

Upravljanje sustavom za automatizirani transport paketića

Perharić, Dario

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:925022>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-27**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





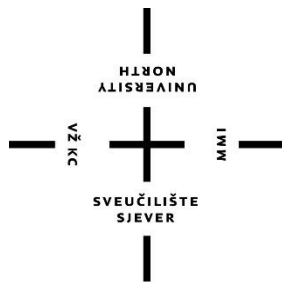
**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 532/EL/2023

Upravljanje sustavom za automatizirani transport paketića

Dario Perharić, 0397/336

Varaždin, rujan 2024. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za elektrotehniku

Završni rad br. 532/EL/2023

Upravljanje sustavom za automatizirani transport paketića

Student

Dario Perharić, 0397/336

Mentor

Doc. Dr. sc Dunja Srpak

Varaždin, rujan 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za elektrotehniku		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Elektrotehnike		
PRISTUPNIK	Dario Perharić	MATIČNI BROJ	0397/336
DATUM	23.08.2024.	KOLEGIJ	PLC sustavi upravljanja
NASLOV RADA	Upravljanje sustavom za automatizirani transport paketića		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Control of the system for automated transfer of packets

MENTOR	Dunja Srpak	ZVANJE	Docent
--------	-------------	--------	--------

ČLANOVI POVJERENSTVA	
1.	mr.sc. Ivan Šumiga, viši predavač
2.	Josip Srpak, viši predavač
3.	Doc.dr.sc. Dunja Srpak
4.	Miroslav Horvatić, viši predavač
5.	

Zadatak završnog rada

BROJ	532/EL/2023
------	-------------

OPIS
U okviru završnog rada objasniti sustav automatizacije transporta paketića različitih veličina, od stroja za izradu paketića, do stroja za pakiranje. Za planirano rješenje izraditi projektnu dokumentaciju i realizirati sustav.

Pri tome je potrebno:

- opisati osnovni koncept automatizacije
- opisati korišteni hardware i software za realizaciju procesa transporta paketića
- izraditi električne sheme za upravljački ormar
- napisati program za kontroliranje procesa transporta
- izraditi upravljački ormar i testirati sustav.

ZADATAK URUČEN

26.08.2024.



[Handwritten signature]

Sažetak

Ovaj završni rad prikazuje postupak izrade i implementacije sustava za automatizirani transport paketića, ključnog za optimizaciju proizvodnog procesa u industriji. Sustav je razvijen kako bi omogućio brži, precizniji i učinkovitiji prijenos paketića kroz različite faze proizvodnje, što je nužno u modernim proizvodnim okruženjima gdje se teži smanjenju troškova i povećanju efikasnosti.

Sustav za transport paketića sastoji se od četiri glavna dijela: elevator paketića "A", elevator paketića "B", zajednička zbirna traka i razvodni upravljački ormar (RO). Svaka od ovih komponenti ima specifičnu funkciju unutar sustava, a njihova koordinirana upotreba omogućuje nesmetan i precizan prijenos paketića od strojeva za proizvodnju do konačne faze pakiranja. Sustavi "A" i "B" prilagođeni su paketićima različitih dimenzija i težina, dok zajednička zbirna traka prikuplja paketiće s oba elevatora i šalje ih do stroja za pakiranje.

Elevator paketića "A" zadužen je za preuzimanje paketića jedne dimenzije i njihove transportne operacije do zajedničke trake. Elevator paketića "B", s druge strane, upravlja paketićima druge dimenzije, koji se, zbog svojih specifičnosti, moraju pozicionirati na bok za automatsko označavanje. Sustav doziranja paketića također koristi senzore za precizno pozicioniranje i regulaciju protoka paketića prema elevatorima.

Središnji dio sustava čini zajednička zbirna traka, koja prikuplja paketiće s oba elevatora i šalje ih prema stroju za pakiranje. Prekretač paketića unutar ovog dijela sustava služi za okretanje paketića radi pravilnog pozicioniranja etikete. Također, sustav koristi senzore za detekciju blokade i brojanje paketića, što omogućuje precizno praćenje proizvodnje i brzo otkrivanje potencijalnih problema u radu.

U sustavu je korišten razvodni upravljački ormar (RO), u kojem se nalaze svi zaštitni i upravljački elementi potrebni za rad sustava. Razvodni ormar osigurava sigurnost opreme i radnika te omogućava upravljanje elektromotornim pogonima, sensorima i ostalim komponentama. Opremljen je zaštitnim sklopkama i motorima, kao i sigurnosnim elementima poput releja i PLC-a (Programabilnog logičkog kontrolera), koji omogućuju automatizirano upravljanje sustavom.

Projektiranje, programiranje i implementacija sustava obuhvaćali su analizu tehničkih zahtjeva, odabir opreme, izradu i montažu komponenti, te testiranje i optimizaciju sustava. U projektu su korišteni alati poput EPLAN-a za projektiranje elektro ormara, te TiaPortal za programiranje PLC-a. Proces testiranja uključivao je vizualne inspekcije i električna ispitivanja, a funkcionalnost sustava potvrđena je kroz probni rad, tijekom kojeg su simulirani različiti scenariji proizvodnje.

Zaključci rada pokazuju da je implementacija automatiziranog sustava za transport paketića donijela značajne koristi u Varaždin, rujana 2024. godine smislu ubrzanja proizvodnje,

smanjenja ljudske intervencije i povećanja preciznosti. Sustav je dizajniran s mogućnošću automatskog rada, što omogućava da se prilagodi različitim vrstama paketića i proizvodnim uvjetima. Optimizacija sustava tijekom probnog rada dodatno je smanjila potencijalne greške i osigurala visoku pouzdanost sustava.

Automatizacija proizvodnih procesa, poput ovog sustava za transport paketića, ključna je za povećanje učinkovitosti i smanjenje troškova u suvremenim industrijskim okruženjima. Ovaj završni rad doprinosi boljem razumijevanju i primjeni ovakvih sustava u industriji te pruža uvid u tehničke i organizacijske aspekte njihove implementacije.

Abstract

The final paper analyzed and described the process of creating and implementing a system for the automated transport of packages in industry, with the aim of optimizing the production process. The developed system is divided into four main components: "A" package elevator, "B" package elevator, common collection belt and distribution control cabinet. Each component of the system has specific functions within the entire package transport process, and their joint operation enables efficient and quick transfer of packages between different stages of production.

Package elevators "A" and "B" are responsible for picking up packages of different dimensions and weights from the production machines and transporting them to the common assembly line. These different dimensions and speeds of package production required specific design of each part of the system. A common assembly line then picks up the packets from both systems and transports them to the packaging machine, which is not part of this work. Management of the entire process is carried out by means of a distribution control cabinet, which houses all protective and control elements, including a PLC (programmable logic controller) that controls the operation of the entire system.

The development of the system included several stages, from design to final implementation and commissioning. Design included detailed analysis of technical requirements and creation of documentation using software tools such as EPLAN and AutoCAD. System programming was performed on a Siemens Simatic S7-1200 PLC using TiaPortal v14, whereby different system modes were defined depending on the packets being produced. The implementation and testing of the system included the installation of equipment, testing of functionality and optimization of work.

Special attention is paid to the security aspects of the system. Protective elements are installed to ensure the safety of equipment and people working near the system. Also, the system is equipped

with sensors that enable the detection of blockages and errors in operation, which enables quick problem solving and prevention of malfunctions.

The automation of the production process through this system has brought significant improvements in the speed and accuracy of package transport, reducing the need for human intervention and increasing efficiency. Through the work, it was demonstrated how to properly implement an automated system, and all phases of development, from design to commissioning, were analyzed.

In conclusion, the implementation of a system for the automated transport of packages brings numerous advantages in the industry, enabling faster production while reducing costs and increasing safety. The paper offers a detailed insight into all aspects of the development of such a system, providing useful guidelines for future projects in the field of automation and optimization of production processes.

