pokrenuti. Na slici 5.5 se nalazi ploča sa komandama.



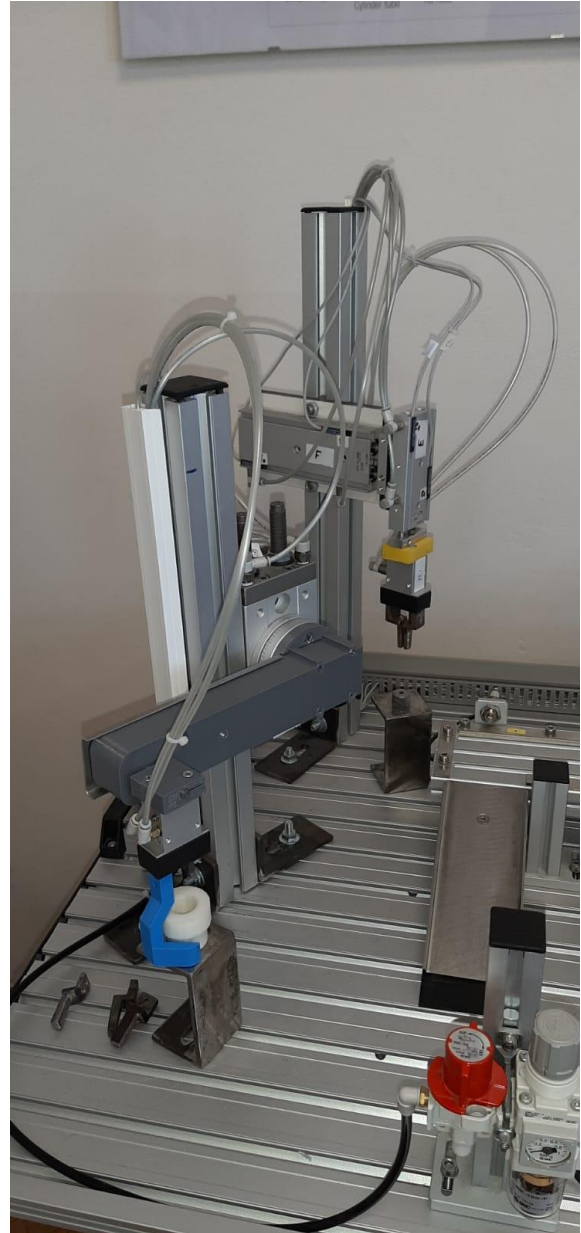
*Slika 5.1 Fotografija cijele makete proizvodne linije iz zraka*



*Slika 5.2 Fotografija cilindra C koji vrši provjeru radnog komada*



*Slika 5.3 Fotografija cilindara E i F sa prihvatnicom*



*Slika 5.4 Fotografija zaokretnog cilindra G sa prihvatnicom*





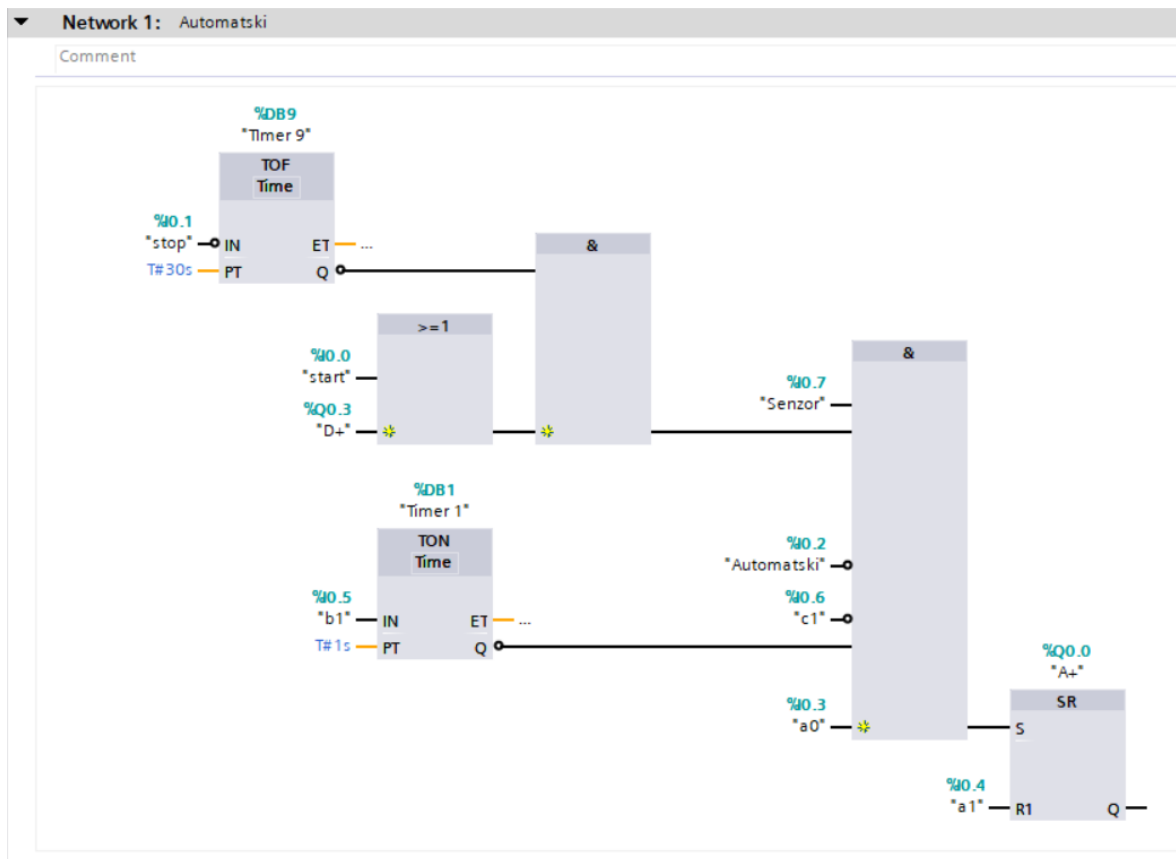
*Slika 5.5 Fotografija ploče sa komandama i PLC-om koji svime upravlja*

