



ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

RAZISKOVALNA NALOGA

**AVTOMATIZACIJA TRAČNE ŽAGE
AUTOMATING A BAND SAW**

Avtorja:

Maj KOLMAN, M-4. c

Val MATOVIĆ, M-4. c

Mentorji:

Matjaž CIZEJ, univ. dipl. inž. el.

Miloš BEVC, univ. dipl. inž. el.

Gregor BREŽNIK, inž.

Bojan HROVAT, inž. stroj.

Celje, marec 2022

IZJAVA*

Mentorji Matjaž Cizej, Gregor Brežnik, Miloš Bevc in Bojan Hrovat v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljamo, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Avtomatizacija tračne žage, katere avtorja sta Val Matović in Maj Kolman:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

ZAHVALA

Zahvaliti bi se želeli vsem, ki so pripomogli k realizaciji te naloge. Posebej pa bi se želeli zahvaliti strojnikom, ki so nam odstopili skladišče, v katerem smo lahko delali, in ravnateljici, ki je odobrila nakup potrebnih komponent za izvedbo projekta. Zahvala gre tudi mentorjem Gregorju Brežniku, inž., ki je posodil svoje orodje in nam pomagal pri vezavi komponent, Matjažu Cizeju, univ. dipl. inž. el., in Milošu Bevcu, univ. dipl. inž. el., ki sta z nasveti pomagala pri pisanju programa. Zahvaljujemo se tudi Brigiti Renner, prof., za lektoriranje naloge in Simoni Tadeji Ribič; prof. , ki je lektorirala angleški prevod povzetka.

POVZETEK

Cilj naše raziskovalne naloge je bil modernizirati in avtomatizirati tračno žago, ki je bila pred kratkim obnovljena. Zadali smo si cilj, da bo žaga lahko delovala samodejno v smislu, da uporabnik nastavi dolžino in število rezov, ki jih naprava nato po pritisku tipke start sama izvede brez dodatnega posredovanja uporabnika. To nam je uspelo. Najprej smo želeli dolžino reza nastavljati brez uporabe kodirnika, ampak smo željo opustili, saj je z enkoderjem stvar lažja in predvsem natančnejša. Pri delu smo si pomagali z različnimi metodami, najbolj pa smo posegli po metodi testiranja. V sklopu naloge smo izvedli tudi anketo, saj smo želeli izvedeti, kako avtomatizacijo razumejo na naši šoli, ki po našem mnenju poudarja modernizacijo in avtomatizacijo. Končani izdelek se bo nato uporabljal pri pouku v strojnih delavnicah.

Ključne besede: avtomatizacija, prenova, samodejno delovanje

SUMMARY

The objective of our research paper was to modernize and automate a band saw that had been restored recently. We wanted the saw to be able to operate automatically in the sense that the user sets the length and the number of cuts and presses the start button, and the device then carries out the operation without additional user intervention. We succeeded in doing that. First we wanted to adjust the length of the cut without using an encoder, but then we gave up on the idea and decided to use it because it made our job a lot easier and the end product more accurate. In the process of automating the saw we used a lot of different research methods but we mostly relied on experimenting. As part of our project we also conducted a survey, as we wanted to find out how automation is understood at our school, and according to the results most participants emphasized modernization and machines replacing human labour. The finished product will be used during practical lessons at our school.

Keywords: automation, restoration and automatic operation

Seznam simbolov in kratic

AC – Alternating current – izmenični tok

DC – Direct current – enosmerni tok

HSC – High speed counter – hitri števec

UTP – Unshielded twisted pair

FBD – Function block diagram – funkcijski bločni diagram

LAD – Ladder diagram – lestvični diagram

SCL – structured control language – strukturirani tekst

USB – Universal serial bus – univerzalno serijsko vodilo

IoT – Internet of things – internet stvari

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA.....	2
1.2 HIPOTEZE	2
1.3 METODE RAZISKOVANJA.....	2
2 PREDSTAVITEV POTEKA.....	4
3 IDEJNI NAČRT	5
4 MONTAŽA KOMPONENT.....	6
4.1 VEZALNA SHEMA	6
4.2 STROJNE KOMPONENTE.....	6
4.2.1 Varovalke.....	7
4.2.2 Kontaktorji.....	8
4.2.3 Motorji	9
4.2.4 Releji	11
4.2.5 Glavno stikalo	12
4.2.6 Nadzorna plošča.....	12
4.2.7 Končna stikala	16
4.2.8 Napajalnik	16
4.2.9 Krmilnik.....	17

4.2.10 Frekvenčni pretvornik.....	18
4.2.11 Enkoder.....	19
4.2.12 Hidravlični ventili.....	20
4.2.13 Svetlobna signalizacija	20
5 PROGRAMIRANJE KRMILNIKA.....	21
5.1 NASTAVITVE KRMILNIKA	21
5.1.1 HSC.....	22
5.2 PROFINET	23
5.2.1 Komunikacija med komponentami	24
5.3 SIMBOLNA TABELA.....	24
5.3.3 Tipi podatkov.....	31
5.4 PROGRAMSKI JEZIK	31
5.4.1 FBD.....	32
5.4.2 LAD	34
5.4.3 SCL	34
6 PROGRAM.....	35
6.1 ROČNI NAČIN	35
6.1.1 Omrežje 1	36
6.1.2 Omrežje 2.....	36
6.1.3 Omrežje 3.....	37

6.1.4 Omrežje 4.....	38
6.1.5 Omrežje 5.....	39
6.2 AVTOMATSKI NAČIN.....	39
6.3 PROGRAMIRANJE NASTAVLJANJA DOLŽINE.....	40
6.3.1 Omrežje 1.....	41
6.3.2 Omrežje 2.....	41
6.3.3 Omrežje 3.....	42
6.3.4 Omrežje 4.....	42
6.3.5 Računanje trenutne dolžine.....	43
6.3.6 Nastavljanje in krmiljenje frekvenčnega pretvornika.....	44
6.4 Program zaslona.....	45
6.3.1 Vizualizacija.....	45
6.3.2 Nastavitev števila obdelovancev.....	46
6.3.3 Nastavitev dolžine reza.....	47
6.3.4 Začetni zaslon.....	48
7 MOŽNOST NADALJNJE RAZISKAVE.....	49
8 ANKETA.....	50
9 RAZISKAVA HIPOTEZ IN PREDSTAVITEV REZULTATOV.....	52
10 ZAKLJUČEK.....	53
11 VIRI IN LITERATURA.....	54

KAZALO SLIK

Slika 1: Idejni načrt	5
Slika 2: Varovalke	7
Slika 3: Kontaktorji.....	8
Slika 4: Motor 1	9
Slika 5: Motor 3	10
Slika 6: Motor 4	10
Slika 7: Releji	11
Slika 8: Glavno stikalo.....	12
Slika 9: Nadzorna plošča	13
Slika 10: Vezje nadzorne plošče	14
Slika 11: Končno stikalo.....	16
Slika 12: Napajalnik	17
Slika 13: Krmilnik	18
Slika 14: Frekvenčni pretvornik	19
Slika 15: Enkoder	19
Slika 16: Hidravlični ventili.....	20
Slika 17: Nastavitve krmilnika	22
Slika 18: HSC	22

Slika 19: Profinet logo	23
Slika 20: Komunikacija komponent	24
Slika 21: Vkllop ročnega načina	35
Slika 22: Ročni način omrežje 1	36
Slika 23: Ročni način omrežje 2	37
Slika 24: Ročni način omrežje 3	38
Slika 25: Ročni način omrežje 4	38
Slika 26: Ročni način omrežje 5	39
Slika 27: Vkllop avtomatskega načina	39
Slika 28: Števec v avtomatskem načinu	40
Slika 29: Programiranje nastavljanja dolžine – omrežje 1	41
Slika 30: Programiranje nastavljanja dolžine – omrežje 2	41
Slika 31: Programiranje nastavljanja dolžine – omrežje 3	42
Slika 32: Programiranje nastavljanja dolžine – omrežje 4	42
Slika 33: Računanje trenutne dolžine	43
Slika 34: Simbolna tabela za računanje dolžine	43
Slika 35: Vizualizacija	45
Slika 36: Štetje rezov	46
Slika 37: Nastavitev dolžine reza	47
Slika 38: Začetni zaslon	48

Slika 39: Besedni oblak	51
-------------------------------	----

KAZALO TABEL

Tabela 1: Simbolna tabela – digitalni vhodi	25
Tabela 2: Simbolna tabela – digitalni izhodi	26
Tabela 3: Simbolna tabela – markerji	27
Tabela 4: Tipi podatkov.....	31
Tabela 5: Pravilnostna tabela IN-funkcije	32
Tabela 6: Pravilnostna tabela ALI-funkcije.....	33
Tabela 7: Pravilnostna tabela negacije	33
Tabela 8: Nastavitve frekvenčnega pretvornika	44
Tabela 9: Ugotovitve	52

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Mnenje o prihodnosti avtomatizacije	50
---	----

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Električna shema – krmilni del

Priloga 2: Električna shema – močnostni del

Priloga 3: Shema hidravlične vezave

Priloga 4: Slika tračne žage

1 UVOD

Tračne žage imajo več različic, ki se uporabljajo za razreze različnih materialov, princip delovanja pa je pri vseh enak. Dolgo rezilo žage je sestavljeno iz krožnega traku, na katerem so rezila. Ta trak se pri delovanju neprestano vrti in tako žaga v primerjavi z navadno žago reže vedno v isti smeri. Njeno rezalno območje pa je lahko tudi bistveno večje od navadne ali krožne žage.

Ta oblika žage se je prvič pojavila že v 19. stoletju, ampak se takrat niso razširile, saj takratna tehnologija ni dopuščala kakovostnih in zanesljivih rezil. Kasneje pa se je njihova popularnost razširila.

Kot je bilo že omenjeno, obstaja več vrst tračnih žag. Med njimi se najbolj uporabljajo takšne za razrez železa, lesa in mesa v živilski industriji.

Tračne žage za razrez železa obstajajo v dveh različicah – horizontalni in vertikalni. Horizontalne žage držijo obdelovanec, medtem ko se rezilo pomika. Takšna konfiguracija se uporablja za razrez daljših cevi ali surovcev. Enakega tipa je tudi žaga, ki jo avtomatiziramo. Vertikalne žage pa se uporabljajo predvsem za razrez zahtevnejših oblik, saj je rezilo fiksirano v vertikalni položaj, uporabnik pa obdelovanec potiska v rezilo.

Tračne žage za razrez lesa se uporabljajo v lesarski industriji za trganje lesa. Imajo prednost pred krožnimi žagami za trganje, ker lahko sprejmejo les velikega premera in zaradi manjšega zarezja, ki povzroči manj odpadkov.

Tračne žage, ki se uporabljajo v živilski industriji, so uporabljene za rezanje mesa. Narejene so iz nerjavečega jekla z enostavnimi funkcijami za čiščenje. Rezila imajo fine zobe s toplotno obdelanimi konicami ali navadnimi ali pa zaobljene robove nožev.

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Ob koncu prejšnjega šolskega leta smo prišli do ideje, da bi lahko avtomatizirali tračno žago. Do te ideje smo prišli med pogovorom s profesorjem glede avtomatizacije v industriji in njene pomembnosti. Predhodno je žaga imela samo ročni način, mi pa smo se odločili, da ji dodamo še avtomatskega. S tem bi povečali njeno uporabnost, saj bi lahko na ta način sama opravljala delo brez vmesnega posredovanja uporabnika. Dodali bi tudi zaslon, na katerem se bo prikazovala dolžina odreza in tako bi olajšali upravljanje z žago.