Popis korištenih kratica

- AC** - Alternating Current (Izmjenična struja)
- AI** - Artificial Intelligence (Umjetna inteligencija)
- API** - Application Programming Interface (Programski sučelje aplikacije)
- CAD** - Computer-Aided Design (Računalno potpomognuto projektiranje)
- CNC** - Computer Numerical Control (Računalno numeričko upravljanje)
- CPU** - Central Processing Unit (Središnja procesna jedinica)
- DC** - Direct Current (Istosmjerna struja)
- EEPROM** - Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (Električki izbrisiva programabilna memorija samo za čitanje)
- FTP** - File Transfer Protocol (Protokol za prijenos datoteka)
- GND** - Ground (Uzema)
- HMI** - Human-Machine Interface (Sučelje čovjek-stroj)
- HTTP** - Hypertext Transfer Protocol (Protokol za prijenos hiperteksta)
- HTTPS** - Hypertext Transfer Protocol Secure (Sigurni protokol za prijenos hiperteksta)
- I/O** - Input/Output (Ulaz/Izlaz)
- IoT** - Internet of Things (Internet stvari)
- JSON** - JavaScript Object Notation (Notacija objekata u JavaScriptu)
- LAN** - Local Area Network (Lokalna mreža)
- LED** - Light Emitting Diode (Svjetlosna dioda)
- ML** - Machine Learning (Strojno učenje)
- OS** - Operating System (Operativni sustav)
- PLC** - Programabilni Logički Kontroler
- RAM** - Random Access Memory (Memorija s izravnim pristupom)
- RFID** - Radio-Frequency Identification (Identifikacija radio-frekvencijom)
- SCADA** - Supervisory Control and Data Acquisition (Nadzorno upravljanje i prikupljanje podataka)
- SQL** - Structured Query Language (Strukturirani jezični upitnik)
- URL** - Uniform Resource Locator (Uniformni lokator resursa)
- USB** - Universal Serial Bus (Univerzalna serijska sabirnica)
- WAN** - Wide Area Network (Široko područje mreže)
- Wi-Fi** - Wireless Fidelity (Bežična mreža)
- XML** - Extensible Markup Language (Proširivi označni jezik)

Sadržaj

Popis korištenih kratica.....	8
1. Uvod.....	10
2. Automatizirani sustav za transport paketića	11
2.1. Elevator paketića „A“	11
2.1.1. Elektromotorni pogon elevatora paketića „A“	12
2.1.2. Senzor za detekciju prolaska paketića.....	12
2.1.3. Senzor za brojanje paketića i brojač.....	13
2.2. Elevator paketića „B“	14
2.2.1. Sustav za doziranje paketića „B“	14
2.2.2. Elektromotorni pogon elevatora paketića „B“	14
2.2.3. Senzor za brojanje paketića i brojač.....	14
2.3. Zbirna traka	16
2.3.1. Elektromotorni pogon zbirne trake	16
2.3.2. Senzor za detekciju prolaska paketića „A“	16
2.3.3. Senzor za detekciju prolaska paketića „B“	16
2.3.4. Prekretač paketića.....	17
2.3.5. Senzor za detekciju blokade paketića	17
2.4. Razvodni upravljački ormar	18
2.4.1. Zaštitni elementi	18
2.4.2. Upravljački elementi	19
3. Projektiranje, programiranje, izrada i montaža i puštanje u rad automatiziranog sustava za transport paketića	20
3.1. Projektiranje	20
3.1.1. Dokumentacija za izradu razvodnog ormara	21
3.1.2. Proračun opterećenja kabela	24
3.2. Programiranje	24
3.2.1. Prvi način rada sustava „A“	25
3.2.2. Drugi način rada sustava „B“	26
3.3. Izrada razvodnog ormara.....	26
3.4. Montaža opreme u pogonu i ispitivanje	28
3.4.1. Montaža opreme.....	28
3.4.2. Ispitivanje opreme	29
3.5. Puštanje opreme u rad	29
3.5.1. Ispitivanje funkcionalnosti sustava.....	29
3.5.2. Automatski rad	30
4. Zaključak.....	32
5. Literatura.....	34
Popis slika	35

1. Uvod

Cilj ovog rada je prikazati postupak izrade, implementacije i puštanja u rad sustava koji se koristi u industriji za ubrzanje i optimizaciju proizvodnog procesa. Pri tome su detaljno analizirane sve faze razvoja sustava, od početnog projektiranja do konačnog puštanja u rad, uz naglasak na tehničke aspekte i izazove koji se pojavljuju.

Ovaj rad će prikazati kako pravilno pristupiti izradi automatiziranih sustava za transport paketića i na taj način pridonijeti boljem razumijevanju i primjeni ovakvih sustava u industrijskoj praksi.

Razvoj tehnologije i industrije potiče potrebu za automatizacijom proizvodnih procesa kako bi se povećala učinkovitost, smanjili troškovi i poboljšala kvaliteta proizvoda. Automatizirani sustavi za transport paketića predstavljaju ključni element u postizanju ovih ciljeva, omogućujući brži i precizniji prijenos proizvoda kroz različite faze proizvodnje. U ovom završnom radu se prikazuje razvoj i implementacija automatiziranog sustava za transport paketića, koji obuhvaća različite komponente i tehnologije.

Fokus je na specifičnom sustavu koji se sastoji od četiri glavna dijela: elevator paketića „A“, elevator paketića „B“, zajednička zbirna traka i razvodni upravljački ormar. Svaki od ovih dijelova ima specifičnu funkciju unutar sustava i zajedno omogućuju nesmetan i efikasan transport paketića kroz proizvodni proces.

Glavni cilj je pokazati kako pravilno projektirati i implementirati automatizirani sustav za transport paketića, s posebnim naglaskom na tehničke specifikacije i sigurnosne aspekte. Svrha ovog rada je pružiti detaljan pregled postupka izrade takvog sustava, uključujući odabir odgovarajuće opreme, programiranje upravljačkih elemenata i provođenje potrebnih testiranja.

Struktura rada podijeljena je u nekoliko glavnih poglavlja. U prvom poglavlju je uvod u temu rada i objašnjavanje svrhe i ciljeve ovog rada. Drugo poglavlje daje detaljne opise svakog dijela sustava, uključujući tehničke specifikacije i funkcionalnost. Treće poglavlje bavi se procesom projektiranja i izrade, dok četvrto poglavlje obrađuje implementaciju i testiranje sustava. Na kraju, peto poglavlje, prikazuje zaključke i preporuke za daljnji rad.

Podaci korišteni u ovom radu prikupljeni su kroz praktičan rad na projektu, uključujući tehničku dokumentaciju, specifikacije proizvođača, te rezultate testiranja i ispitivanja sustava. Korištene metode uključuju analizu tehničkih zahtjeva, projektiranje sustava uz pomoć CAD alata, izrada i montaža komponenti, te testiranje i optimizacija sustava. Prikupljeni podaci su detaljno analizirani kako bi se osigurala točnost i pouzdanost sustava, te su korišteni za daljnje prilagodbe i poboljšanja.

2. Automatizirani sustav za transport paketića

U ovo poglavlju je detaljan opis rada sustava koji je realiziran pod vodstvom autora ovog završnog rada.

2.1. Elevator paketića „A“

Ovaj dio sustava prihvaća paketiće jedne veličine i šalje ih prema zajedničkoj zbirnoj traci. Sastoji se od elektromotornog pogona elevatora, senzora za detekciju prolaska paketića, senzora za brojanje paketića i brojača istih.

Slika 2.1 Elevator paketića "A"

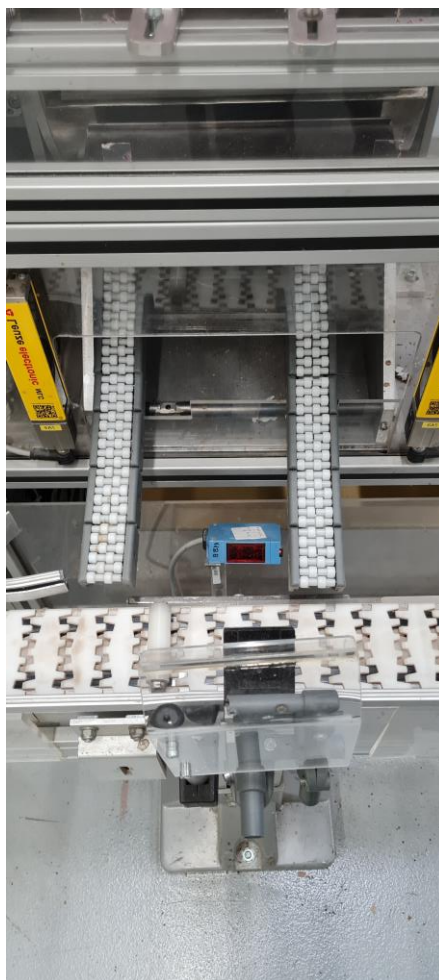
2.1.1. Elektromotorni pogon elevatora paketića „A“

Elektromotorni pogon dimenzioniran je da bi mogao pokretati elevator pod punim opterećenjem. Budući da paketići nisu velikih težina opterećenje elevatora nije veliko pa je odabran elektromotorni pogon snage 0,55kW, nazivne struje 1,75A i nazivnog napona 400VAC. Budući da elektromotorni pogon nije velike snage te struje kod pokretanja i rada nisu velike, nema potrebe za promjenom brzine vrtnje. Stoga je odabran direktan način pokretanja elektromotornog pogona.

2.1.2. Senzor za detekciju prolaska paketića

Senzor za detekciju prolaska paketića odabran je fotoelektrični reflektivni senzor. Senzor se napaja iz razvodnog distribucijskog ormara naponom 24VDC te šalje signal na PLC.

Senzor za detekciju prolaska paketića nalazi se na poziciji prijelaza paketića iz stroja za izradu na elevator paketića „A“. Pozicioniran je tako da se omogućuje nesmetan prolaz paketića iz stroja za izradu prema elevatoru paketića „A“.