## 5.1 TIA portal program automatskog procesa

PLC tags				
	Name	Tag table	Data type	Address
1	start	Default tag table	Bool	%I0.0
2	Automatski	Default tag table	Bool	%I0.2
3	A+	Default tag table	Bool	%Q0.0
4	a0	Default tag table	Bool	%I0.3
5	a1	Default tag table	Bool	%I0.4
6	b1	Default tag table	Bool	%I0.5
7	c1	Default tag table	Bool	%I0.6
8	Senzor	Default tag table	Bool	%I0.7
9	B+	Default tag table	Bool	%Q0.1
10	C+	Default tag table	Bool	%Q0.2
11	D+	Default tag table	Bool	%Q0.3
12	Varijabla 1	Default tag table	Bool	%M0.0
13	Varijabla 2	Default tag table	Bool	%M0.1
14	Varijabla 3	Default tag table	Bool	%M0.2
15	stop	Default tag table	Bool	%I0.1
16	E+	Default tag table	Bool	%Q0.4
17	F+	Default tag table	Bool	%Q0.5
18	Varijabla4	Default tag table	Bool	%M0.3
19	e0	Default tag table	Bool	%I1.0
20	e1	Default tag table	Bool	%I1.1
21	Prihvatnica 1	Default tag table	Bool	%Q1.0
22	f0	Default tag table	Bool	%I1.3
23	f1	Default tag table	Bool	%I1.4
24	G+	Default tag table	Bool	%Q0.6
25	G-	Default tag table	Bool	%Q0.7
26	Prihvatnica 2	Default tag table	Bool	%Q1.2

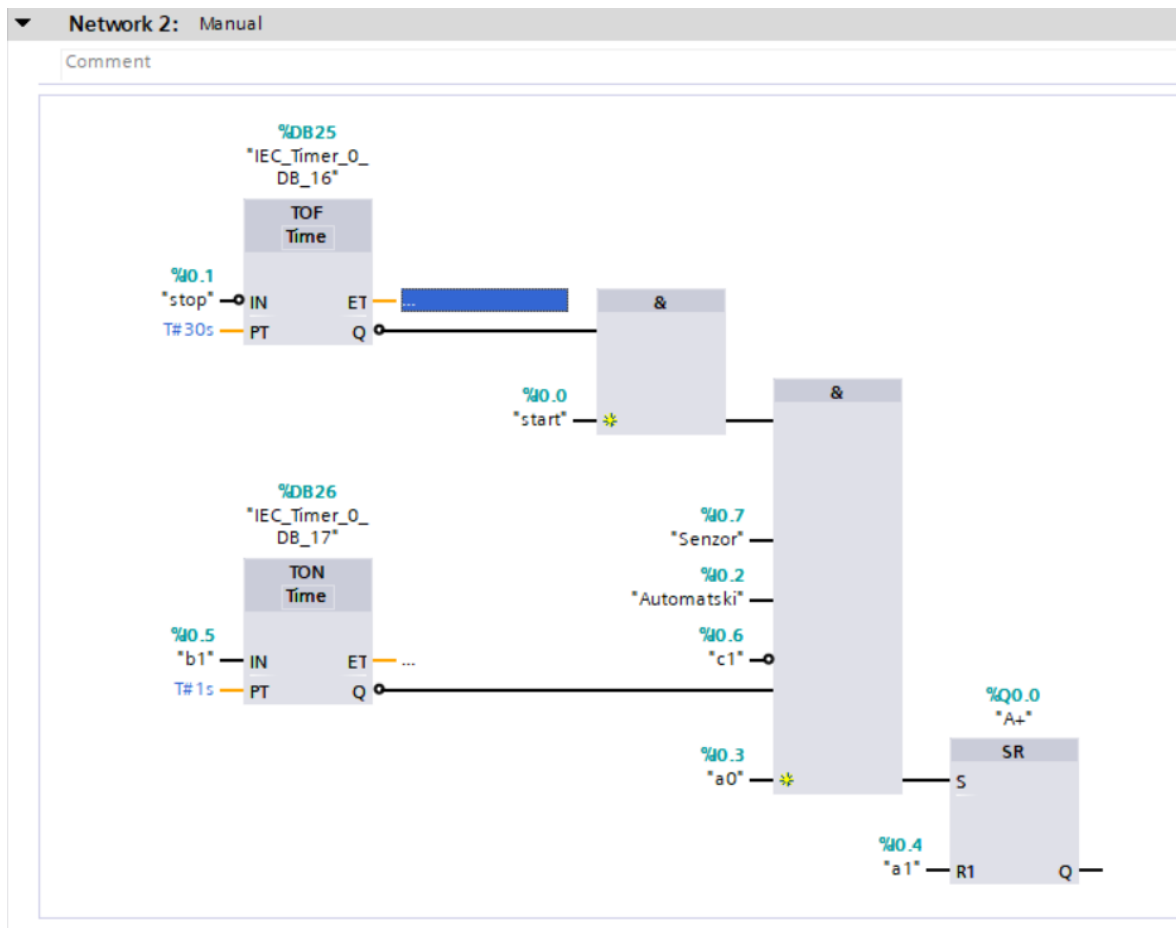
Slika 5.6 Prikaz svih korištenih ulaza i izlaza odabranog PLC-a