1.2 HIPOTEZE

Cilj naše naloge je bil modernizirati tračno žago, tako da ji dodamo avtomatski način. To vključuje tudi prikazovanje nastavljenе dolžine na zaslonu, samodejno podajanje surovca in nastavljivo število ciklov, ki jih opravi.

Pri raziskovanju smo si zadali naslednje hipoteze:

- H1 – na zaslonu je prikazana dolžina odreza
- H2 – upravljanje v ročnem in avtomatskem načinu
- H3 – nastavljanje dolžine odreza s tipkami
- H4 – žaga si samodejno podaja obdelovanec
- H5 – v avtomatskem načinu lahko nastavimo željeno število rezov

1.3 METODE RAZISKOVANJA

Pri raziskovanju smo si pomagali z različnimi metodami. Tako smo dosegli najbolj optimalne rezultate in ugotovitve, ki so nam pomagali izpolniti hipoteze.

- Anketa – zanjo smo se odločili, saj smo želeli izvedeti, na kakšen način si avtomatizacijo predstavljajo na naši šoli. Anketa je zelo dober način pridobivanja podatkov širše množice.

- Primerjanje – s to metodo smo si pomagali pri izbiranju frekvenčnega pretvornika. Uporabili smo jo tudi pri programiranju in nastavljanju dolžine odreza.
- Testiranje – program, ki smo ga napisali, smo testirali in ga popravili, če ni deloval po naših zahtevah. Testirali smo tudi vse komponente in preverili, ali delujejo pravilno.
- Analiza – metodo smo večkrat uporabili pri odpravljanju napak. Pomagala nam je tudi na začetku, saj smo analizirali, katere stvari je potrebno opraviti in koliko časa bomo potrebovali za njih.

2 PREDSTAVITEV POTEKA

Naš glavni namen pri izdelavi raziskovalne naloge je bila avtomatizacija tračne žage. V lanskem šolskem letu smo naredili idejni načrt, v letošnjem šolskem letu pa smo si zadali cilj, da lanskoletno idejo udejanimo. Na začetku smo naredili načrt in si razdelili delo, nato smo začeli z delom. Med samo izdelavo smo razmišljali tudi o nadaljnji raziskavi in možnostih prihodnje nadgradnje.

3 IDEJNI NAČRT

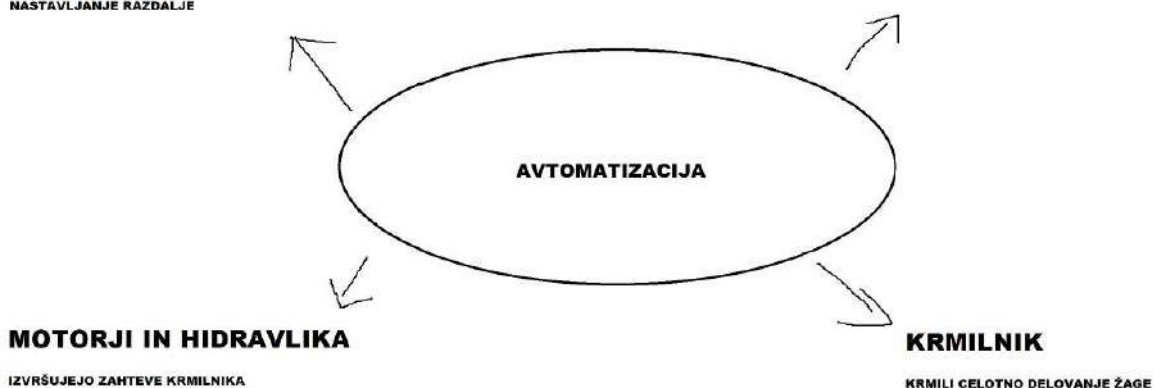
Idejo, do katere smo prišli konec lanskega šolskega leta, smo zapisali in izdelali idejni načrt, pri katerem smo si pomagali z različnimi metodami. Med njimi je bil tudi t. i. »brain storming«. Ugotovili smo, da smo s to metodo pridobili največ idej v zelo kratkem času, prav tako pa njegova izvedba ne potrebuje predhodnega znanja in priprave.

NADZORNA PLOŠČA

PRIKAZOVANJE RAZDALJE
PRELKAPLJANJE MED AVTOMATSKIM IN ROČNIM NAČINOM
VKLOP/ IZKLOP KRMILJA
NASTAVLJANJE RAZDALJE

KONČNA STIKALA

POVRATNE INFORMACIJE KRMILNIKU



Slika 1: Idejni načrt
(Osebni vir)

4 MONTAŽA KOMPONENT

Septembra 2021 smo pričeli z uresničevanjem idejnega načrta. Najprej smo izdelali vezalno shemo in izbrali potrebne komponente. Izbrati smo morali takšne, da so se prilegale v majhen prostor, ki jim je namenjen. Želeli smo ohraniti prvotni izgled naprave.

4.1 VEZALNA SHEMA

Vezalno shemo smo narisali v okolju SOLIDWORKS Electrical in FluidSIM Hydraulics. V shemah so zajete vse komponente, ki smo jih dodali, in njihova vezava. Naredili smo več izvedenk, saj smo morali določene stvari popraviti ali spremeniti. Tako električna vezalna shema kot hidravlična sta priloženi v prilogi.

4.2 STROJNE KOMPONENTE

Komponente, ki smo jih uporabili, smo izbrali na podlagi potreb za izvedbo projekta in zalog. Določene komponente smo tudi naročili.

4.2.1 Varovalke

V napravi uporabljamo avtomatske varovalke, saj so enostavne za uporabo in svoje delo učinkovito opravljajo. Za delovanje potrebujemo 3-fazni in 1-fazni tok ter različne vrste zaščite, zato smo uporabili 3 sete varovalk. 3-fazni tok je omejen na 16 A, 1-fazni pa na 6 A in 4 A. To smo dosegli z uporabo varovalk podjetja ETI:

- ETIMAT 6 3p C16
- ETIMAT 6 1p C6
- ETIMAT 6 1p C4

Izklopna karakteristika varovalk je kategorije C, saj preko njih napajamo uporabnike, ki imajo velik zagonski tok.



*Slika 2: Varovalke
(Osebni vir)*

4.2.2 Kontaktorji

V sistemu je potrebno krmiliti 4 3-fazne motorje. To je realizirano s 4 kontaktorji Schneider Electric LC1D18BD. Ti kontaktorji podpirajo napetosti do 690 V AC s frekvenco 25–400 Hz in električni tok do 18 A, kar ustreza našim zahtevam. Aktivirajo se z enosmernim tokom, katerega napetost je 24 V DC. Kontaktorji imajo tudi bimetalno obremenitveno zaščito. Karakteristike zaščite se razlikujejo glede na motor, ki ga kontaktor aktivira, in sicer:

- Kontaktor M1 – Schneider Electric
 - zaščita nastavljena na 2,5 A
- Kontaktor M2 – Schneider Electric LRD 02
 - zaščita nastavljena na 0,16 A
- Kontaktor M3 – Schneider Electric LRD 06
 - zaščita nastavljena na 1 A
- Kontaktor M4 – Schneider Electric LRD 08
 - zaščita nastavljena na 2,5 A

Zaščitni releji delujejo na principu bimetalnih varovalk, ki se ob obremenitvi segrejejo in odklopijo ter tako izključijo motor, preden pride do poškodb naprave.



*Slika 3: Kontaktorji
(Osebni vir)*

4.2.3 Motorji

Za pogon glavnih funkcij žage uporabljamo 5 3-faznih asinhronskih motorjev. Motorji se vklopijo z uporabo kontaktorjev, eden pa je krmiljen z uporabo frekvenčnega pretvornika. Motorji so prikazani tudi na spodnjih slikah.

- Motor 1 – motor žage
 - Nazivna moč: 1.3 kW
- Motor 2 – motor črpalke za hlajenje
 - Nazivna moč: 0.55 kW
- Motor 3 – motor nalaganja obdelovanca
 - Nazivna moč: 1.1 kW
- Motor 4 – motor hidravlične črpalke
 - Nazivna moč: 0.1 kW
- Motor 5 – motor, s katerim nastavljamo dolžino obdelovanca
 - Nazivna moč: 0.12 kW
 - Krmiljen s frekvenčnim pretvornikom



*Slika 4: Motor 1
(Osebni vir)*



*Slika 5: Motor 3
(Osebni vir)*



*Slika 6: Motor 4
(Osebni vir)*

4.2.4 Releji

S 4 releji, ki so v s sistemu, aktiviramo kontaktorje, ki vklopljajo motorje. Te releje krmilimo z napetostjo 24 V DC in jih lahko priklopimo neposredno na krmilnik. Uporabljene releje prav tako proizvaja Schneider Electric.

- R1 krmili kontaktor M1
- R2 krmili kontaktor M2
- R3 krmili kontaktor M3
- R4 krmili kontaktor M4
- R5 ni v uporabi



*Slika 7: Releji
(Osebni vir)*

4.2.5 Glavno stikalo

Glavno stikalo služi vklopu in izklopu celotne naprave. Ima dve stanji: izklop in vklop (0, 1). Ko vklopimo glavno stikalo, poleg njega zasveti zelena luč, ki signalizira, da je naprava vklopljena.



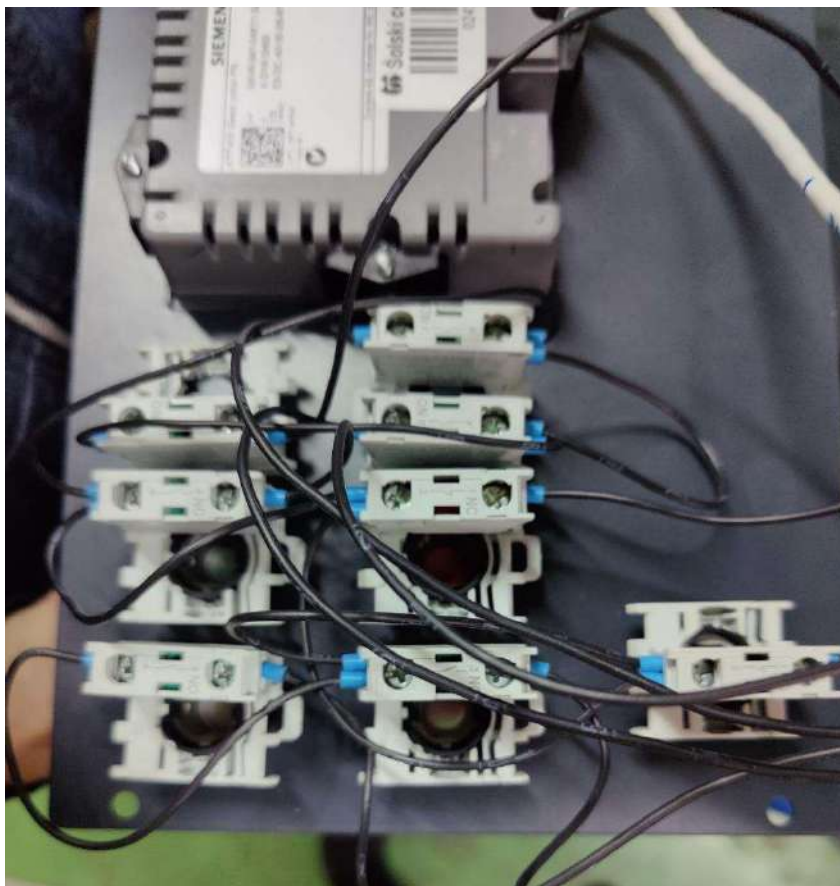
*Slika 8: Glavno stikalo
(Osebni vir)*

4.2.6 Nadzorna plošča

Žago uporabnik upravlja na nadzorni plošči, ki si jo lahko nastavi tako, da mu ustreza. Plošča je bila narejena pri pouku v strojnih delavnicah. Njene električne komponente smo priklopili sami. Na spodnji sliki je razviden razpored komponent.