Slika 2.2 Senzor za detekciju prolaska paketića "A"

2.1.3. Senzor za brojanje paketića i brojač

Senzor za brojanje paketića odabran je fotoelektrični reflektivni senzor. Senzor se napaja iz razvodnog distribucijskog ormara naponom 24VDC te šalje signal na PLC i na dva brojača. Prvi brojač služi za brojanje paketića u smjeni i može biti resetiran od strane operatera na kraju smjene. Drugi brojač služi za brojanje ukupnog broja paketića koje stroj proizvede. Može biti resetiran samo od strane voditelja linije, pomoću ključa.



Slika 2.3 Brojači paketića "A"

2.2. Elevator paketića „B“

Elevator paketića „B“ je dio sustava koji služi za prikupljanje paketića sa drugog stroja za proizvodnju koji se razlikuju po dimenzijama i težini od paketića proizvedenih na prvom. Sastoji se od sustava za prikupljanje i doziranje paketića, elektromotornog pogona elevatora, senzora za brojanje paketića i brojača istih.

Slika 2.4 Elevator paketića "B"

2.2.1. Sustav za doziranje paketića „B“

Sustav za doziranje paketića na elevator „B“ osmišljen je zbog drugačijih dimenzija paketića i potrebom za okretanjem paketića na bok radi automatskog označavanja paketića etiketom. Sustav se sastoji od senzora prikupljanja paketića, senzora za detekciju paketića na akumulaciji, cilindra za akumulaciju, senzora za detekciju paketića na poziciji za doziranje, cilindra za doziranje, senzora za detekciju položaja trake elevatora i zaštitnog okvira s sensorom za detekciju otvorenih vrata.

Slika 2.5 Sustav za doziranje paketića „B“

2.2.2. Elektromotorni pogon elevatora paketića „B“

Elektromotorni pogon dimenzioniran je da bi mogao pokretati elevator pod punim opterećenjem. Budući da paketići nisu velikih težina opterećenje elevatora nije veliko pa je odabran elektromotorni pogon snage 0,37kW, nazivne struje 0,8A i nazivnog napona 400VAC. Zbog potrebe za regulacijom brzine elektromotorni pogon opremljen je frekvencijskim regulatorom snage 0,37kW ugrađenim direktno na elektromotornom pogonu.

2.2.3. Senzor za brojanje paketića i brojač

Senzor za brojanje paketića odabran je fotoelektrični reflektivni senzor. Senzor se napaja iz razvodnog distribucijskog ormara naponom 24VDC te šalje signal na PLC i na brojač. Kao i kod elevatora „A“ prvi brojač služi za brojanje paketića u smjeni i može biti resetiran od strane operatera na kraju smjene. Drugi brojač služi za brojanje ukupnog broja paketića koje stroj proizvede. Može biti resetiran samo od strane voditelja linije.



Slika 2.6 Brojač paketića "B"

2.3. Zbirna traka

Zbirna traka je posljednji dio sustava koji prikuplja paketiće sa oba elevatora i šalje ih do „C spusta“ po kojem paketići dolaze do stroja za pakiranje u kartone koji nije dio ovog sustava. Zbirna traka se sastoji od elektromotornog pogona, senzora za detekciju dolaza paketića „A“ na traku, senzora za detekciju paketića „B“ na traku prekretača paketića i senzora za detekciju blokade.

Slika 2.7 Zbirna traka

2.3.1. Elektromotorni pogon zbirne trake

Elektromotorni pogon dimenzioniran je da bi mogao pokretati elevator pod punim opterećenjem. Budući da paketići proizvedeni na stroju „A“ i na stroju „B“ nisu velikih težina opterećenje elevatora nije veliko pa je odabran elektromotorni pogon snage 0,55kW, nazivne struje 1,75A i nazivnog napona 400VAC. Ovaj elektromotorni pogon nije velike snage, struje kod pokretanja i rada nisu velike i nema potrebe za promjenom brzine vrtnje pa je odabran direktan način pokretanja elektromotornog pogona.

2.3.2. Senzor za detekciju prolaska paketića „A“

Senzor za detekciju prolaska paketića odabran je fotoelektrični reflektivni senzor. Senzor se napaja iz razvodnog distribucijskog ormara naponom 24VDC te šalje signal na PLC.

Senzor za detekciju prolaska paketića nalazi se na poziciji prijelaza paketića sa elevatora paketića „A“ na zbirnu traku. Pozicioniran je tako da se omogućuje nesmetan prolaz paketića sa elevatora paketića „A“ na zbirnu traku.

2.3.3. Senzor za detekciju prolaska paketića „B“

Fotoelektrični reflektivni senzor odabran je za detekciju prolaska paketića između elevatora paketića „B“ i zajedničke zbirne trake. Napon napajanja senzora je 24VDC i kabelom je spojen na razvodni ormar sustava.

Senzor je montiran na kraju elevatora paketića „B“, prije prelaska na zajedničku zbirnu traku. Montiran je na takav način da prilikom prolaska paketića detektira prolazak paketića ali ne utječe na njihov prolazak.

2.3.4. Prekretač paketića

Prekretač paketića je mehanički dio montiran na zbirnu traku koji služi za prekretanje paketića kako bi paketići stigli na stroj za pakiranje u kartone pravilno pozicionirani za očitavanje etikete pomoću kamere. Paketiće „A“ je potrebno prekretati, a paketiće „B“ nije potrebno budući da se prekretanje paketića „B“ vrši po izlasku iz sustava za doziranje.

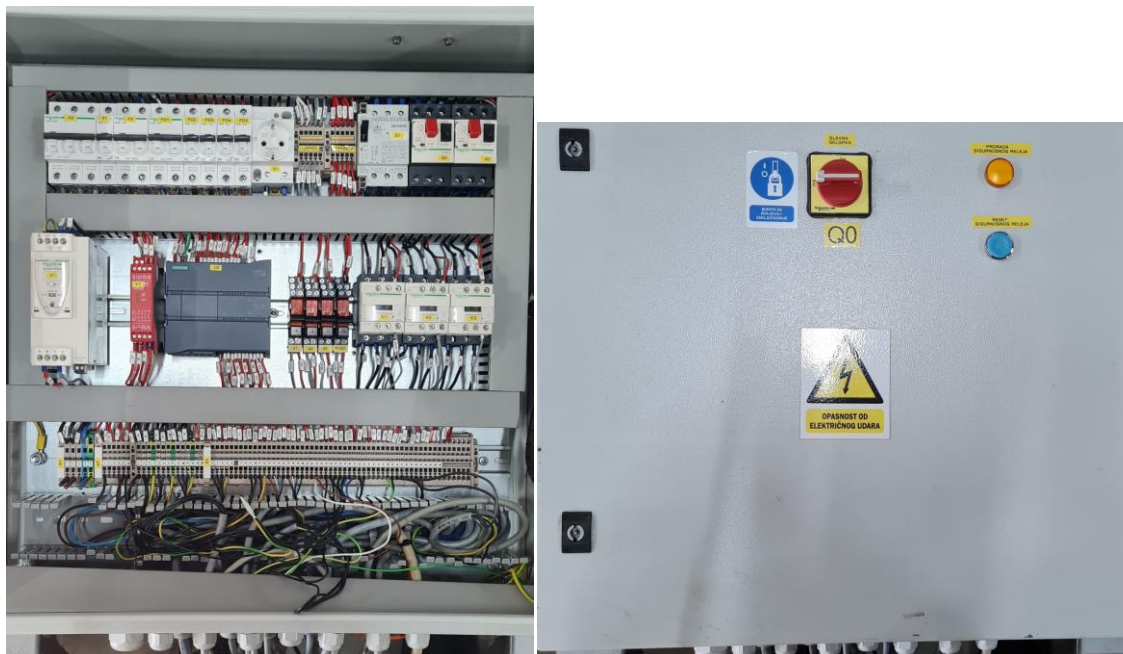
2.3.5. Senzor za detekciju blokade paketića

Senzor za detekciju blokade paketića odabran je fotoelektrični reflektivni senzor. Senzor se napaja iz razvodnog distribucijskog ormara naponom 24VDC te šalje signal na PLC.

Senzor za detekciju blokade paketića nalazi se pola metra prije prekretača paketića. Pozicioniran je tako da se omogućuje nesmetan prolaz paketića prema stroju za pakiranje paketića u kartone. Služi za detekciju blokade paketića na prekretaču.

2.4. Razvodni upravljački ormar

Razvodni upravljački ormar dio je sustava u kojem se nalaze zaštitni i upravljački elementi cijelog sustava. Zaštitni elementi služe za zaštitu opreme i ljudi a upravljački za pokretanje, zaustavljanje, i regulaciju cijelog sustava. Na slici 2.8 lijevo se vidi unutrašnjost ormara dok je desno prednja strana ormara.