Slika 5.1 prikazuje tagove koji su korišteni da bi se izvršio zamišljeni program. Najvažniji dijelovi ove slike su stupci za ime taga i adresa od kojih: %I... predstavlja ulazni port, %Q... predstavlja izlazni port i %M... predstavlja tag strojni port.



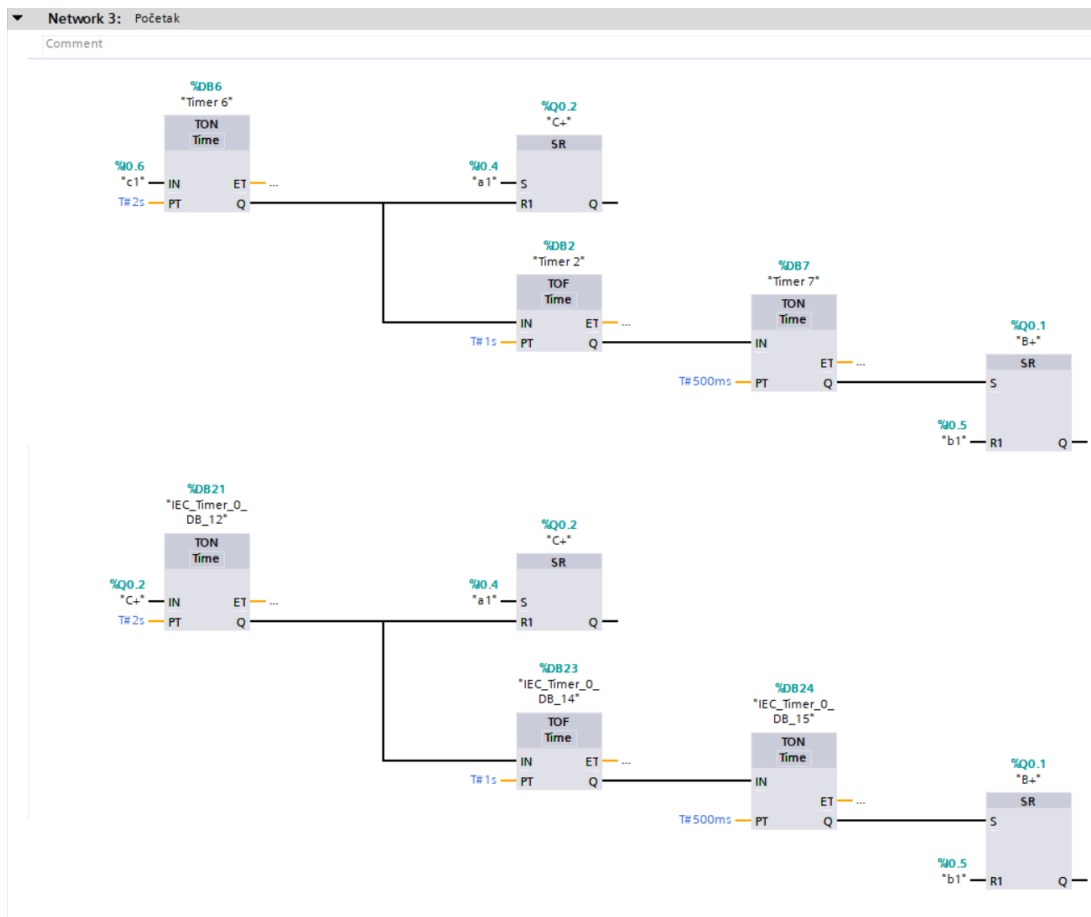
Slika 5.7 Prikaz dijela procesa koji je upravljani automatski