*Slika 9: Nadzorna plošča
(Osebni vir)*



*Slika 10: Vezje nadzorne plošče
(Osebni vir)*

4.2.6.1 Tipke

Za upravljanje naprave smo ob zaslonu na dotik uporabili 4 tipke. Tipke so različnih barv in imajo lastno osvetlitev. S tem se jih lažje loči, barva pa uporabniku pove namen tipke.

- Tipka start je zelene barve in ob pritisku nanjo se zažene program.
- Tipka stop je rdeče barve in ob pritisku nanjo se delovanje programa ustavi.
- Tipki naprej in nazaj sta bele barve in ob pritisku nanju lahko nastavljamo velikost odreza.

4.2.6.2 Izklop v sili

V napravi je najpomembnejši del tipka za izklop v sili. Z njo lahko v primeru nezgode ali kakšne druge nepredvidene situacije v hipu ustavimo delovanje naprave. Ob pritisku nanjo tipka ostane v zaklenjenem položaju.

4.2.6.3 Izbirno stikalo

Za izbiranje načina delovanja naprave uporabljamo izbirno stikalo, s katerim lahko izberemo ročni ali avtomatski način. Izbirno stikalo ima 3 stanja (1, 0, 2). Ko je stikalo v stanju 1, je izbran ročni način in vezje preko njega pošlje signal v krmilnik, ki signal zazna in nastavi ročni način delovanja. Ko je stikalo v stanju 0, ne pošlje signala naprej. Ko je stikalo v stanju 2, je izbran avtomatski način, ki na enak način kot pri ročnem delovanju nastavi avtomatski način delovanja.

4.2.6.4 Izbirno stikalo na ključ

S tem stikalom vklopimo napajanje zaslona in vseh ostalih tipk na nadzorni plošči. Stikalo ima tri stanja (2, 0, 1). Kadar je stikalo v položaju 0, je nadzorna plošča izklopljena in s tem onemogočena uporaba naprave. V stanju 1 pa se vklopi, kar omogoči njeno uporabo. Položaj 2 ni v uporabi.

4.2.6.5 Zaslon na dotik

Na nadzorno ploščo smo vgradili tudi digitalni zaslon na dotik. Za to smo se odločili, saj z vizualizacijo delovanja uporabniku olajšamo uporabo. Potrebujemo pa ga tudi za prikazovanje nastavljenih razdalj in števila rezov. Zaslon, ki smo ga uporabili, je prav tako Siemensov. Gre za SIEMENS KTP400 Basic colour PN (6AV6 647-0AK11-3AX0).

4.2.7 Končna stikala

Končna stikala omejujejo premike izven območja delovanja, hkrati pa pri premiku v končno lego krmilnik pozna točno lego tega dela naprave. To uporabljamo za kalibriranje pri nastavljanju dolžine.



*Slika 11: Končno stikalo
(Osebni vir)*

4.2.8 Napajalnik

V napravi potrebujemo napajalnik, saj krmilnik za delovanje potrebuje napajanje 24 V DC. Izbrali smo napajalnik proizvajalca MEAN WELL model NDR-240-24. Za izbiro je moral izpolnjevati naslednje zahteve:

- Vhodna napetost 240 V AC
- Izhodna napetost 24 V DC
- Montaža na DIN-letev
- Kompakten, saj smo omejeni s prostorom

- Zanesljiv

Napajalnik je tudi s strani proizvajalca namenjen krmilni tehniki in avtomatizaciji.



*Slika 12: Napajalnik
(Osebni vir)*

4.2.9 Krmilnik

Za upravljanje celotnega sistema smo uporabili Siemensov krmilnik, in sicer serije SIEMENS SIMATIK S7-1200. Za to serijo smo se odločili, saj so krmilniki kompaktni in dovolj zmogljivi za naše potrebe. Izbrali smo procesor 1212C DC/DC/DC (6ES7 212-1AE40-0XB0). Krmilnik ima vgrajenih 8 digitalnih in 2 analogna vhoda ter 6 digitalnih izhodov. To ni bilo dovolj, zato smo krmilniku dodali razširitveni modul SM 1223 DC/DC (6ES7 223-1BL32-0XB0). S tem smo mu dodali še dodatnih 16 digitalnih vhodov in 16 digitalnih izhodov.



*Slika 13: Krmilnik
(Osebni vir)*

4.2.10 Frekvenčni pretvornik

Ugotovili smo, da je motor za nastavljanje dolžine prehiter, zato smo potrebovali frekvenčni pretvornik. Izbrali smo Mitsubishi electric FR-E820S. S tem lahko hitrost motorja prilagodimo na najbolj ustrezno, hkrati pa lahko motor preprosto krmilimo s krmilnikom.



*Slika 14: Frekvenčni pretvornik
(Osebni vir)*

4.2.11 Enkoder

Za nastavljanje dolžine smo uporabili inkrementalni kodirnik, s katerim lahko natančno določimo pomik osi, ki premika končno stikalo in tako nastavlja dolžino odreza. Enkoder ima natančnost $\pm 0,5^\circ$.



*Slika 15: Enkoder
(Osebni vir)*

4.2.12 Hidravlični ventili

Delovni in povratni gib ter prijem obdelovanca so izvedeni s hidravličnimi cilindri. Za upravljanje le teh so potrebni ventili. Uporabili smo 2 ventila, in sicer monostabilni 4/3 električno aktivirani ventil ter monostabilni 3/2 električno aktivirani ventil.



*Slika 16: Hidravlični ventili
(Osebni vir)*

4.2.13 Svetlobna signalizacija

V projekt smo vključili tudi svetlobno signalizacijo zaradi lažjega razumevanja dogajanja. Tipke na nadzorni plošči imajo vgrajene žarnice, ki se vklopijo, ko naprava deluje.

5 PROGRAMIRANJE KRMILNIKA

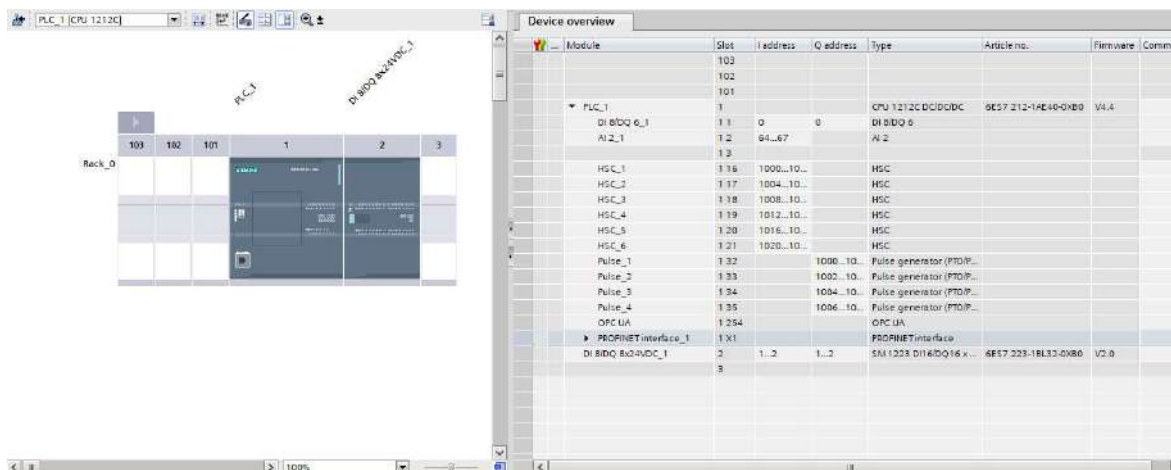
Krmilnik smo programirali v TIA-Portalu v16. Kratica v angleškem jeziku pomeni Totally Integrated Automation Portal. To v slovenskem prevodu pomeni popolno integrirani portal avtomatizacije. Omogoča nam vizualno predstavo naprav v sistemu. Portal lahko uporabimo tudi za testiranje vseh aspektov, preden sploh izdelamo sistem. S tem programom je mogoče spremljati parametre in delovanje programa v realnem času, kar nam olajša lociranje in odpravljanje napak. Nadzirati in programirati je mogoče več naprav v enem projektu.

Za to programsko okolje smo se odločili, saj je najbolj kompatibilno z izbranim krmilnikom, hkrati pa smo se ga učili uporabljati pri pouku, zato nam njegova uporaba ne predstavlja težav. Eden izmed glavnih odločilnih faktorjev je bila tudi kompatibilnost z napravami drugih proizvajalcev.

5.1 NASTAVITVE KRMILNIKA

Krmilniku lahko nastavimo določene parametre, kot so naslovi vhodov in izhodov. Naslove smo nastavili sledeče:

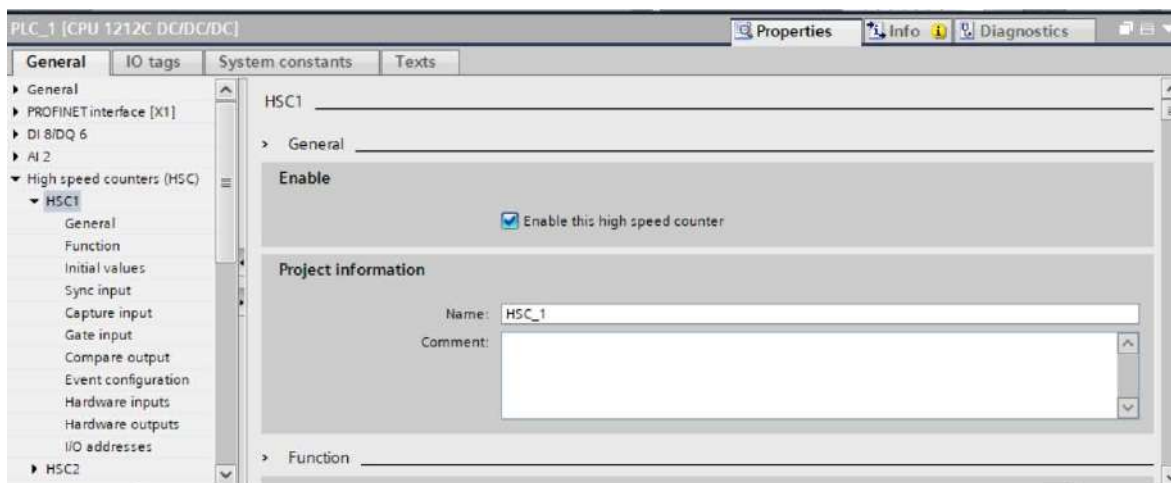
- Vhodi
 - 0. 0–0. 7
 - 1. 0–1. 7
 - 2. 0–2. 7
- Izhodi
 - 0. 0–0. 5
 - 1. 0–1. 7
 - 2. 0–2. 7



Slika 17: Nastavitve krmilnika
(Osebni vir)

5.1.1 HSC

V programu krmilnika smo uporabili tudi HSC ali High speed counter, po slovensko hitri števec, ki lahko razbere različne signale z majhnimi intervali. HSC smo uporabili za branje informacij, ki jih pošilja enkoder. HSC je potrebno pravilno vklopiti in mu urediti nastavitve. Vključimo ga v splošnih nastavitvah krmilnika, kot je prikazano na spodnji sliki.



Slika 18: HSC
(Osebni vir)

Ko je HSC vklopljen, mu določimo parametre in fizične vhode. V našem primeru smo mu način štetja nastavili na A/B štetje, da lahko z njim štejemo v obe smeri.