Slika 2.8 Razvodni upravljački ormar

2.4.1. Zaštitni elementi

Zaštitni elementi služe za zaštitu opreme i ljudi. Neke od pojava od kojih zaštitni elementi štite opremu su kratki spoj, preopterećenje i mehanička oštećenja. Oprema također štiti ljude od slučajnog izravnog i neizravnog dodira dijelova pod naponom te od mogućnosti ozlijede pokretnim mehaničkim dijelovima. Od zaštitnih elemenata u ovom ormaru se nalaze automatski prekidači, i motorske zaštitne sklopke.

Automatski prekidači imaju tri bitne tehničke karakteristike. Prva je nazivna struja, druga isklopna karakteristika i treća je prekidna moć. Nazivna struja je struja za koju je uređaj dimenzioniran i koja se pojavljuje kada potrošač radi normalnim radom. Isklopna karakteristika automatskih prekidača je krivulja vremena isključenja i struje kvara koja je veća od nazivne struje. Prekidna moć je najveća vrijednost struje koju automatski prekidač može sigurno prekinuti.

Automatski prekidači u ovom razvodnom ormaru koriste se kao glavni prekidač, prekidač za zaštitu ispravljača, prekidač za zaštitu sigurnosnog modula i prekidač za zaštitu utičnice. Glavni

prekidač odabran je trolejni prekidač nazivne struje 20A, isklopne karakteristike B te prekidne moći 10kA. Za zaštitu ispravljača upravljačkog napona odabran je dvopolni automatski prekidač nazivne struje 2A, isklopne karakteristike C, prekidne moći 10kA. Za zaštitu utičnice odabran je jednopolni automatski prekidač nazivne struje 6A isklopne karakteristike C, prekidne moći 10kA. Iako se obično za utičnice odabire automatski prekidač nazivne struje 16A u ovom slučaju odabrane je automatski prekidač 6A kako bi se ograničilo samo priključivanje punjača za laptop za potrebe dijagnostike sustava i manjih trošila

2.4.2. Upravljački elementi

Upravljački elementi služe za pokretanje i elektromotornih pogona i cilindara sustava. Neki od dijelova su releji, sklopnici, senzori, PLC, vanjska upravljačka tipkala. Pomoću njih vrši se automatsko i ručno upravljanje sustavom. Od upravljačkih elemenata u ovom ormaru nalaze se sklopnici, releji, sigurnosni relej, upravljačka tipkala, tipkala za nužni isklop, signalne lampice i PLC.

Svi sklopnici odabrani su s tehničkim karakteristikama trolejni, 24VDC upravljački napon, nazivna struja 9A. Sklopnici se koriste za uključanje motornih pogona kada su zadovoljeni svi uvjeti za uključanje.

Releji su elementi koji se koriste za umnožavanje kontakata senzora ili pomoćnih kontakata sklopnika i motorskih zaštitnih sklopki ali i za odvajanje različitih napona. U ovom ormaru korišteni su releji napona napajanja 24VDC i sa dva preklopna kontakta.

Upravljačka tipkala koriste se kao vanjski elementi na vratima ormara ili na upravljačkoj kutiji u pogonu. Funkcija tipkala je omogućiti operateru davanje naloga za uključanje ili isključenje sustava .

Signalne lampice također su elementi na vratima ormara i na upravljačkoj kutiji u polju. Signalne lampice imaju funkciju obavještanja operatera o statusu sustava, motornih pogona, senzora i ostalih dijelova sustava.

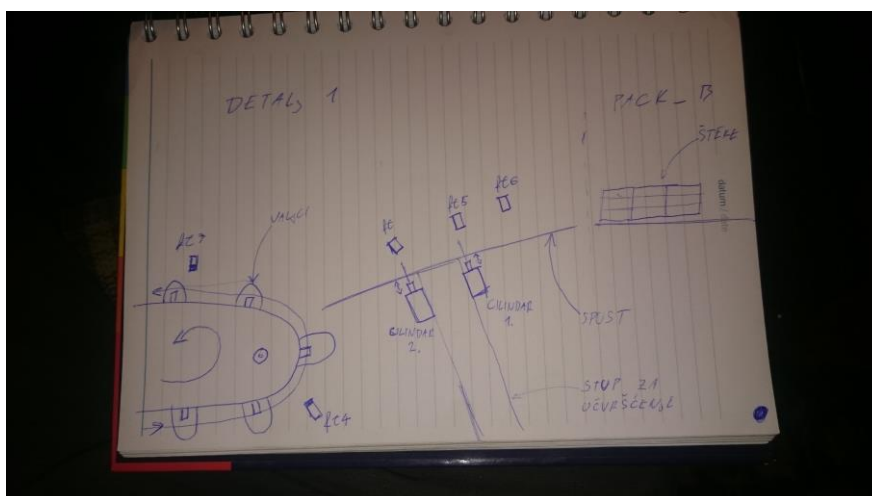
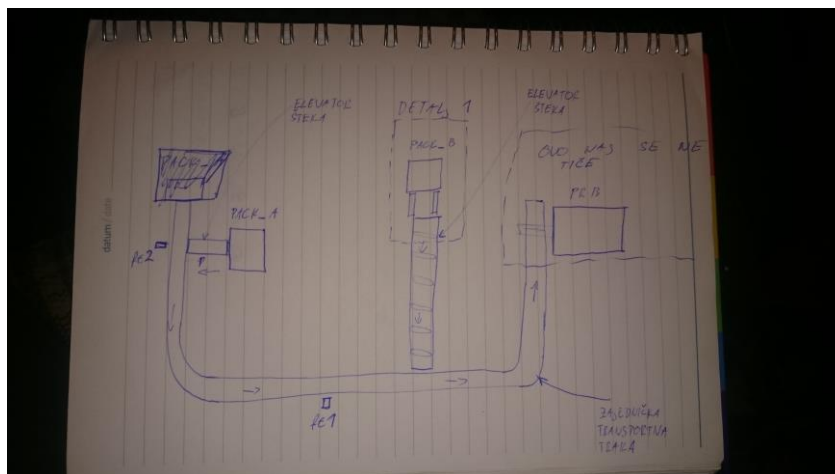
U pogledu sigurnosti tipkala za nužni isklop najbitniji su elementi. Tipkala za nužni isklop služe samo za zaustavljanje sustava u slučaju kvara ili opasnosti za operatera. Kod pritiska tipkala za nužni isklop sustav se mora isključiti u najkraćem mogućem roku i poslati signal strojevima ispred i iza ovog sustava obavijest o potrebi za nužnim isklopom.

3. Projektiranje, programiranje, izrada i montaža i puštanje u rad automatiziranog sustava za transport paketića

U ovom poglavlju se objašnjava projektiranje, programiranje, izrada i instalacija automatiziranog sustava za transport paketića. Pokazat će se kako je tekao razvoj projekta koji su programi korišteni za projektiranje i automatizaciju, na koji je način odabrana i proračunata zaštitna oprema i kabeli.

3.1. Projektiranje

Prilikom izrade dokumentacije korišteni su programi EPLAN, AutoCAD, i programi Microsoft Office paketa (Word, Excel). Projektiranje je proces koji je počeo sastankom s klijentom te utvrđivanjem potreba klijenta. Nakon razgovora napravljeno je idejno rješenje s kojim se klijent složio te je prema tome napravljena ponuda koju je klijent prihvatio. Sljedeći je korak izrada dokumentacije za izradu razvodnog ormara, proračuna opterećenja kabela za odabir istih te opisa načina rada za izradu koda za PLC.