Slika 5.7 prikazuje početne uvjete da bi proces mogao započeti što znači, ako svi ulazi imaju logičku jedinicu na posljednjem I logičkom bloku (senzor za radne predmete, sklopka koja označava ručno ili automatsko je podešena na automatsko i klipnjače cilindara A, B i C su u uvučenom položaju). No tu je povezan još jedan I logički blok koji odlučuje hoće li se program pokrenuti, ako je tipka START u logičkoj jedinici (radni je kontakt na tipkalu) proces će započeti i cilindar D(D+) pokreće ponovni ciklus automatskog procesa. Ako je slučajno logička nula na tipkalu STOP (mirni je kontakt na tipkalu) proces neće krenuti u ponovni ciklus na 30 sekundi od pritiska STOP tipkala. Nakon što se aktivira A+ komad prolazi dalje u proizvodni proces.



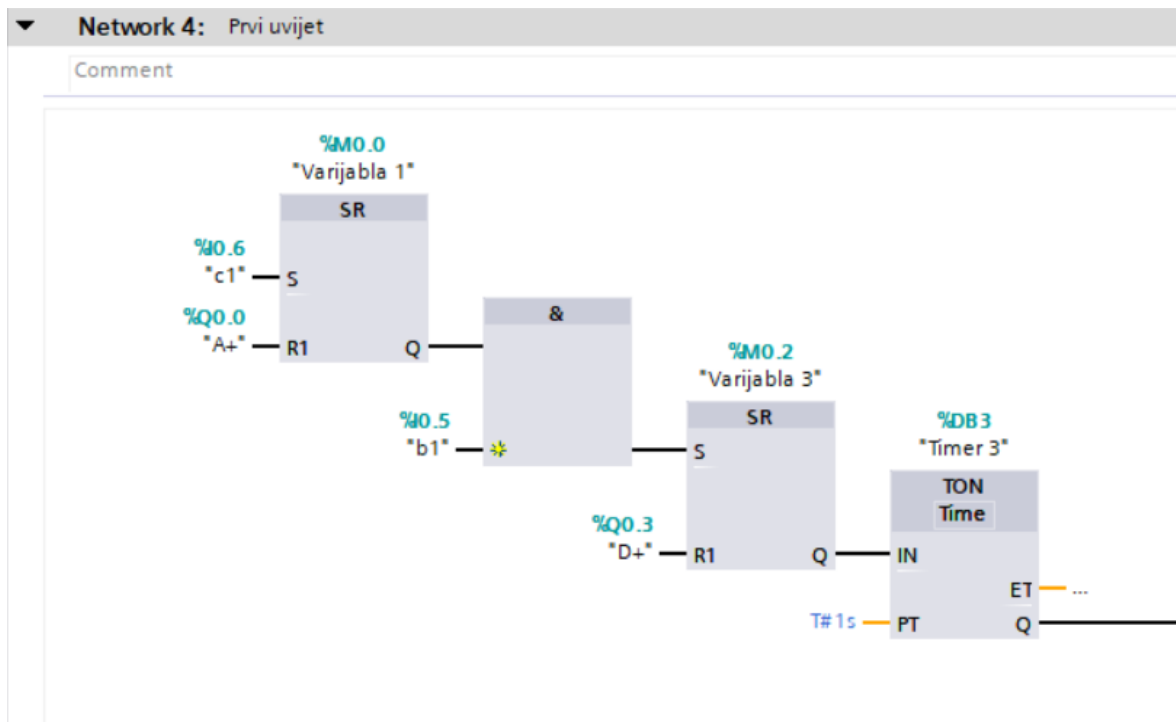
Slika 5.8 Prikaz dijela procesa koji je upravljao ručno

Slika 5.8 prikazuje program gdje se jedan dio procesa kontrolira ručno. Za početak procesa potrebno je da korisnik pritisne tipkalo START, u suprotnom proces neće krenuti u novi ciklus. I ako se pritisne STOP tipkalo ponavlja se postupak objašnjen na slici 5.2.