5.2 PROFINET

PROFINET ali Process Field Net je industrijski tehnološki standard za pošiljanje podatkov po industrijskem Ethernetu. Zasnovan je tako, da se podatki lahko pošiljajo v hitrih časovnih omejitvah. Uporablja se za komuniciranje med krmilnikom (IO-krmilniki) in napravami (IO-naprave). Prav tako se uporablja za diagnosticiranje in nastavljanje parametrov. PROFINET je tudi naslednik predhodnega PROFIBUS-a, ki je še v uporabi, ampak se zaradi njegove počasnejše hitrosti zamenjuje s PROFINET-om.

PROFINET sistem je sestavljen iz naprav treh tipov:

- IO-krmilnik – krmili nalogo avtomatizacije (v našem primeru je to krmilnik S7-1212).
- IO-naprava – nadzira jo krmilnik, lahko je sestavljena iz različnih modulov in podmodulov (senzorji in aktuatorji).
- IO-nadzornik – je računalniški program za nastavljanje parametrov in diagnosticiranje posameznih IO-naprav (v našem primeru je to TIA-portal v16).



*Slika 19: Profinet logo
(Vir: www.profinet.com)*

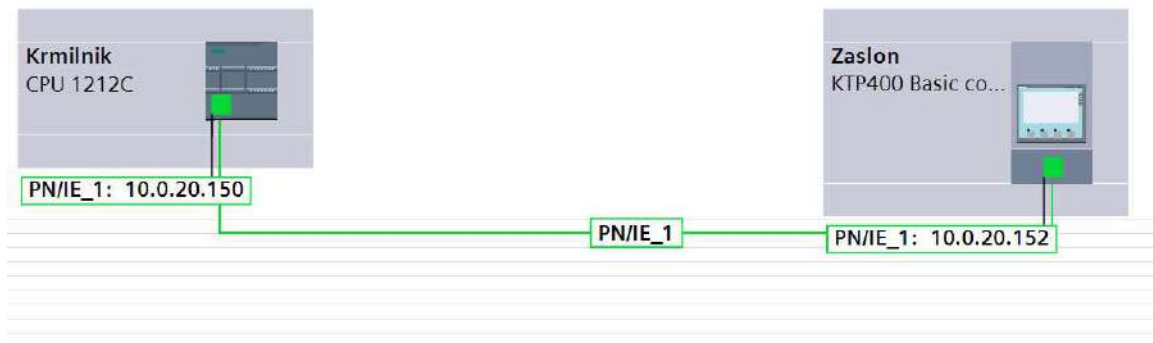
5.2.1 Komunikacija med komponentami

Komponente pošiljajo signale neposredno v krmilnik preko vhodnih enot, krmilnik pa komponentam nižje stopnje pošilja signale direktno iz izhodnih enot. Z zaslonom pa komunicira s PROFINET protokolom po UTP-kablu.

Zaslon in krmilnik sta povezana na isto omrežje. Ime omrežja je PN/IE_1, njegova omrežna maska je 255. 255. 255. 0.

Z omrežno masko določimo naslov omrežja, v našem primeru je to 10. 0. 20. XX. XX pa predstavlja naslov komponent na tem omrežju, ki je teoretično lahko 0–255. V našem primeru sta ta naslova 150 in 152. Tako dobimo celotne IP-naslove naprav:

- Krmilnik 10. 0. 20. 150
- Zaslon..... 10. 0. 20. 152



Slika 20: Komunikacija komponent
(Osebni vir)

5.3 SIMBOLNA TABELA

V simbolni tabeli programa lahko vhomom in izhodom določimo imena, njihovo oznako, hkrati pa tudi tip podatkov, ki jih shranjujejo. Tako si delo olajšamo, kajti s tem ni potrebno

pisati dobesednih naslovov, kot npr. I0.1, ampak lahko to nadomestimo z nam prijaznejšimi in lažje prepoznavnimi imeni, na primer »T2«. To je pomembno nastaviti pravilno in natančno, saj nam drugače program ne bo deloval pravilno.

*Tabela 1: Simbolna tabela – digitalni vhodi
(Osebni vir)*

Ime	Lokacija	Tip podatka	Logični naslov	komentar
START	VHODI	Bool	%I0.0	T1
STOP	VHODI	Bool	%I0.1	T2
E-STOP	VHODI	Bool	%I0.2	T3 (OBRATNA LOGIKA)
ROCNI NACIN	VHODI	Bool	%I0.3	0S1
AVTOMATSKI NACIN	VHODI	Bool	%I0.4	0S1
ENKODER - A	VHODI	Bool	%I0.5	A-PULZ
ENKODER - B	VHODI	Bool	%I0.6	B-PULZ
ENKODER - Z	VHODI	Bool	%I0.7	Z-PULZ
ZAGAV SPODNJEM POLOZAJU	VHODI	Bool	%I1.0	4S2
PRIMEZV KONCEM POLOZAJU	VHODI	Bool	%I1.1	4S3
DOLZINA ODREZA DESNO - TIPKA	VHODI	Bool	%I1.2	5T1
DOLZINA ODREZA LEVO - TIPKA	VHODI	Bool	%I1.3	5T2
MINIMALNA DOLZINA	VHODI	Bool	%I1.4	5S1

ODREZA - SENZOR				
POKROV LISTA	VHODI	Bool	%I1.5	1S1
IZDELEK NALOZEN - SENZOR	VHODI	Bool	%I1.6	3S1
ZAGAV ZGORNJEM POLOZAJU	VHODI	Bool	%I1.7	4S1

*Tabela 2: Simbolna tabela – digitalni izhodi
(Osební vir)*

Ime	Lokacija	Tip podatka	Logični naslov	Komentar
MOTOR LISTA	IZHODI	Bool	%Q0.0	M1
MOTOR EMULZIJA	IZHODI	Bool	%Q0.1	M2
MOTOR NALAGANJE	IZHODI	Bool	%Q0.2	M3
MOTOR HIDRAVLIKA	IZHODI	Bool	%Q0.3	M4
ZAGA GOR 1.DEL	IZHODI	Bool	%Q0.4	M4.1
ZAGA GOR 2.DEL; SPUST OBDELOVANCA	IZHODI	Bool	%Q0.5	M4.2
ZAGA DOL; PRIJEM OBDELOVANCA	IZHODI	Bool	%Q1.0	M4.3

RDECA LUCKA PRI GLAVNEM STIKALU	IZHODI	Bool	%Q1.1	R LUC
VECJA DOLZINA ODREZA	IZHODI	Bool	%Q1.2	M5.1
MANJSA DOLZINA ODREZA	IZHODI	Bool	%Q1.3	M5.2

*Tabela 3: Simbolna tabela – markerji
(Osební vir)*

Ime	Lokacija	Tip podatka	Logični naslov	Komentar
Vrednost enkoderja	DOLZINA M2-M5	Real	%ID1000	
SET/RESET 1	SET/RESET M0- M1	Bool	%M0.0	
SET/RESET 2	SET/RESET M0- M1	Bool	%M0.1	
SET/RESET 3	SET/RESET M0- M1	Bool	%M0.2	
SET/RESET 4	SET/RESET M0- M1	Bool	%M0.3	
SET/RESET 5	SET/RESET M0- M1	Bool	%M0.4	
SET/RESET 6	SET/RESET M0- M1	Bool	%M0.5	
SET/RESET 7	SET/RESET M0- M1	Bool	%M0.6	

SET/RESET 8	SET/RESET M0-M1	Bool	%M0.7	
SET/RESET 9	SET/RESET M0-M1	Bool	%M1.0	
SET/RESET 10	SET/RESET M0-M1	Bool	%M1.1	
SET/RESET 11	SET/RESET M0-M1	Bool	%M1.2	
SET/RESET 12	SET/RESET M0-M1	Bool	%M1.3	
SET/RESET 13	SET/RESET M0-M1	Bool	%M1.4	
SET/RESET 14	SET/RESET M0-M1	Bool	%M1.5	
SET/RESET 15	SET/RESET M0-M1	Bool	%M1.6	
SET/RESET 16	SET/RESET M0-M1	Bool	%M1.7	
SET	STETJE M10-M12	Bool	%M14.0	
SET - dolžina	DOLZINA M2-M5	Bool	%M30.0	
MOTOR LISTA R	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M6.0	
MOTOR LISTA A	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M6.1	
MOTOR EMULZIJA R	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M6.2	
MOTOR EMULZIJA A	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M6.3	
MOTOR NALAGANJER	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M6.4	

MOTOR NALAGANJE A	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M6.5	
MOTOR HIDRAVLIKAR	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M6.6	
MOTOR HIDRAVLIKA A	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M6.7	
ZAGA GOR 1.DEL R	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M7.0	
ZAGA GOR 1.DEL A	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M7.1	
ZAGA GOR 2.DEL; SPUST OBDELOVANCA R	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M7.2	
ZAGA GOR 2.DEL; SPUST OBDELOVANCA A	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M7.3	
ZAGA DOL; PRIJEM OBDELOVANCA R	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M7.4	
ZAGA DOL; PRIJEM OBDELOVANCA A	MARKER IZHODI M6-M7	Bool	%M7.5	
E-STOP VKLOP HIDRAVLIKER	E-STOP M9	Bool	%M9.0	
E-STOP DVIG ZAGER	E-STOP M9	Bool	%M9.1	

E-STOP VKLOP HIDRAVLIKE A	E-STOP M9	Bool	%M9.2	
E-STOP DVIG ZAGE A	E-STOP M9	Bool	%M9.3	
E-STOP MARKER	E-STOP M9	Bool	%M9.4	
nastavljeno število - dolžina	DOLZINA M2-M5	Real	%MD32	
marker stetje	DOLZINA M2-M5	Real	%MD20	
dejansko število - dolžina	DOLZINA M2-M5	Real	%MD36	
trenutno st	STETJE M10- M12	Real	%MW10	
nastavljeno st	STETJE M10- M12	Real	%MW12	
trenutna vrednost	DOLZINA M2-M5	Real	%MD40	
M POMIK VEN	DOLZINA M2-M5	Bool	%M30.1	
M POMIK NOTRI	DOLZINA M2-M5	Bool	%M30.2	

5.3.3 Tipi podatkov

Za posamezni simbol v simbolni tabeli lahko izbiramo med različnimi tipi podatkov, ki se razlikujejo v tem, koliko pomnilniškega prostora krmilnik nameni posamezni spremenljivki, v programu pa smo uporabili naslednje:

Tabela 4: Tipi podatkov
(povzeto po: <http://www.plcdev.com/>)

Tip podatka	Velikost v bitih	Možnosti formata	Obsega podatkov
BOOL	1	Binarno	1/0
WORD	16	Binarno	0–1111 1111 1111 1111
		Decimalno	0–65535
DWORD	32	Binarno	0–1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
		Decimalno	0–4294967295
INT	16	Decimalno	–32768–32767
REAL	32	Število s plavajočo vejico	Zgornja meja: $\pm 3,402823 \times 10^{38}$ Spodnja meja: $\pm 1,145495 \times 10^{-38}$

5.4 PROGRAMSKI JEZIK

Program TIA portal v16 omogoča programiranje krmilnika v 3 programskih jeziki. Tako uporabniku zagotovi kar se da najboljšo izkušnjo, saj lahko vsak uporablja tistega, ki mu je ljubši.

- FBD

- LAD
- SCL

5.4.1 FBD

FBD ali function block diagram, po slovensko funkcijski bločni diagram, je programski jezik, ki uporablja kombinacijo funkcijskih blokov za sestavo programa. Funkcijski bloki imajo vsak svojo funkcijo, ki so označene z napisom na bloku. V programu smo poleg kompleksnejših funkcijskih blokov uporabili tudi osnovne, kot so:

- IN

Ta funkcija izvaja logično operacijo konjunkcije po principu Boolove algebre. To pomeni, da morajo biti vsi vhodi logično pravilni, da operacija na izhodu da logično pravilni izhod.