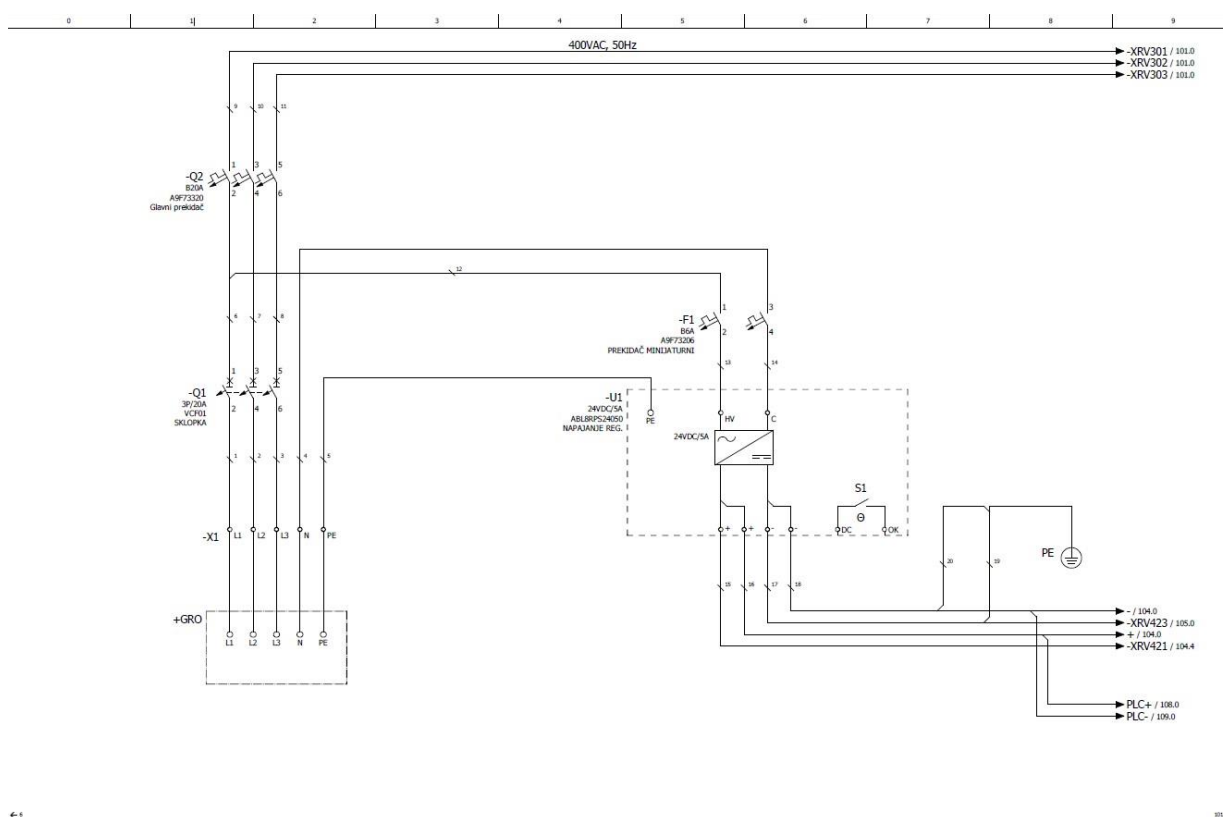


Slika 3.1 Skica idejnog rješenja

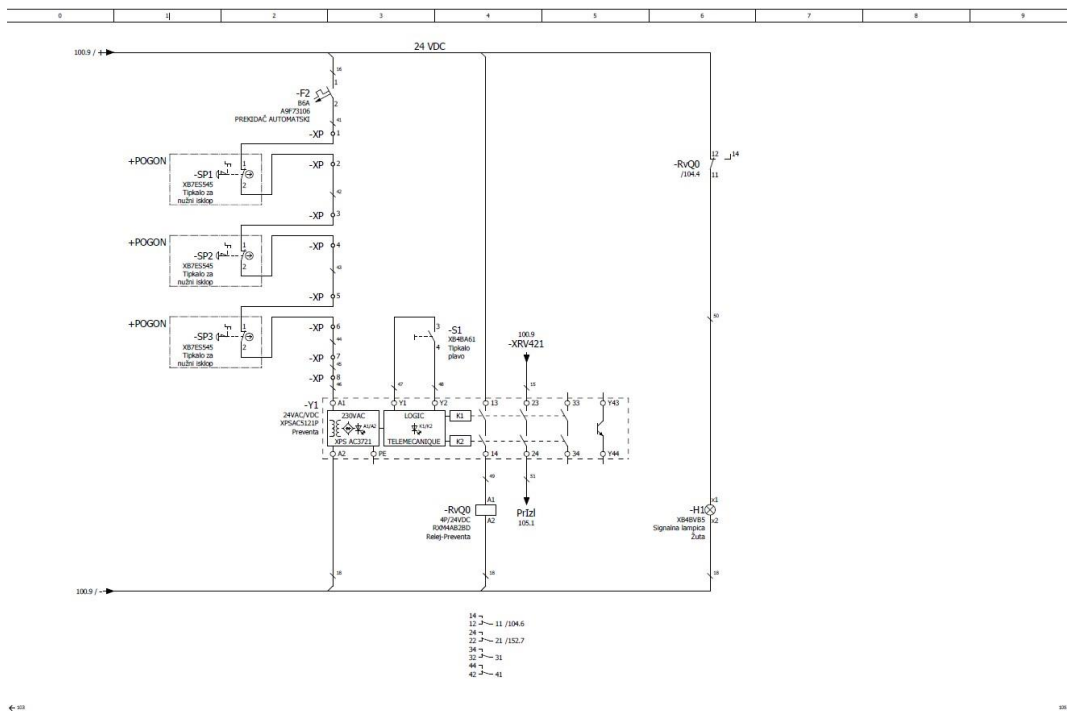
3.1.1. Dokumentacija za izradu razvodnog ormara

EPLAN je specijalizirani program za projektiranje elektro ormara, strojeva i postrojenja. Korišten je za izradu trolnih shema, spojnih listi, listi kabela i listi elemenata sustava.

U shemama je prikazano ožičenje cijelog sustava, način spajanja elektromotornih pogona, senzora, upravljačkih i zaštitnih elemenata i PLC-a. Na slici 3.2 prikazano je spajanje glavnog napajanja, glavnog prekidača te ispravljača za upravljački napon i njegovog zaštitnog automatskog prekidača, dok se na slici 3.3 može vidjeti spajanje sigurnosnog modula, tipkala za nužni isklon i tipkala za reset sigurnosnog modula. Ispravljač za upravljački napon spojen je prije glavnog prekidača ne bi li PLC i senzori ostali u funkciji i ako je glavni prekidač isključen ili izbacio. Upravo zato je za upravljački napon odabrano 24VDC koji je siguran za čovjeka.