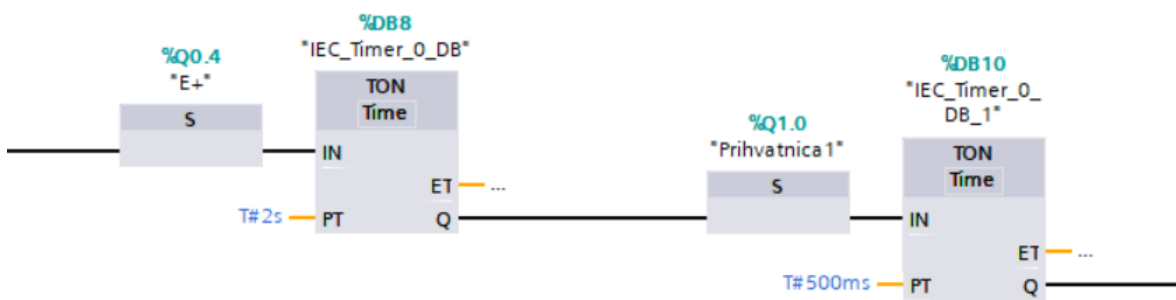
Slika 5.9 Prikaz Nastavka koji vrši provjeru jesu li dobro postavljene komadi

Slika 5.9 prikazuje dio ciklusa kada klipnjača cilindra A pomiče radne predmete. Nakon toga se aktivira klipnjača cilindra C i ovisno dali se aktivirao senzor na cilindru C proces obavlja sljedeće zadatke, ako je aktiviran u daljnjem procesu se aktiviraju ostali cilindri (cilindar E, F, G i D), a ako nije samo se aktivira cilindar D.



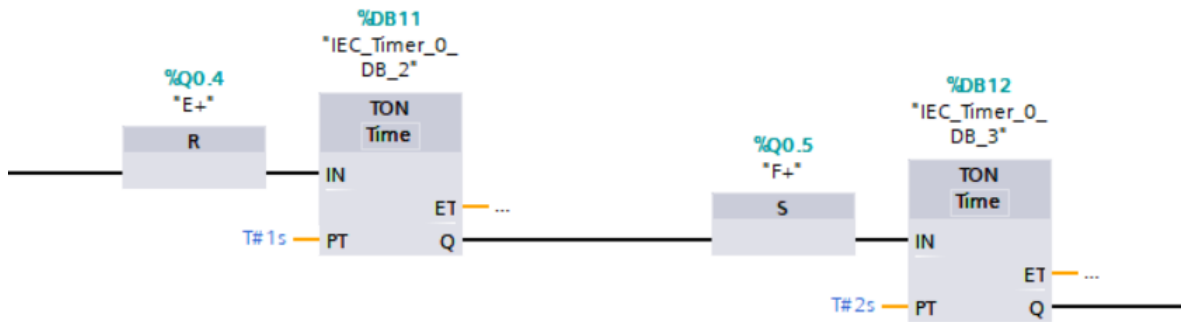
Slika 5.10 Prikaz početnih uvjeta da bi se izvršio daljnji proces

Slika 5.10 predstavlja početne uvjete koji određuju da li će se izvršiti daljnji proces odnosno dali se aktivirao senzor na cilindru C u ovom slučaju jeste i obavlja se daljnji proces



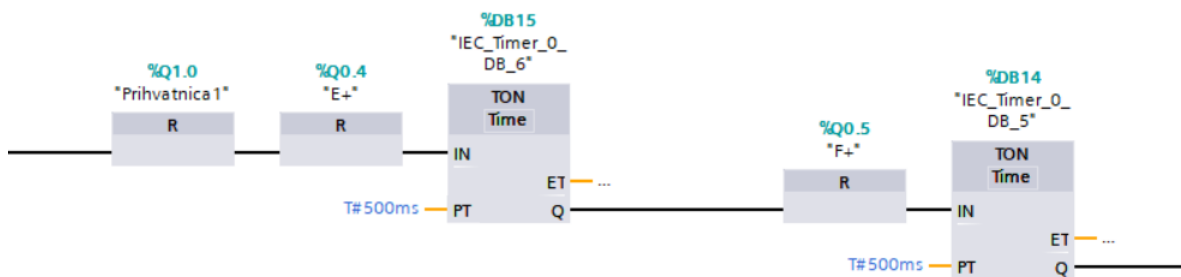
Slika 5.11 Prikaz programa gdje se podiže 3D isprintani dio

Slika 5.11 prikazuje program prema kojem se pomicanjem klipnjače cilindra E, na njega postavljena prihvatnica dovodi do 3D isprintanog dijela valjkastog oblika koji je izbušen cijekom dužinom. Ovo gibanje je usporeno kako ne bi došlo do oštećenja prihvatnice i/ili predmeta.