*Tabela 5: Pravilnostna tabela IN-funkcije
(Osebni vir)*

Vhod A	Vhod B	Izhod
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- **ALI**

Ta funkcija izvaja logično operacijo disjunkcije po principu Boolove algebre. To pomeni, da mora biti vsaj eden od vhodov logično pravilen, da operacija na izhodu da logično pravilni izhod.

*Tabela 6: Pravilnostna tabela ALI-funkcije
(Osebni vir)*

Vhod A	Vhod B	Izhod
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- **NEGIRANJE**

Ta funkcija izvaja logično operacijo negacije po principu Boolove algebre. To pomeni, da funkcijski blok na izhodu da logično pravilni izhod, v kolikor je vhod logično napačen.

*Tabela 7: Pravilnostna tabela negacije
(Osebni vir)*

Vhod A	Vhod B	Izhod
0	0	0
0	1	1

- **IZHOD**

Ta funkcija dodeli željeni spremenljivki logično stanje, ki je na vhodu.

- **ČASOVNE FUNKCIJE**

V tem programskem jeziku to dosežemo s funkcijskima blokoma S_PEXT, ki pulz podaljšata ali skrajšata, in S_ODTS, ki zakasni vklop.

- SET / RESET

Lahko rečemo, da je ta funkcija kot stikalo, ki se vklopi, ko signal pride na »SET« in izklopi, ko signal pride na »RESET«. V kolikor sta signal sočasna, ima izklop prednost.

5.4.2 LAD

LAD ali ladder diagram, po slovensko lestvični diagram, je programski jezik, ki uporablja različne znake, ki so povezani v zaporedje in skupaj tvorijo program. Programski jezik pišemo od leve proti desni, saj leva stran vedno predstavlja napajanje, desna pa izhode.

5.4.3 SCL

SCL ali structured control language je programski jezik, ki ga lahko programiramo v obliki besedila. V TIA-portalu lahko SCL uporabljamo v drugih programskih jezikih, tako da omrežje nastavimo kot omrežje s SCL. Tako lahko skupaj povežemo dva jezika.

6 PROGRAM

Program tračne žage smo napisali v programu TIA-portal. To smo naredili v zavihku Program blocks. Program žage zaženemo s startno tipko, ustavimo pa ga s tipko stop. V primeru napake ali nevarnosti lahko program ustavimo s tipko stop v sili.

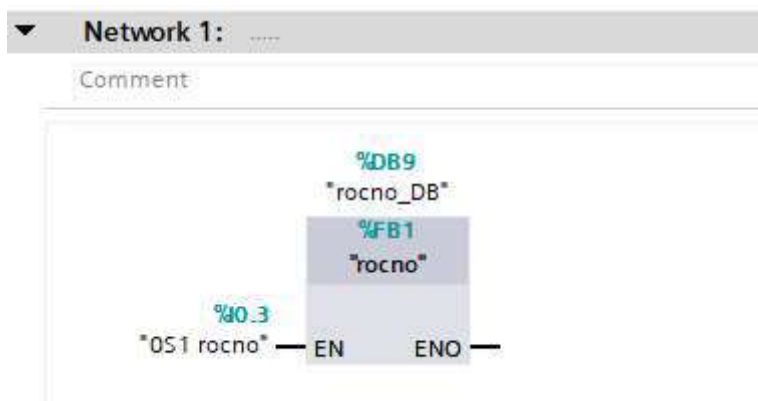
Program žage je sestavljen iz korakov in vsak korak se konča, ko so izpolnjeni pogoji, da lahko nadaljuje na naslednji korak. Ko se konča zadnji korak, se program vrne nazaj na 1. korak.

Program je deljen na 3 glavne dele in na program zaslona. Glavni deli se delijo na:

- Ročni način
- Avtomatski način
- Nastavljanje dolžine

6.1 ROČNI NAČIN

Ročni način programa se zažene, ko na izbirnem stikalu vklopimo ročni način. To je prikazano na spodnji sliki.

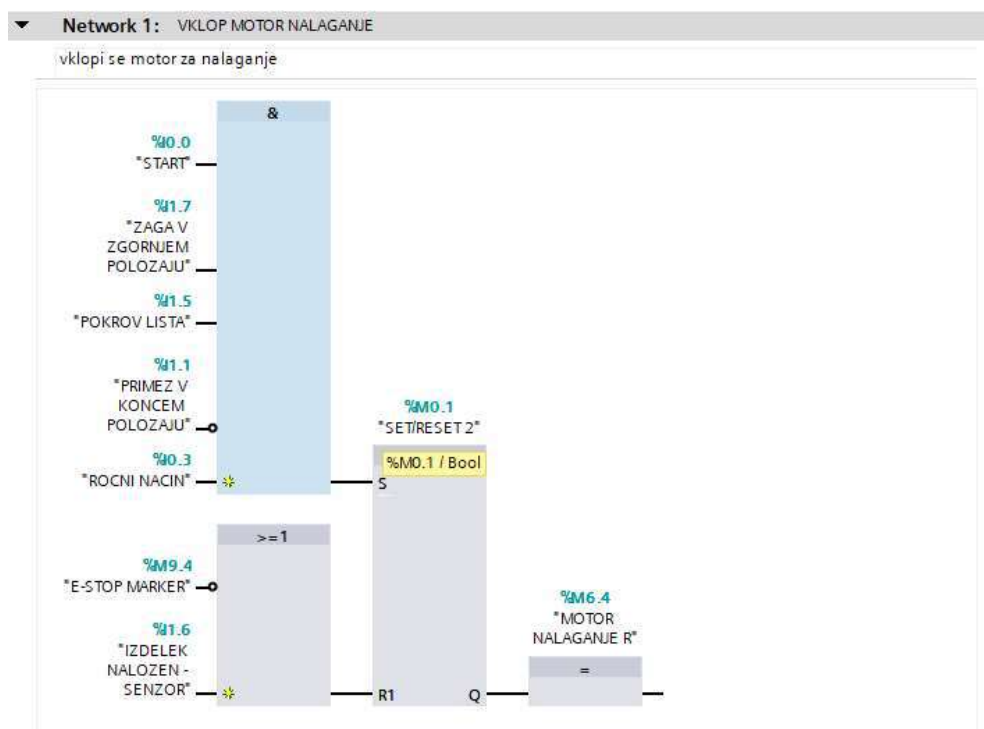


Slika 21: Vklop ročnega načina
(Osebni vir)

Ročni del programa je razdeljen na 5 omrežij, vsako omrežje opravi svoj korak programa.

6.1.1 Omrežje 1

Njegov namen je nalaganje obdelovanca, tako da vklopi M3. Ta korak se izvede, ko je žaga v osnovnem položaju, ko je vklopljen ročni način in pritisnemo tipko start. Motor se izklopi, ko pritisnemo izklop v sili ali se vklopi končno stikalo 3S1, ki krmilniku pove, da je obdelovanec naložen. Glavni del omrežja je funkcijski blok Set/reset.

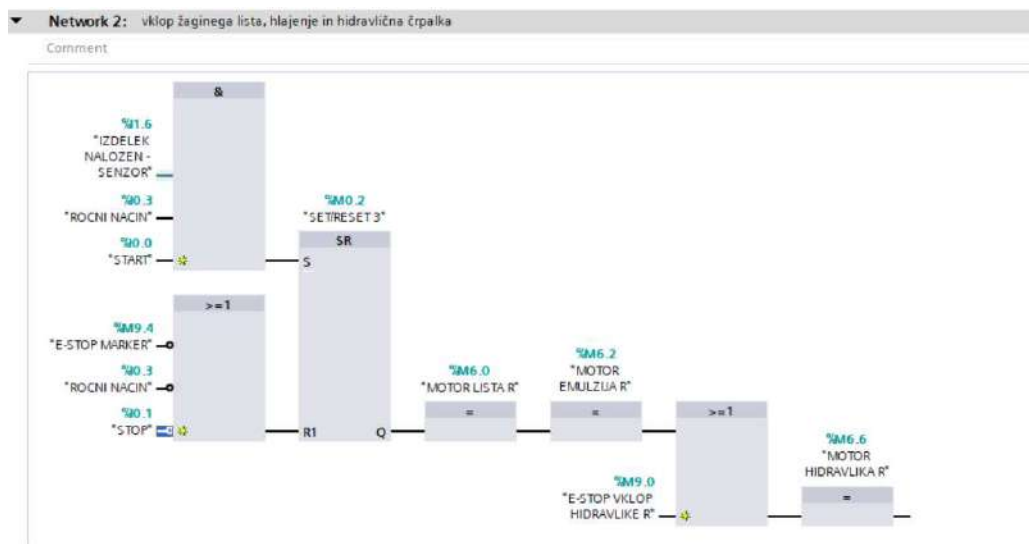


Slika 22: Ročni način omrežje 1
(Osebni vir)

6.1.2 Omrežje 2

Omrežje 2 opravlja nalogo vklopjanja motorjev M1, M2 in M4. To je 2. korak programa. Izvede se, ko se vklopi funkcijski blok Set/reset. Ta se vklopi, ko je vklopljeno končno

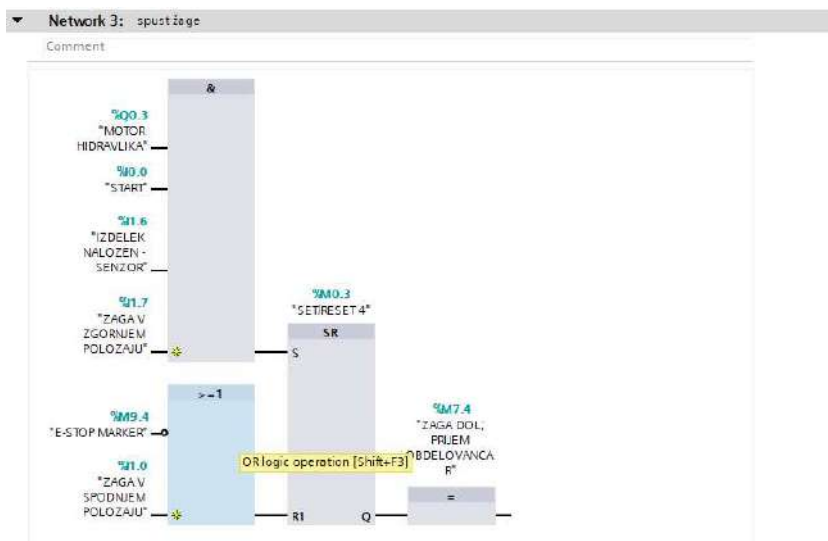
stikalo 3S1, hkrati pa mora biti še vedno nastavljen ročni način in ponovno moramo pritisniti tipko START. Motor M4, ki poganja hidravlično tekočino, se vklopi tudi, če se vklopi marker Tag_6. Funkcijski blok Set/reset Tag_2 se izklopi, ko pritisnemo tipko izklop v sili ali pa se izklopi ročni način.