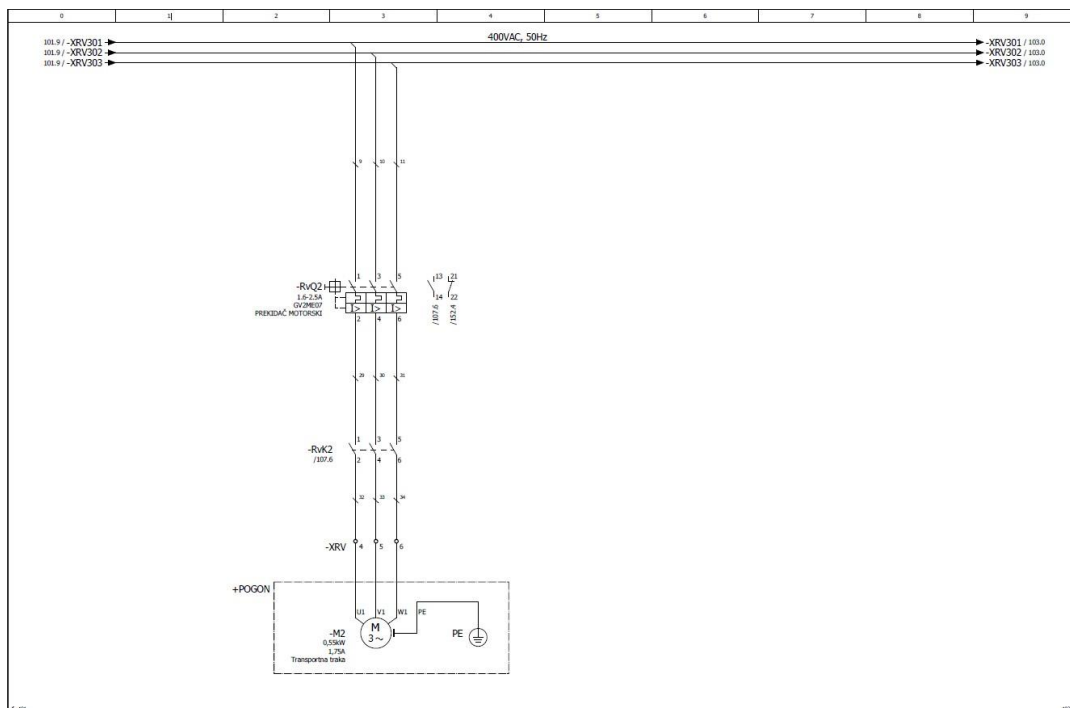


Slika 3.2 Glavno napajanje i upravljački napon



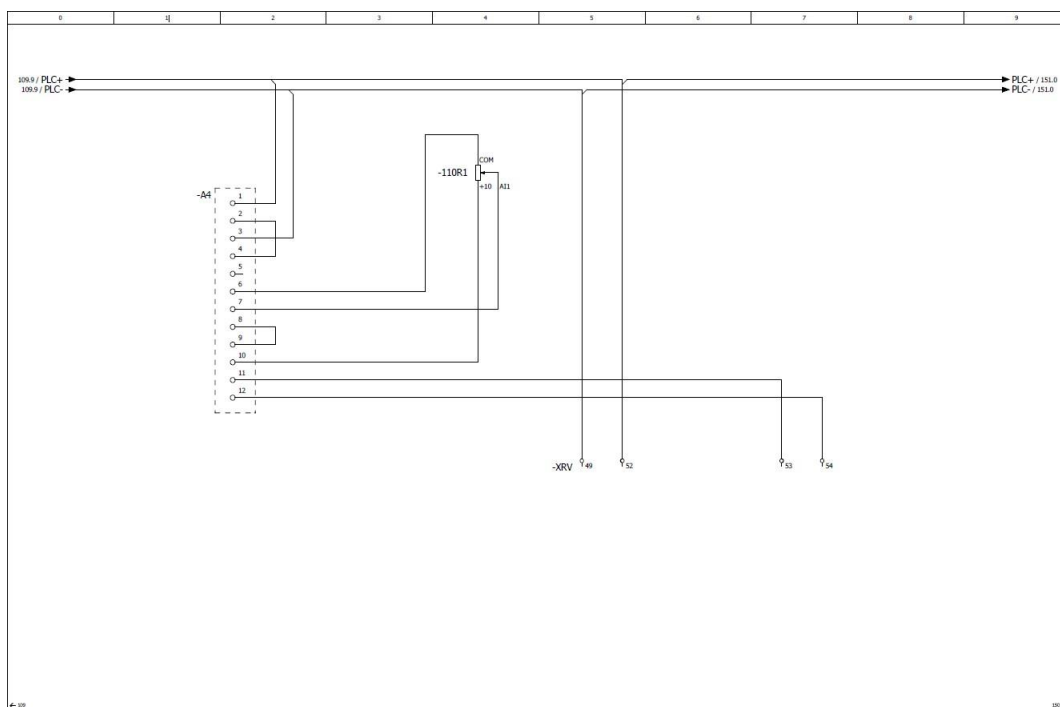
Slika 3.3 Sigurnosni modul

Na slici 3.4 prikazan je tipski spoj motornih pogona. Motorni pogoni šticeeni su motorskom zaštitnom sklopkom i upravljani sklopnikom kojega aktivira PLC.



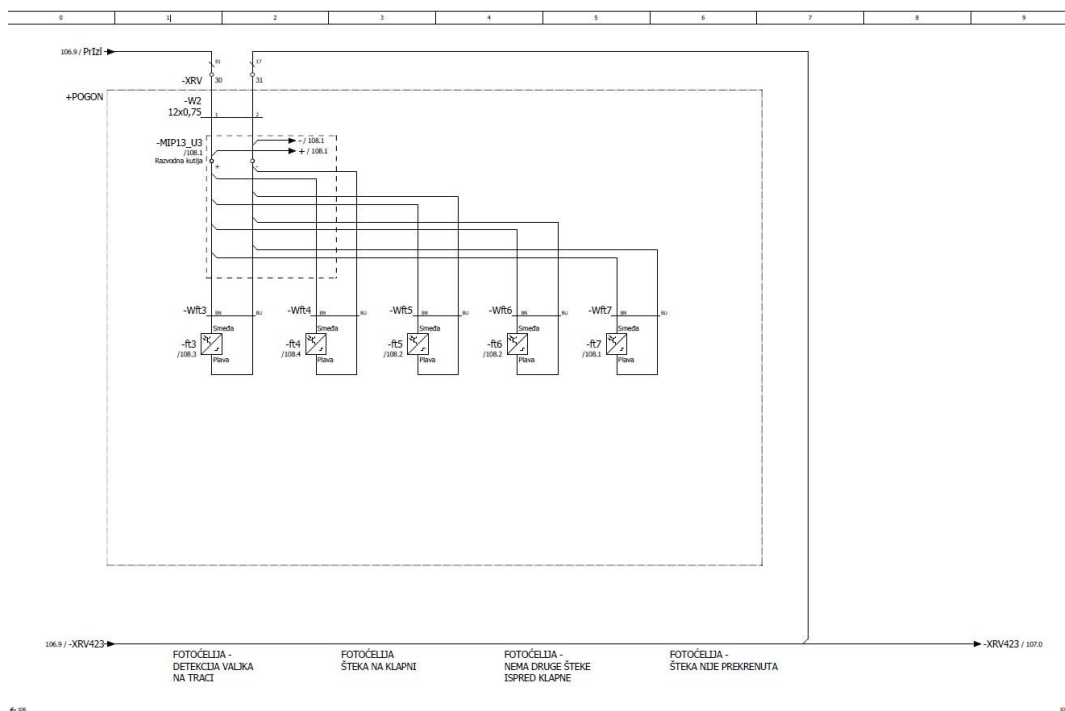
Slika 3.4 Spoj motornih pogona

Slika 3.5 prikazuje spajanje modula za regulaciju brzine s potencijetrom. Motorni pogon elevatora paketića „B“ ima ugrađeni frekvenzijski pretvarač za finu regulaciju brzine.



Slika 3.5 Spoj modula za regulaciju brzine s potencijetrom

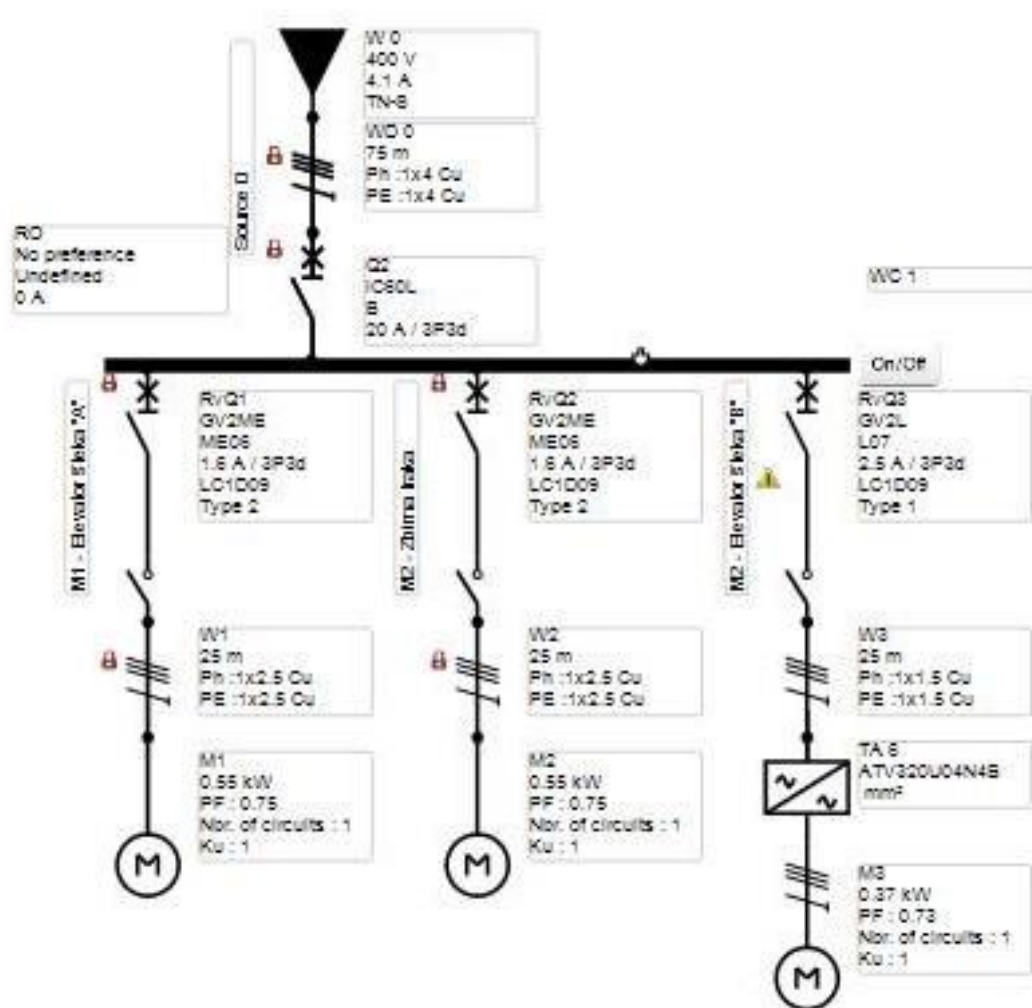
Na slici 3.6 može se vidjeti spajanje fotočelija, reflektivnih senzora koji se koriste za detekciju prolaska paketića na zadanim pozicijama.



Slika 3.6 Spoj fotočelija

3.1.2. Proračun opterećenja kabela

Proračun struja kratkih spojeva, pada napona, opterećenja i presjeka kabela izrađen je u programu Ecodial, besplatno programskog alata proizvođača Schneider Electric, za proračun niskonaponskih električnih mreža. Uz navedene proračune program također predlaže opremu koja zadovoljava zaštitne i upravljačke karakteristike potrebne za projektirani sustav. Na slici 3.6 prikazani su rezultati dobiveni iz programa Ecodial.



Slika 3.7 Prikaz projektiranog sustava

3.2. Programiranje

Budući da je na zahtjev klijenta zatražen PLC proizvođača Siemens odabran je uređaj serije Simatic S7-1200. Za programiranje navedenog uređaja korišten je program TiaPortal v14. Prije početka programiranja napravljen je opis načina rada koji je potvrđen od strane klijenta.