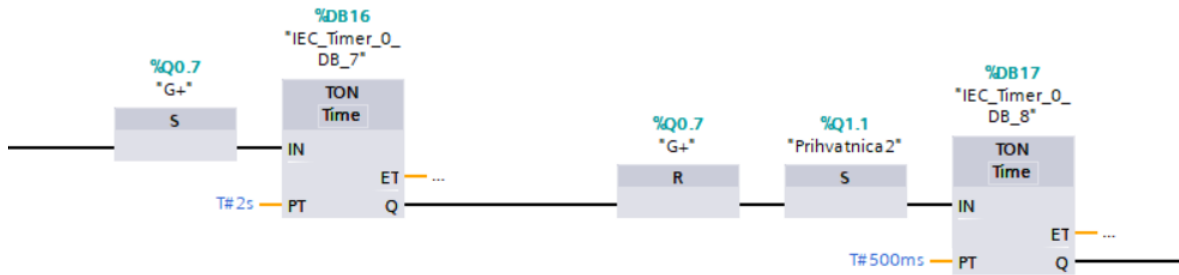
Slika 5.12 Prikaz programa gdje se podiže dio i počinje ga pomicati do ispitnog komada

Slika 5.12 prikazuje vraćanje klipnjače cilindra E u uvučeni položaj. Nakon toga prihvatnica, pomicanjem klipnjače cilindra F postavlja plastični u metalni predmet.



Slika 5.13 Prikaz programa gdje prihvatnica ispušta predmet i cilindri E i F se vraćaju u početni položaj

Slika 5.13 prikazuje gdje prihvatnica ispušta dio, cilindar E se vraća u uvučeni položaj i nakon dvije sekunde cilindar F se vraća u uvučeni položaj. Kada se izvrši sve što je navedeno pokreće se zaokretni cilindar.



Slika 5.14 Prikaz pokretanja zaokretnog cilindra do drugog 3D isprintanog dijela i prihvatnica ga grabi

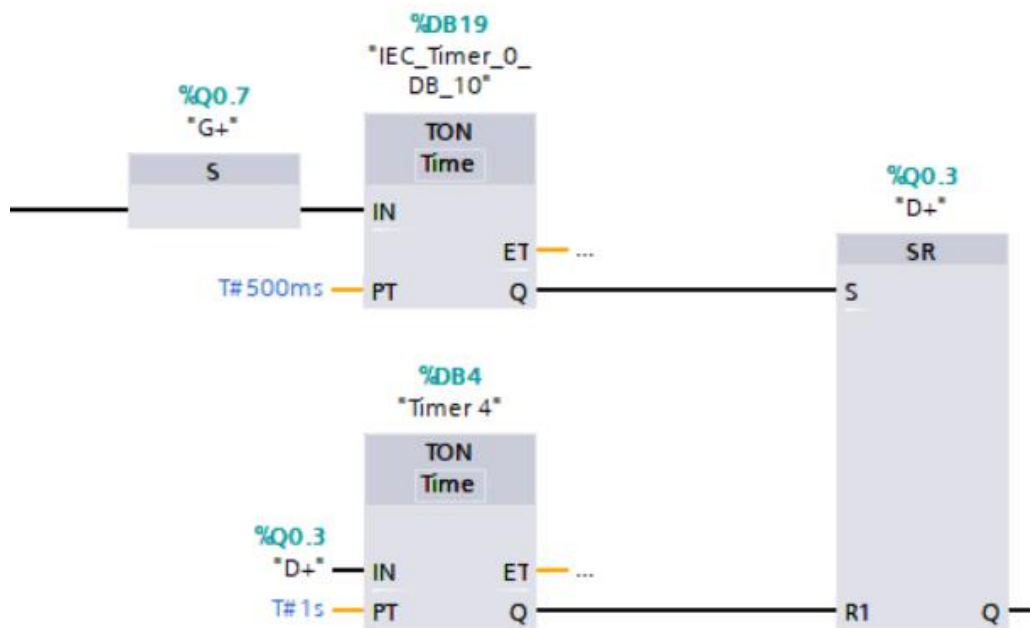
Slika 5.14 prikazuje gdje se zaokretni cilindar rotira za 180° u smjeru kazaljke na satu. Na zaokretnom cilindru je postavljen remenski prijenos sa drugom privatnicom. Zadatak i uloga remenskog prijenosa je postaviti prihvatnicu u pravilan(okomiti) položaj nakon rotacije u odnosu na radni predmet. Prihvatnica hvata radni predmet i nakon 2 sekunde se rotira u početni položaj, u smjeru koji je suprotan okretanju kazaljke na satu.