Slika 23: Ročni način omrežje 2
(Osebn vir)

6.1.3 Omrežje 3

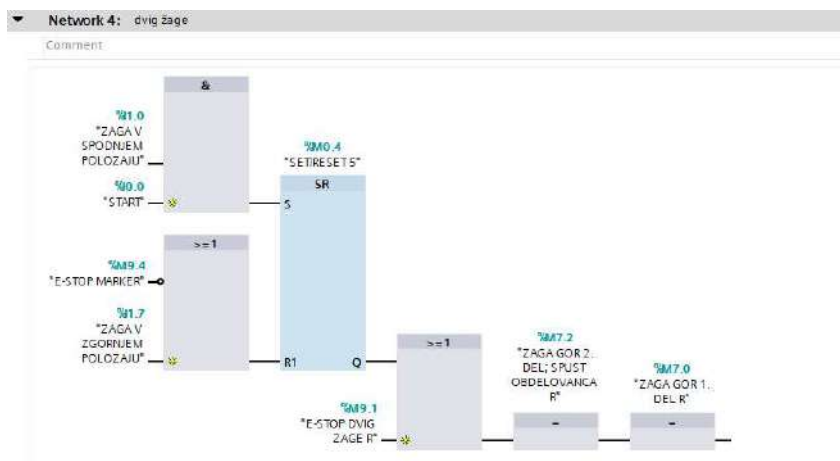
V omrežju 3 se ob vseh izpolnjenih pogojih za vklop, preklopi monostabilni ventil (M4.3), ki povzroči pričetek delovnega giba (spust žage) in prijem obdelovanca. Pogoji za delovanje omrežja so vklop hidravlične črpalke (M4), žaga mora biti v izhodiščnem položaju, kar ji pove končno stikalo 4S1, obdelovanec mora biti naložen tako da vklopi stikalo 3S1 in pritisniti moramo tipko start (T1). Izklop ventila se zgodi v primeru pritiska na izklop v sili (T3) ali žaga preide v končni položaj 4S2 (žaga je spuščena).



Slika 24: Ročni način omrežje 3
(Osebni vir)

6.1.4 Omrežje 4

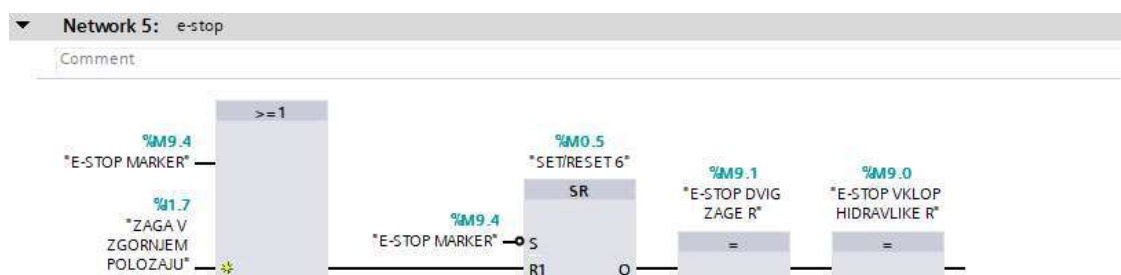
Omrežje 4 skrbi za dvig žage po opravljenem rezu. Za dvig je potrebno aktivirati ventil M4.2, ki povzroči spust obdelovanca iz primeža, in ventil M4.1, ki skupaj z aktivacijo prejšnjega ventila prične dvigati žago. Ko je doseženo končno stikalo 4S1, se oba ventila izklopita.



Slika 25: Ročni način omrežje 4
(Osebni vir)

6.1.5 Omrežje 5

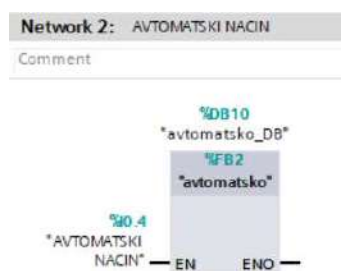
Opravlja vklopavanje markerjev, ki so uporabljeni v ostalih omrežjih. Markerja sta pomembna, saj delujeta kot varnost pri pritisku na gumb izklop v sili. Ko pritisnemo na gumb v sili, se s pomočjo 5. omrežja žaga dvigne nazaj v osnovno stanje. Markerja sta vklopljena, če ni vklopljena tipka izklop v sili. Izklopijo se, ko pritisnemo tipko izklop v sili ali se vklopi končno stikalo 4S1.



Slika 26: Ročni način omrežje 5
(Osebni vir)

6.2 AVTOMATSKI NAČIN

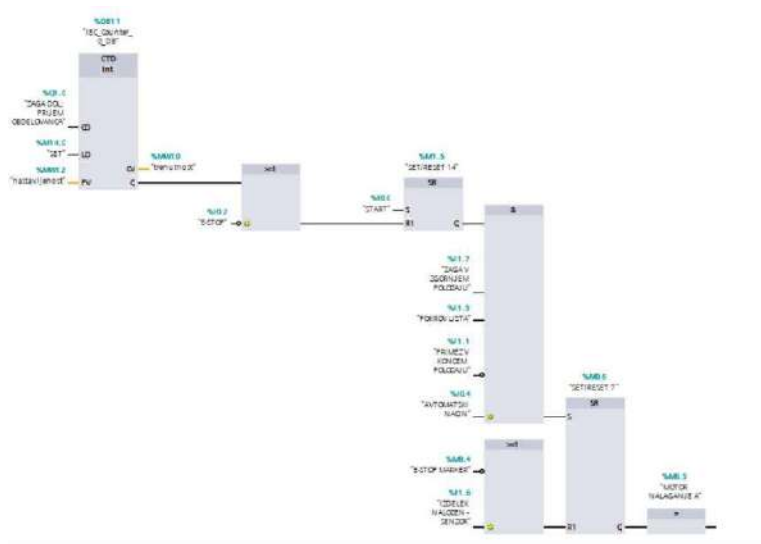
Avtomatski način programa se zažene, ko na izbirnem stikalu vklopimo avtomatski način. To je prikazano na spodnji sliki.



Slika 27: Vklop avtomatskega načina
(Osebni vir)

Program za avtomatski način krmiljenja je sestavljen iz 5 omrežij in se nahaja v funkcijskem bloku Avtomatski način.

V prvem omrežju funkcijskega bloka, se od ročnega načina razlikuje le v števcu. Ta nam omogoči, da žaga kontinuirano deluje da izvede željeno število odrezov.



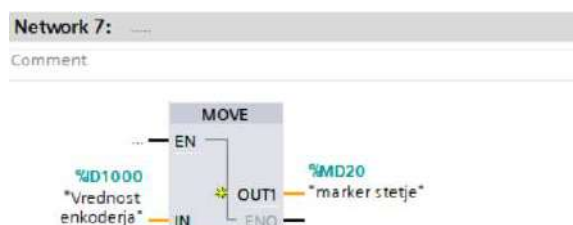
Slika 28: Števec v avtomatskem načinu
(Osebni vir)

6.3 PROGRAMIRANJE NASTAVLJANJA DOLŽINE

Program za nastavljanje dolžine je pisan v organizacijskem bloku in je razčlenjen na 4 omrežja. Napisan je v programskem jeziku FBD. Glavni del pri programu za nastavljanje dolžine je HSC ali hitri števec, ki bere podatke, ki jih pošilja enkoder in nato te podatke pretvori v takšno obliko, da jih lahko uporabljamo v programiranju nastavljanja dolžine.

6.3.1 Omrežje 1

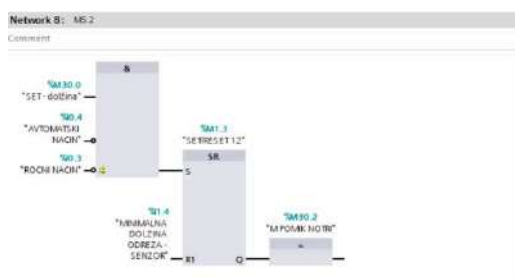
V 1. omrežju je funkcijski blok MOVE, ki kopira vrednost, nastavljeno na IN, v marker, ki je povezan na OUT. V našem programu kopira vrednost, ki jo razbere hitri števec, na marker štetje. Omrežje je predstavljeno na spodnji sliki.



Slika 29: Programiranje nastavljanja dolžine – omrežje 1
(Osebni vir)

6.3.2 Omrežje 2

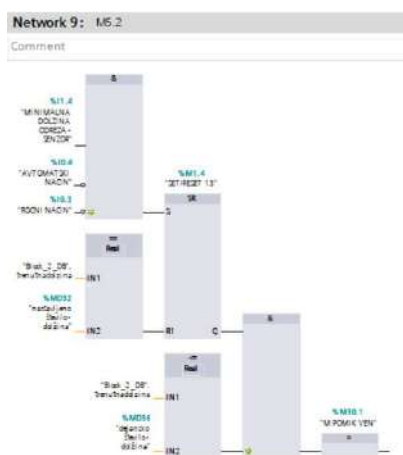
V 2. omrežju je funkcijski blok Set/reset, ki vklopi in izklopi motor M5.1. Blok Set/reset se vklopi, ko pritisnemo tipko SET na zaslonu in je izbirno stikalo v osnovnem stanju. To dosežemo tako, da v linijo zaporedno za tipko SET vežemo negirana stikala za ročno in avtomatsko krmiljenje.



Slika 30: Programiranje nastavljanja dolžine – omrežje 2
(Osebni vir)

6.3.3 Omrežje 3

3. omrežje omogoča pomik zaustavljajca obdelovanca na željeno razdaljo. To dosežemo tako, da zaporedno vežemo funkcijski blok Set/reset in primerjalnik vrednosti. Blok Set/reset se vklopi, ko je vklopljeno končno stikalo 5S1 in sta negirani izbirni stikali 0S1 avtomatsko in 0S1 ročno. Izklopi pa se, ko je trenutna dolžina enaka nastavljeni oz. željeni. Primerjalnik vrednosti primerja trenutno in nastavljeni dolžino in je vklopljen, ko je trenutna dolžina manjša ali enaka nastavljeni. Ko so vsi pogoji izpolnjeni, je vklopljen motor M5.2.



Slika 31: Programiranje nastavljanja dolžine – omrežje 3
(Osebni vir)

6.3.4 Omrežje 4

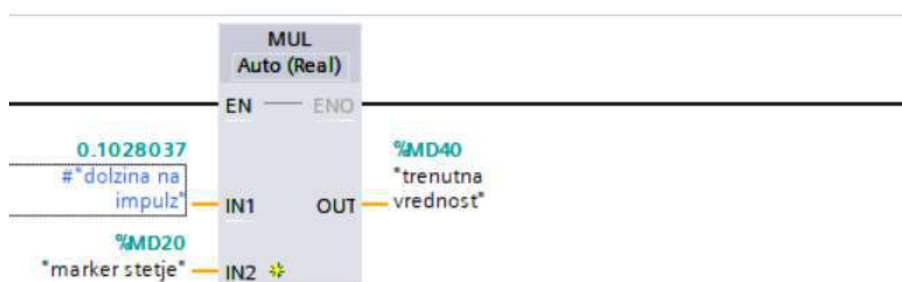
V 4. omrežju se nahaja funkcijski blok računanje, ki je opisan v naslednjem odstavku.



Slika 32: Programiranje nastavljanja dolžine – omrežje 4
(Osebni vir)

6.3.5 Računanje trenutne dolžine

Program za računanje dolžine je napisan v funkcijskem bloku Računanje dolžine, ki ima tudi podatkovni blok, s katerim lahko shranjuje podatke. Program, ki je napisan v programskem jeziku LAD, je prikazan na spodnji sliki. Z njim računamo trenutno lokacijo, tako da množimo marker štetje s konstanto dolžina na impulz. Konstanta vsebuje stopnjo pretvorbe iz 1 pulza enkoderja v milimetre.



Slika 33: Računanje trenutne dolžine
(Osebni vir)

V funkcijskem bloku računanje dolžine je tudi simbolna tabela, ki je shranjena v podatkovnem bloku. V simbolni tabeli sta 2 znaka. Oba shranjujeta podatke v obliki Real.

Simbolna tabela je prikazana na spodnji sliki.

Name	Data type	Default value	Retain
Input			
-<Add new>			
Output			
trenutnadolzina	Real	0.0	Non-ret...
InOut			
-<Add new>			
Static			
-<Add new>			
Temp			
rezultat	Real		
Constant			
dolžina na impulz	Real	0.1028037	
test	Real	2.0	

Slika 34: Simbolna tabela za računanje dolžine
(Osebni vir)

6.3.6 Nastavljanje in krmiljenje frekvenčnega pretvornika

Na frekvenčnem pretvorniku je potrebno za pravilno delovanje nastaviti določene parametre. To lahko storimo na sami napravi ali pa se nanjo povežemo z računalnikom in z njim nastavimo parametre.