Sustav je razvijen s mogućnošću samo automatskog režima rada. Kako u sustav ulaze paketići iz dva stroja, paketići su različitih dimenzija i težina. Budući da strojevi za proizvodnju paketića

nikada ne proizvode paketiće u isto vrijeme sustav za transport paketića mora prema ulaznom signalu sa strojeva za proizvodnju uključivati odgovarajuće elektromotorne pogone.

Dakle, sustav ima dva načina rada koji se automatski detektiraju prema signalu sa stroja za proizvodnju.

3.2.1. Prvi način rada sustava „A“

Prvi način rada je kada stroj A proizvodi paketiće i predaje ih elevatoru paketića A koji ih dalje transportira do zajedničke transportne trake. Kada sustav dobije signal od stroja A uključuje se zajednička transportna traka pa tri sekunde nakon trake uključuje se elevator paketića A. Stroj za proizvodnju paketića kreće izbacivati paketiće te oni dolaze na elevator šteka koji tada paketiće transportira do zajedničke zbirne trake te preko nje do stroja za pakiranje paketića u kartone.

Kod dolaska paketića na elevator oni prolaze kroz senzor za detekciju paketića čija je funkcija detekcija blokade paketića na elevatoru. Blokada se može dogoditi iz mnogo razloga. Neki od njih su ne kretanje elevatora ili zajedničke zbirne trake unatoč dobivanju signala i ispunjavanju svih uvjeta, raspadanje paketića u sitnije komade, lijepljenje dva paketića zajedno itd. Ako je senzor pokriven dulje od tri sekunde javlja grešku sustavu.

Nakon što elevator odradi svoj dio posla i paketići dođu do zbirne trake paketići prolaze kroz senzor za brojanje. Senzor šalje signal prema brojačima paketića linije A i svaki put kada senzor detektira prolaz paketića povećava se iznos za jedan. Prvi brojač broji paketiće proizvedene u smjeni te njega na kraju smjene resetira operater. Drugi brojač broji ukupni broj paketića koje je stroj uspješno proizveo. Taj brojač može resetirati samo voditelj linije s posebnim ključem.

Kada paketići prođu brojač dolaze do senzora blokade i prekretača paketića. Prekretač je potreban jer paketići na zbirnu traku dolaze uspravno a zbog pakiranja u kartone i pozicije barkoda koji treba biti snimljen s kamerom paketić je potrebno prekrenuti na bok. Senzor prije prekretača služi za detekciju blokade paketića u prekretaču. Ukoliko je senzor pokriven dulje od tri sekunde javlja grešku sustavu.

Ukoliko se pojavi greška na zaštitnom elementu jednog od motornih pogona ili ako jedan od senzora za blokadu detektira istu sustav javlja grešku. U slučaju bilo koje greške uključuje se crveno svjetlo na semaforu i šalje se informacija prema stroju za proizvodnju paketića koji tada zaustavlja proizvodnju.

3.2.2. Drugi način rada sustava „B“

Drugi način rada je kada stroj B proizvodi paketiće. Stroj B paketiće predaje sustavu za doziranje paketića na elevator B preko kojega se paketići doziraju na elevator paketića B te nakon toga na zbirnu traku.

Sustav za doziranje paketića nema motorni pogon za pokretanje trake koja transportira paketiće nego paketići kliču po rolkama koje su postavljene po pod padajućim kutom. Paketići se doziraju putem sustava dvije pneumatske klapne koje paketiće doziraju na elevator paketića B. Prva klapna radi pomoću dva senzora koji se nalaze ispred prve i ispred druge klapne. Kada paketić dođe do prve klapne te ga senzor detektira, ukoliko senzor ispred druge klapne ne detektira paketić, prva klapna se spušta te omogućuje paketiću prolaz do druge klapne. Druga klapna radi u paru s induktivnim senzorom koji detektira nosač rolke elevatora paketića B. Kada senzor detektira rolku šalje se signal u PLC te se nakon vremenske odgode druga klapna spušta i omogućuje prolaz paketiću do elevatora B. Vremenska odgoda je potrebna zbog mogućnosti upravljanja brzinom elevatora B. Ukoliko se brzina poveća vremenska odgoda se smanjuje prema izračunu koji je podešen u PLC-u.

Prije prve klapne nalaze se još dva senzora. Prvi senzor koji se nalazi bliže klapni, ispred senzora koji aktivira klapnu, služi za detekciju ispunjenosti sustava za doziranje. Ako se paketić zadrži dulje od jedne sekunde na poziciji senzora, PLC sustava za transport šalje signal za zaustavljanje prema stroju za proizvodnju paketića te zadržava taj signal aktivnim još dvije sekunde nakon što se navedeni senzor oslobodi.

Drugi senzor se nalazi na mjestu prelaska paketića iz stroja za proizvodnju na sustav za transport paketića. Senzor služi za detekciju greške u izradi paketića. Dva paketića mogu doći zalijepljeni jedan za drugoga ili paketić sam nije dobro izrađen pa se po izlasku iz stroja za izradu može otvoriti i raspasti. U slučaju tih greški PLC sustava za transport šalje signal za zaustavljanje prema stroju za proizvodnju paketića.

3.3. Izrada razvodnog ormara

Za upravljanje sustavom izrađen je razvodni upravljački ormar u koji su ugrađeni svi potrebni zaštitni i upravljački elementi potrebni za rad sustava. Ormar je izrađen od lima u razini zaštite od vanjskih uvjeta IP54. Razina zaštite IP54 je dovoljna budući da je pozicija ormara u zatvorenom prostoru s reguliranim unutarnjim uvjetima. Dimenzije ormara su 600x600x200mm. Odabrane dimenzije su dovoljne za ugradnju svih potrebnih zaštitnih i upravljačkih elemenata te za hlađenje ormara putem njegove površine. Kod izrade ormara korišteni su profesionalni električarski ručni i

akumulatorski alati. Boje žica korištenih za povezivanje opreme odabrane su prema standardu IEC-HRN. Ormar je napravljen prema svim normama i pravilima struke koji važe za područje elektrotehnike.

TEHNIČKI PODACI

Razdjelnik: MIP13_+RO	Boje vodiča
Proizvođač: Elektro-čelik d.o.o., Markovićevo 28 Križevci	Faza L1: crna
Tip razdjelnika: EČ606020	Faza L2: crna
Broj razdjelnika: 163201DP	Faza L3: crna
Godina izrade: 2016.	Nula N: plava
	Uzemljenje PE: žuto-zelena
Dimenzije: 600x600x200mm	Vodič L 230V: crna
Vrsta: Schneider NSYCRN	Nula N 230V: plava
Materijal: Metalni	Vodič L24VAC: siva
Boja: RAL7032	Vodič N24VAC: ljubičasta
Stupanj zaštite: IP54	Vodič + 24VDC: crvena
	Vodič -24VDC: ljubičasta
Nazivna snaga:	Signali: crvena
Nazivna struja: 20A	Analogni signali: LICY
Pogonski napon: 400VAC	Vanjski napon: bijela
Signalni napon: 24 VDC	Mjerni strujni krugovi: smeđa/siva
Frekvencija: 50Hz	Strujni krugovi koji ostaju pod naponom nakon isključenja glavne sklopke: narančasta
Standard: IEC-HRN	
Sustav zaštite: TN-S	

Slika 3.8 Tehnički podaci

3.4. Montaža opreme u pogonu i ispitivanje

3.4.1. Montaža opreme

Budući da se montaža sustava izvodila u pogonu s više proizvodnih linija koje su u tom trenutku radile, te se na svakoj od linija nalazilo nekoliko operatera koji nisu obučeni za izvođenje takvih radova, posebno se pazilo na pravila zaštite na radu te sigurnost operatera. Prije početka radova područje izvođenja radova ograđeno je stupićima i trakom upozorenja, te znakovima upozorenja na kojima je navedena potrebna zaštitna oprema unutar područja izvođenja radova. Svi radovi su izvođeni prema pravilima struke i zaštite na radu te sa svom potrebnom zaštitnom opremom kako bi se osigurala sigurnost izvođača radova i ostalih ljudi koji su se nalazili u blizini područja izvođenja radova.



Slika 3.9 Znak upozorenja i stupići s trakom upozorenja

Razvodni ormar pozicioniran je tako da je lako dostupan električarima održavanja ali da se ne nalazi na transportnom putu ili hodnoj stazi.

Razvodni ormar povezan je s ostalim dijelovima sustava pomoću metalnih žičanih kabelskih kanalice u koje su položeni kabeli za napajanje potrošača te za prikupljanje signala. Glavna trasa kabelskih kanalice postavljena je na visinu od tri metra kako ne bi predstavljala prepreku za ljude i vozila unutarnjeg transporta. Sa glavne trase napravljeni su spustovi prema ostalim dijelovima sustava.

Svi dijelovi sustava pozicionirani su tako da su lako dostupni tehničarima održavanja te da se između njih zadržava sigurnosni razmak za prolaz ljudi.