Slika 5.15 Prikaz daljnjeg procesa gdje prihvatnica zaokretnog cilindra prenosi dio do ispitnog komada

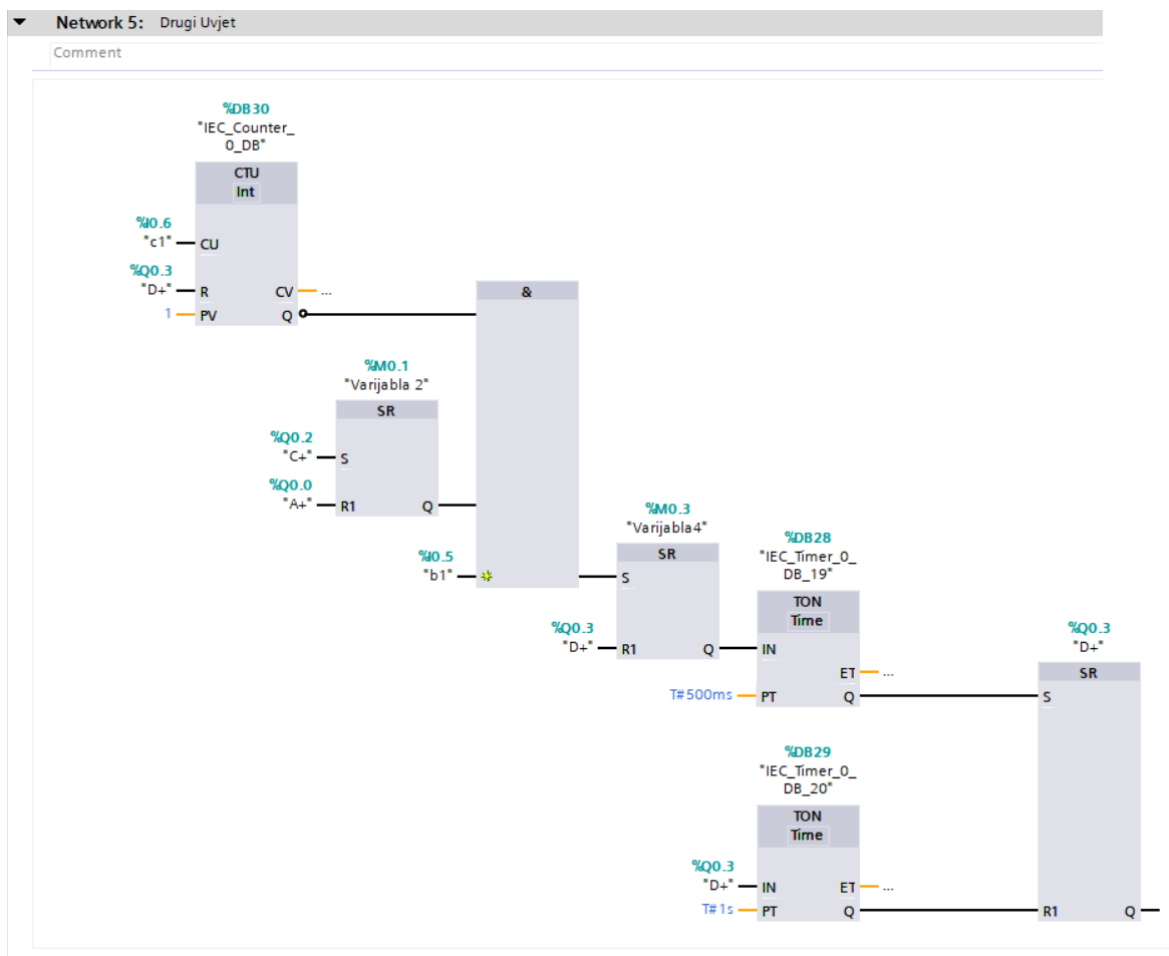
Slika 5.15 prikazuje rotaciju za 180° u smjeru suprotnom od kazaljke na satu. Dolaskom u krajnji, početni položaj, nakon 500 mili sekunde prihvatnica ispušta komad na postolje. Ovdje se automatizacijski proces završava.





*Slika 5.16 Prikaz programa gdje se zaokretni cilindar vraća u početni položaj i cilindar D gura gotov predmet dalje*

Slika 5.16 prikazuje završne operacije procesa gdje zaokretni cilindar G zakreće u početni položaj ruku i nakon stanke od dvije sekunde cilindar D gura tako poslagani predmet dalje i ako se vratimo na sliku 5.7 proces kreće u ponovni ciklus ako je aktiviran automatski način rada.



Slika 5.17 Prikaz programa koji se izvršava ako je komad krivo postavljen

Slika 5.17 prikazuje preostali dio programa gdje u slučaju da je komad krivo postavljen, početni uvjeti su isti kao i kod slike 5.10 uz uvjet dali je brojač primio signal od senzora koji stoji uz cilindar C, ako je onda se ova operacija neće izvršiti, a ako nije onda se izvršava. Prema čemu se samo aktivira cilindar D i opet se ispušta novi komad.