Parametre smo nastavili s programom FR configurator 2, tako da smo z USB-kablom povezali frekvenčnik in prenosnik. Ko je program prepoznal pretvornik, se je odprla tabela s parametri, ki jih lahko nastavimo. Za delovanje je bilo potrebno nastaviti samo 7 parametrov.

*Tabela 8: Nastavitve frekvenčnega pretvornika
(Osebni vir)*

Parameter	Ime	Vrednost
1	Največja frekvenca	50
2	Najmanjša frekvenca	0
3	Osnovna frekvenca	10
7	Čas pospeševanja	0,5
8	Čas pojemanja	0,5
9	Največji el. tok	0,87
79	Način komunikacije	3

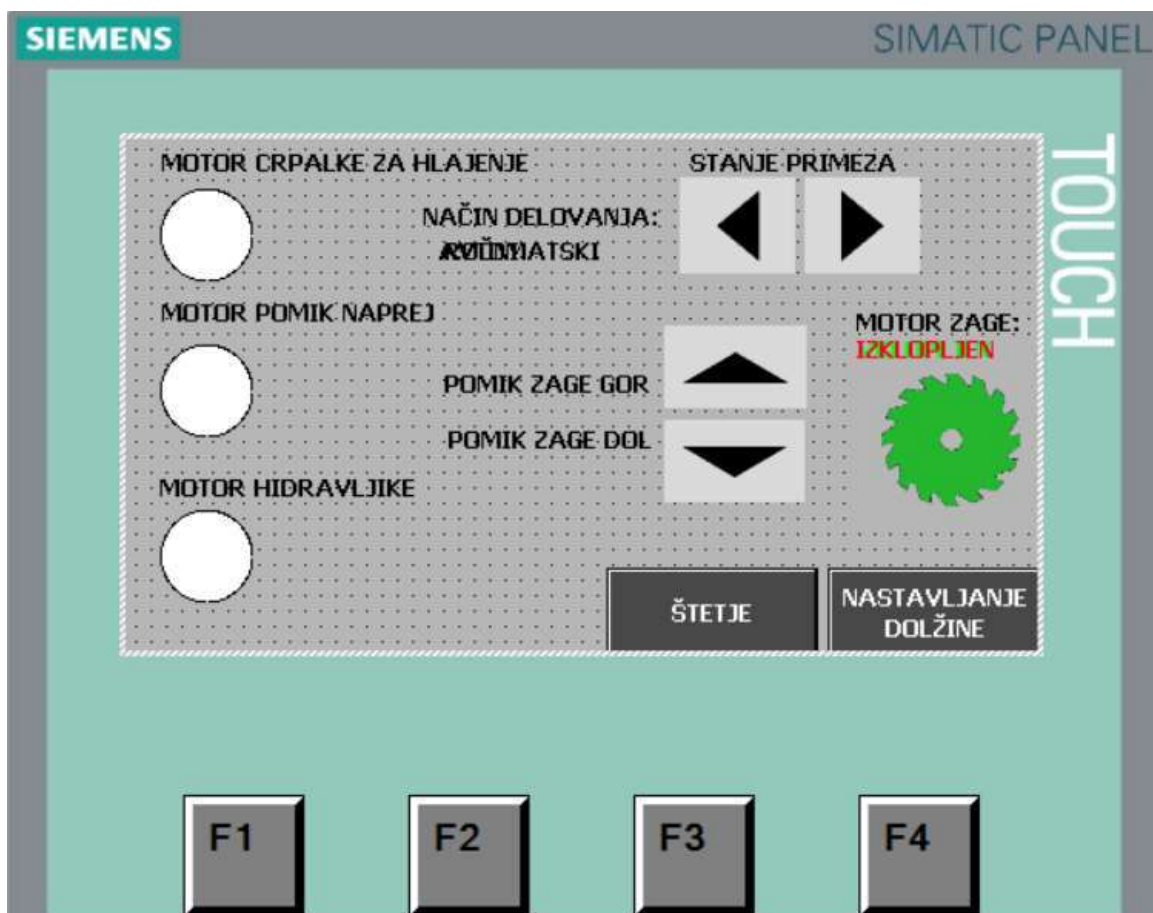
Frekvenčnik krmilimo z dvema signaloma, ki ju pošiljamo na vhoda DI0 in DI1.

6.4 Program zaslona

Program zaslona je bil tako kot glavni program napisan v programu TIA-portal. Program zaslona se deli na 4 dele:

6.3.1 Vizualizacija

Na zaslonu za vizualizacijo se prikazuje delovanje žage in njeno trenutno stanje. Prikazuje delovanje motorja črpalke za hlajenje, motorja za pomik naprej in motorja hidravlike. Prikazuje tudi stanje primeža, ali se list žage pomika dol ali gor, in način delovanja.

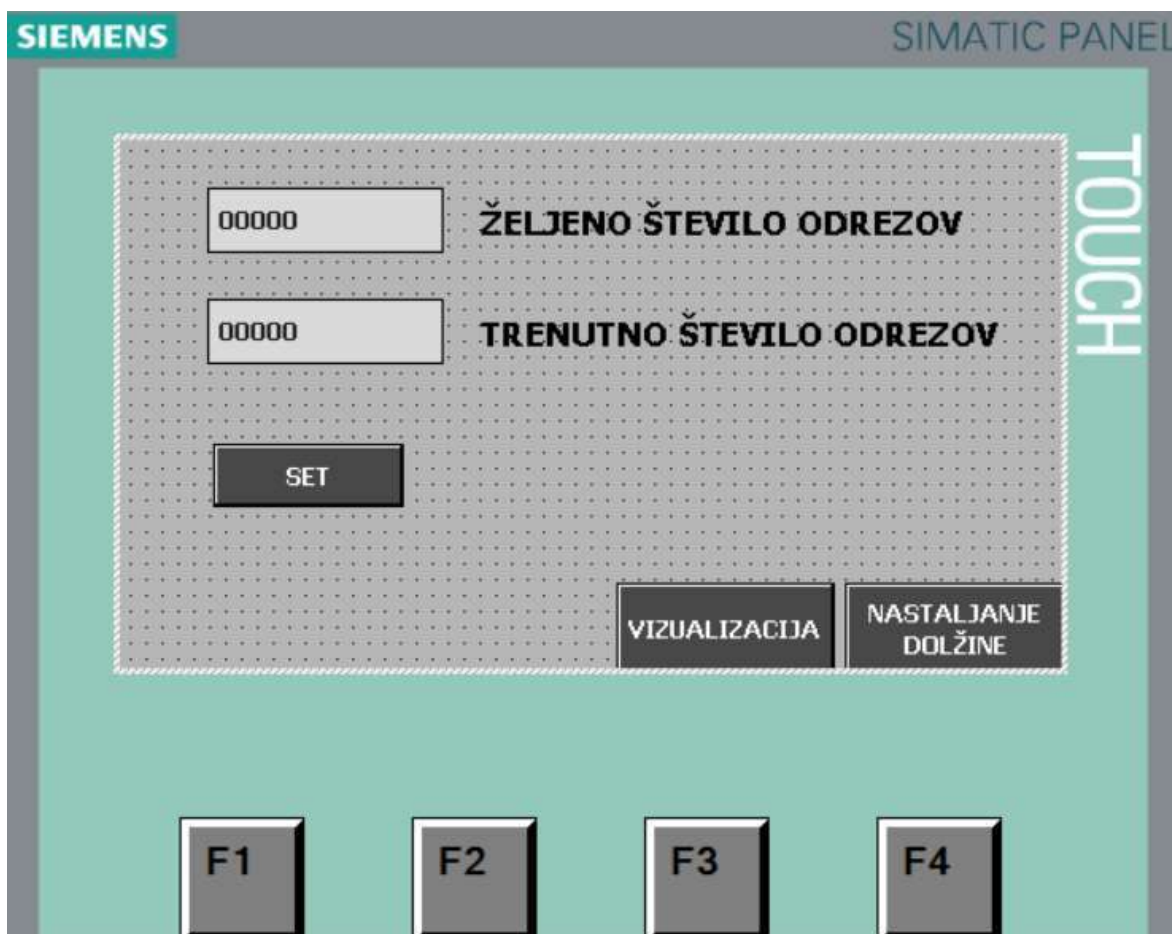


Slika 35: Vizualizacija

(Osebni vir)

6.3.2 Nastavitev števila obdelovancev

Na zaslonu za nastavitev števila obdelovancev lahko nastavimo število obdelovancev, ki jih potrebujemo. Količino izdelkov vnesemo v prvi števec. Ta podatek se nato uporablja pri avtomatskem načinu delovanja. Drugi števec pa prikazuje trenutno število rezov. Na zaslonu je tudi gumb SET, ki potrdi vneseno število željenih rezov.



Slika 36: Štetje rezov
(Osebni vir)

6.3.3 Nastavitev dolžine reza

Na zaslonu za nastavitev dolžine reza nastavljamo željeno dolžino reza. Željeno razdaljo vnesemo v prvi števec in jo potrdimo z gumbom SET. Ta podatek nato uporabimo pri programu za računanje dolžine reza. V drugem števcu je prikazana trenutna razdalja reza. Dolžino vnašamo v mm.



Slika 37: Nastavitev dolžine reza
(Osebni vir)

6.3.4 Začetni zaslon

Na začetnem zaslonu je prikazan naslov naše raziskovalne naloge, avtorji in mentorji. Prikazane so tudi tipke, ki omogočajo, da prestavimo z začetnega zaslona na ostale zaslone. Začetni zaslon se vidi samo ob zagonu tračne žage.



Slika 38: Začetni zaslon

(Osebni vir)

7 MOŽNOST NADALJNJE RAZISKAVE

V prihodnosti bi lahko raziskovanje avtomatizacije tračne žage nadaljevali tako, da žagi dodamo nove funkcije in sposobnosti. Dodali bi ji lahko sposobnost krmiljenja skozi internetno povezavo. To bi dosegli na način IoT – Internet of Things, slovensko internet stvari. IoT je sistem povezanih naprav, ki izmenjujejo podatke preko omrežja. S tem bi lahko žago upravljali v omrežju in bi lažje zbirali podatke, s katerimi bi lahko optimizirali delovanje žage. S tem bi žago pripravili tudi za vključitev v industrijo 4.0, ki je dan danes uporabljena v skorajda vsakem podjetju.

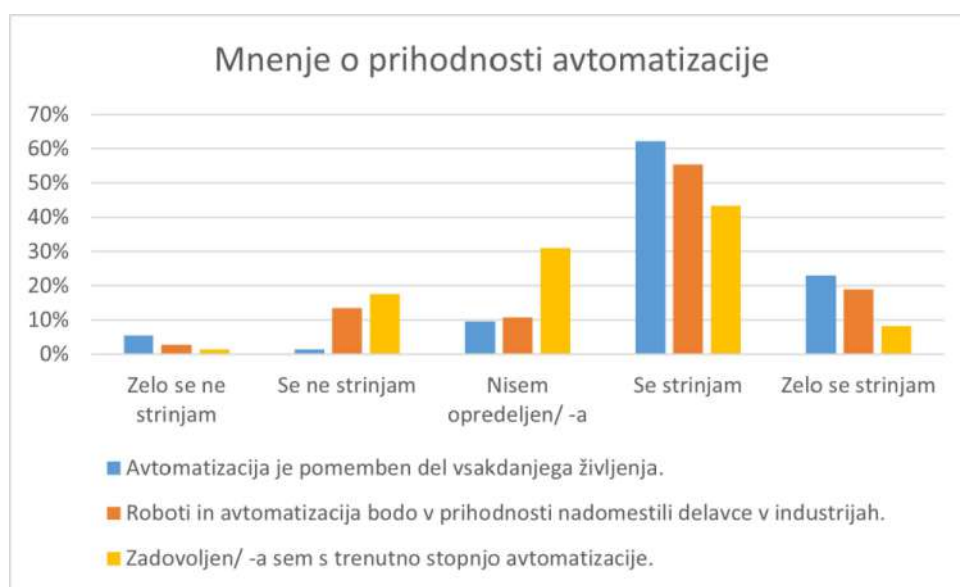
Avtomatizirati je možno tudi nalaganje, kar je izvedljivo z robotsko roko. Tako se lahko žago uporablja v obdelovalnih linijah.