## 6. Zaključak

Napretkom i razvojem tehnike i tehnologije u proizvodni proces se instalirani novi(ji) uređaji, poput PLC-a. Tim i takvim uređajima moguće je određenim programskim rješenjima upravljati vrlo kompliciranim i složenim procesima na lakši i jednostavniji način. Vjerojatno će kako tehnologija bude napredovala nastati uređaj koji će biti jači od PLC, dok trenutno kako stvari stoje nije potrebno jer PLC-ovi obavljaju svoj posao bez prijekorno. Što se tiče automatiziranog procesa moglo bi se još na njemu raditi odnosno proširiti ga da bude program još pametniji na primjer kada cilindar D odgurne predmet da predmet završi na pokretnoj traci koja te sve predmete koji se nađu na traci odvaja sa dodatnim cilindrom na koji se nalazi na traci. Radio bi na principu, ako je predmet pravilno postavljen išao bi dalje kroz pokretnu traku ka skladištu no, ako slučajno nije pravilno postavljen cilindar bi ga odgurnuo i poslao ga na traku koja šalje sve nepravilno postavljene predmete do osobe koja je zadužena za proces da ih pravilno postavi. No trenutno kako stoji automatski proces i sama maketa je dovoljno da se učenici uče na njoj, pa se onda odlučuje napraviti nadogradnju koju sam predložio ili osmisliti nešto svoje uglavnom sve je na njima. Zaključak je tehnologija ide dalje i mi moramo ići uz nju jer nikad ne znamo do kuda će tehnologija završiti.

## 7. Literatura

- [1] Neven M. Elektropneumatika EP-1. Centar za nove tehnologije Zagreb.
- [2] Neven M. Uvod u pneumatiku 1. Centar za nove tehnologije Zagreb; 2016.
- [3] Programsko sučelje za izradu pneumatskih shema - Fluidsim
- [4] Neven M. Uvod u pneumatiku 2. Zagreb; 2016.
- [5] Raznodnik korišten u radu [online]. Dostupan na:  
<https://www.smc.eu/hr-hr/proizvodi/sy3000-5-port-solenoid-valve-all-types~32806~cfg?partNumber=SY3120-5LOU-M5-Q>
- [6] Dvoradni cilindar korišten u radu [online]. Dostupan na:  
<https://www.smc.eu/hr-hr/proizvodi/c85~133498~nav?productId=158367&partNumber=CD85N16-100-B>
- [7] Jednoradni cilindar korišten u radu [online]. Dostupan na:  
<https://www.smc.eu/hr-hr/proizvodi/cjp-pin-cylinder-single-acting-spring-return~39713~cfg?partNumber=CJPB10-15H6>
- [8] Dvostruki klipni cilindar korišten u radu [online]. Dostupan na:  
<https://www.smc.eu/hr-hr/proizvodi/cxsm-dual-piston-rods-slide-bearing~17147~cfg?partNumber=CXSM15-100>
- [9] Zaokretni cilindar korišten u radu [online]. Dostupan na:  
<https://www.smc.eu/hr-hr/proizvodi/msq-10-200-rotary-table-rack-pinion-basic-high-precision~157861~cfg?partNumber=MSQB50A>
- [10] Prihvatnica korištena u radu [online]. Dostupna na:  
<https://www.smc.eu/hr-hr/proizvodi/mhk-air-gripper-wedge-cam-operated-slide-guide~17441~cfg?partNumber=MHK2-16D>
- [11] Marin Š. Programirajući logički kontroleri (PLC), Završni rad. Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet u Rijeci, 2016.
- [12] Jednostavna knjiga (Easy Book), 04/2012, A5E02486774-05.
- [13] Mihael L. Završni rad. Zagreb; 2012.

## **8. Oznake kratica**

LAD – Ladder Analitic Diagram

FBD – Function Block Diagram

SCL – Structur Control Language

CPU – Central Preces Unit

HMI – Human Machine Interface

## **9. Sažetak**

**Naslov:** Proizvodna Linija Pneumatski Upravljana pomoću PLC-a

Kroz ovaj završni rad opisano je općenito o elektropneumatici i dijelovima koji su korišteni iz elektropneumatike, osnovno znanje o PLC-ovima, programsko sučelje prema kojem radi PLC. Zatim je objašnjena maketa proizvodne linije koja je njezina funkcija, što radi svaki dio makete proizvodne linije i cijeli program korak po korak.

Ključne riječi: PCL, elektropneumatika, maketa.

## **10. Abstract**

Title: PLC Pneumatic Control Production Line

This final paper describes in general about electropneumatics and parts used from electropneumatics, basic knowledge about PLCs, programming interface according to which PLC works. Then the model of the production line is explained which is its function, what each part of the model of the production line and the whole program does step by step.

Key words: PLC, electropneumatics, model

## **11. Prilozi**

<https://drive.google.com/file/d/1CY43pTA0XGiPQ-BzfEQ3op4RcwaJzn4R/view>



## IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, <u>12.04.2021</u>	Andrija Markić	Andrija Markić

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

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

Andrija Markić

*ime i prezime studenta/ice*

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

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 12. 04. 2021.

Andrija Markić

*potpis studenta/ice*