Raziskovanje pa lahko nadaljujemo tudi v poslovni smeri, in sicer kot storitev avtomatizacije ali modernizacije strojev.

8 ANKETA

V našo raziskavo smo vključili tudi anketo, saj smo želeli ugotoviti, kako avtomatizacijo razumejo dijaki in dijakinje ter profesorji in profesorice na naši šoli.

Ugotovili smo, da je večina anketiranih zadovoljna s trenutno stopnjo avtomatizacije. Prav tako večina meni, da je avtomatizacija pomemben del njihovega življenja. To je razvidno tudi s spodnjega grafa.



*Graf 1: Mnenje o prihodnosti avtomatizacije
(Osebni vir)*

Anketirancem smo zastavili tudi vprašanje, kako si predstavljajo pojem avtomatizacija. Dobili smo raznovrstne odgovore, večini pa je bilo skupnih kar nekaj besed, ki so prikazane v besednem oblaku.

9 RAZISKAVA HIPOTEZ IN PREDSTAVITEV REZULTATOV

Kot je bilo že omenjeno v uvodu, smo si pri raziskovanju zadali naslednje hipoteze, ki smo jih tudi potrdili.

*Tabela 9: Ugotovitve
(Osebni vir)*

Hipoteza	DRŽI / NE DRŽI
Na zaslonu je prikazana dolžina odreza	DRŽI
Upravljanje v ročnem in avtomatskem načinu	DRŽI
Nastavljanje dolžine odreza s tipkami	DRŽI
Žaga si samodejno podaja obdelovanec	DRŽI
V avtomatskem načinu lahko nastavimo željeno število rezov	DRŽI

Kljub temu da je bila naloga dokaj zapletena, smo jo uspešno dokončali. Pri raziskovanju smo naleteli na veliko težav, a smo jih uspeli razrešiti s pomočjo mentorjev, spleta in lastnega znanja, ki smo ga pridobili med izobraževanjem.

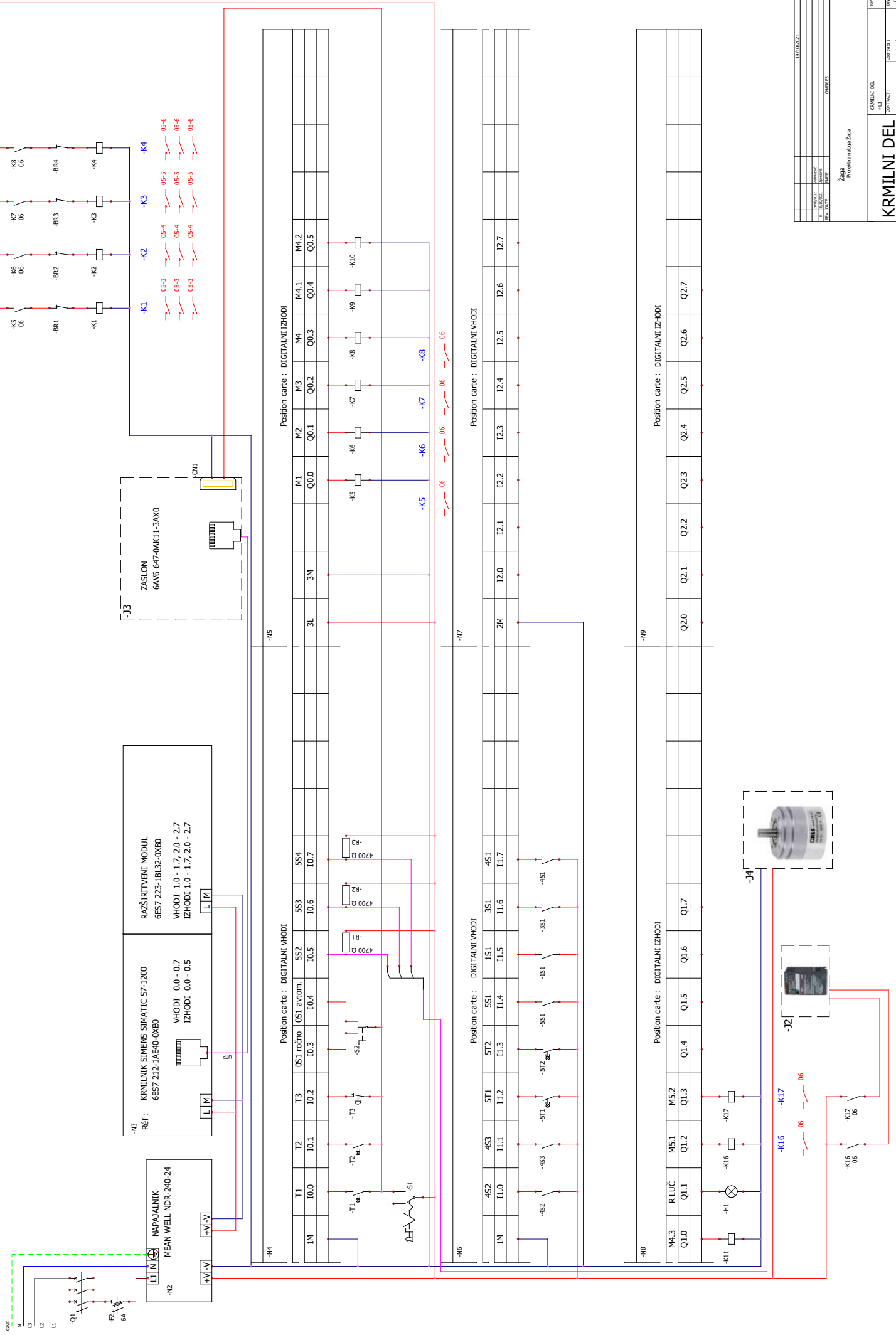
10 ZAKLJUČEK

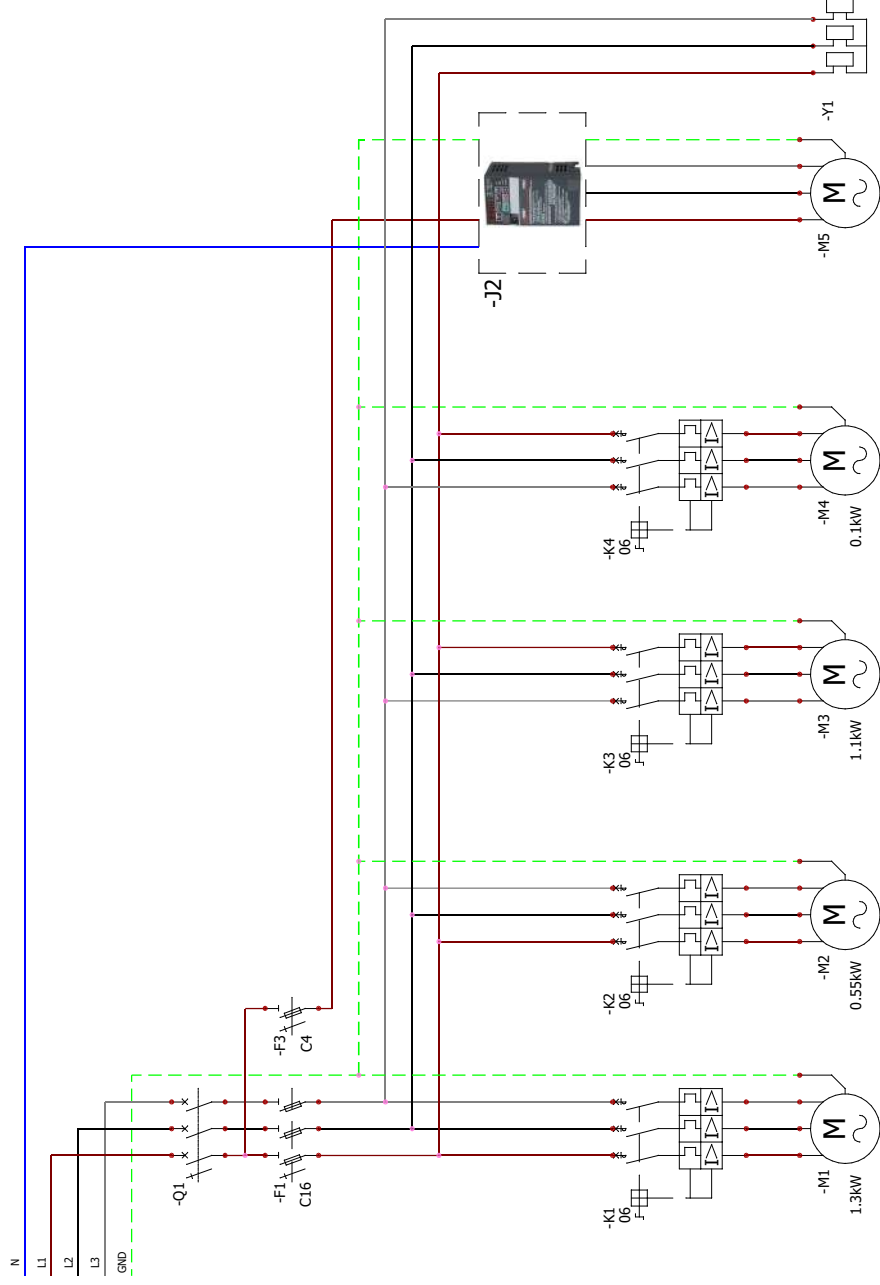
S to raziskovalno nalogo smo pridobili veliko novih izkušenj na področjih montaže komponent in programiranja krmilnika. V veliko pomoč nam je bilo tudi znanje, ki smo ga usvojili pri pouku. Pri delu smo naleteli na marsikateri problem, ki pa smo ga s skupnimi močmi razrešili. Nekako je bil naš največji problem vseskozi omejenost s prostorom.

V prihodnosti bi lahko zaradi večje varnosti vgradili še varnostni modul. Potrebno je tudi vgraditi rezervoar in črpalko za hladilno tekočino, kar pa je v program že vključeno. V nadzorni plošči so tudi priključki, na katere se lahko priključi signalni semafor.

11 VIRI IN LITERATURA

- [1] „Bandsaw,“ 25 februar 2022. [Elektronski]. Dostopno: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bandsaw#History>.
- [2] Siemens, „Profinet,“ 5 februar 2022. [Elektronski]. Dostopno: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet.html>.
- [3] „Step 7 Elementary Data Types,“ 26 februar 2022. [Elektronski]. Dostopno: http://www.plcdev.com/step_7_elementary_data_types.
- [4] „Totally Integrated Automation Portal,“ 18 februar 2022. [Elektronski]. Dostopno: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>.
- [5] Profinet, „Profinet,“ [Elektronski]. Dostopno: www.profinet.com.





MOČNOSTNI DEL

REVISION		1	
1	20/03/2022	Val Matović	
0	18/10/2021	Val Matović	
REV.	DATE	NAME	
User data 1		CHANGES	
User data 1		User data 2	
CONTRACT:		+L1	
LOCATION:		ŽAGA	
SCHEME		05	

VEZALNA SHEMA HIDRAVLIKE