Kabeli položeni u kanalice učvršćeni su plastičnim kabelskim vezicama kako bi se izbjeglo ispadanje kabela iz kanalice te zadržala urednost. Kod svakog od potrošača ostavljeno je pola metra do metar kabela viška u slučaju da je potrebno neki od potrošača preseliti za optimiziranje

rada sustava. Kabeli su označeni plastičnim oznakama sa imenom svakog kabela prema dokumentaciji za lakše održavanje sustava.

3.4.2. Ispitivanje opreme

Nakon što je sva oprema montirana obavljani su pregled, provjera i ispitivanje. Vizualni pregled obavljen je na svim dijelovima sustava. Posebno je provjereno da li je sva oprema učvršćena da se ne bi dogodio raspad sustava ili pad nekog dijela sustava na operatere. Pregledani su svi kabeli da nisu oštećeni prilikom polaganja i spajanja te da su učvršćeni na kableske kanalice. Rubovi kanalice su pregledani da prilikom rezanja nisu ostali oštri rubovi na kojima bi moglo doći do ozljede. Također je pregledano da li je odrađeno izjednačavanje potencijala te da li potrebno uzemljiti još koji dio sustava.

Nakon vizualnog pregleda napravljena su električna ispitivanja opreme.

Od osobe ovlaštene za ispitivanje električnih instalacija odrađena su, pomoću uređaja za ispitivanje električnih instalacija METREL EUROTEST 61557, TIP: MI 2086 ST, sljedeća ispitivanja:

- neprekinutost zaštitnih vodiča i vodiča za izjednačavanje potencijala
- mjerenje otpora zaštitnog vodiča
- ispitivanje otpora izolacije vodiča u instalaciji
- provjera ispravnog odabira i podešavanja zaštitnih naprava od prekomjernih struja
- ispitivanje ispravnosti zaštite od električnog udara u uvjetima kvara
- ispitivanje okretnog polja
- pad napona u vodičima instalacije

3.5. Puštanje opreme u rad

3.5.1. Ispitivanje funkcionalnosti sustava

Nakon što je sva oprema montirana na predviđene pozicije, učvršćena i povezana u jednu cjelinu, te nakon što su odrađene sve potrebne provjere i ispitivanja, razvodni ormar je pušten pod napon te se započinje s puštanje opreme u rad. Kod prvog puštanja opreme u rad posebno je vođena briga o sigurnosti kako za opremu tako i za sve koji su sudjelovali u puštanju u rad.

Nakon što je razvodni ormar pušten pod napon polako se kreće s podizanjem osigurača te puštanjem ostatka opreme pod napon.

Prvo su podignuti osigurači sigurnosnog kruga. Sigurnosni krug sastoji se od sigurnosnog releja, tipkala za nužni isklon i senzora na poklopcu sustava za doziranje paketića „B“ a služi za zaustavljanje sustava u izvanrednim slučajevima kada su ugroženi ljudi ili oprema. Nakon što je sigurnosni krug pušten pod napon ispituje se funkcionalnost pritiskom na tipkala za nužni isklon i podizanjem poklopca sustava za doziranje paketića „B“. Nakon što je neki od elemenata sigurnosnog kruga aktiviran uvijek je potrebno resetiranje ručno na razvodnom ormaru pritiskom na plavo tipkalo reset. Ukoliko se sigurnosni krug ne resetira niti jedan dio sustava neće krenuti.

Nakon što je pušten pod napon i ispitan sigurnosni krug te je potvrđeno da će odraditi u slučaju izvanrednih događaja pri puštanju u rad ili budućeg rada u pogonu slijedi podizanje osigurača za upravljački napon. Nakon podizanje osigurača ispituje se da li element upravljačkog napona daje zadovoljavajuću razinu upravljačkog napona te se potom podižu osigurači za PLC i senzore.

Sljedeći korak puštanja u rad odnosi se na testiranje ulaza i izlaza PLC-a. Provjerava se da li svi senzori imaju napajanje te da li se njihov signal šalje na odgovarajući ulaz PLC-a. Prilikom montaže lako se može dogoditi da se kabeli senzora ili čak i motornih pogona zamijene, tako da je ovaj korak jako bitan da se utvrdi stvarno stanje sustava nakon montaže.

Posljednji korak je puštanje u rad motornih pogona. Motorske zaštitne sklopke se podižu te se svaki motorni pogon kratko pušta u rad ne bi li se provjerio smjer vrtnje motora. Ako je smjer u redu nastavlja se na automatski rad, ako nije, potrebno je zamijeniti dvije faze napajanja motornog pogona. To je moguće odraditi na samom motornom pogonu ili u razvodnom ormaru.

3.5.2. Automatski rad

Kada se završi s ispitivanjem funkcionalnosti sustava potrebno je sustav pokrenuti u automatskom radu. Sustav se prvo pokreće u automatskom radu ali u izoliranom radu, bez utjecaja strojeva za izradu paketića. Na poziciji gdje dolaze signali od strojeva za izradu paketića ubačeni su mostovi ne bi li se simulirao rad strojeva, a paketići su dozirani ručno. Prilikom ručnog doziranja paketića sustav se optimizira podešavanjem pozicija senzora, vremena odgode prorade senzora i ventila, podešavanjem pritiska zraka pneumatskih ventila i brzine elevatora i ostalih traka.

Nakon što je sustav optimiziran i podešen ručnim doziranjem paketića uklanjaju se mostovi koji služe za simulaciju spremnosti strojeva za proizvodnju paketića sustav se pušta u potpuni automatski rad unutar proizvodne linije. Kod potpunog automatskog rada sustav za transport paketića pokreće se prema nalogu od strojeva za proizvodnju paketić te zaustavlja iste te strojeve u slučaju detekcije greške.

Pokusni rad započet je nakon što je sustav pušten u potpuni automatski rad unutar linije za proizvodnju. Pokusni rad traje, u ovom slučaju, jedan dan. Tijekom pokusnog rada bilježe se reakcije sustava na nepredviđene događaje kao što su lijepljenje dva paketića zajedno, raspadanje loše izrađenog paketića i slično. Rezultati pokusnog rada bilježe se u izvještaj te se po potrebi sustav još dodatno optimizira.

4. Zaključak

U završnom radu predstavljena je sveobuhvatna analiza procesa izrade sustava za transport paketića unutar tvornice, s naglaskom na optimizaciju procesa proizvodnje i automatizaciju rada. Glavna motivacija za razvijanje ovakvog sustava bila je potreba za ubrzanjem proizvodnog procesa, smanjenjem troškova i povećanjem učinkovitosti. Temeljna komponenta ovog sustava obuhvaća četiri glavna dijela: elevator paketića „A“, elevator paketića „B“, zajedničku zbirnu traku i razvodni upravljački ormar sustava (RO).

Optimizacija sustava provodi se kroz precizno podešavanje pozicija senzora, vremena odgode prorade senzora i ventila, pritiska zraka pneumatskih ventila, brzine elevatora i ostalih traka. Nakon početnog podešavanja, sustav se testira kroz pokusni rad tijekom kojeg se bilježe reakcije na nepredviđene događaje kao što su lijepljenje paketića ili raspadanje loše izrađenih paketića. Rezultati pokusnog rada služe za dodatnu optimizaciju sustava.

Automatizacija je ključni element modernih proizvodnih procesa, a implementacija sustava za transport paketića pokazala se izuzetno korisnom za povećanje proizvodnje i smanjenje ljudskih intervencija. U ovom radu prikazani su svi aspekti razvoja sustava, od početne ideje do konačne implementacije i optimizacije. Kroz detaljnu analizu i praktičnu primjenu, pokazano je kako se suvremene tehnologije mogu koristiti za poboljšanje učinkovitosti i produktivnosti u industrijskom okruženju.

Zaključujući, može se reći da je sustav za transport paketića postigao očekivane ciljeve. Optimizacija procesa rezultirala je smanjenjem vremena proizvodnje i povećanjem točnosti i pouzdanosti cijelog sustava. Uvođenje automatiziranih sustava pokazalo se kao isplativa investicija koja donosi dugoročne koristi. Predložene su i smjernice za buduća istraživanja i unapređenja, poput implementacije naprednijih senzorskih sustava i dodatnih modula za još veću fleksibilnost i prilagodljivost proizvodnim zahtjevima.

U konačnici, rad nudi pregled svih koraka potrebnih za razvoj i implementaciju sustava za transport paketića, pružajući tako vrijedne uvide i praktične smjernice za buduće inženjere i istraživače koji se bave sličnim izazovima u području automatizacije i optimizacije industrijskih procesa.

Stoga je važno naglasiti da razvoj ovakvih sustava nije samo tehnički izazov već i prilika za poboljšanje radnih uvjeta i smanjenje monotoni i fizički zahtjevnih zadataka za radnike. Time se ne samo poboljšava produktivnost već i kvaliteta radnog okruženja, što je jednako važno za dugoročni uspjeh i održivost bilo koje proizvodne tvrtke.

Dodatno, ovaj završni rad može poslužiti kao vodič i referenca za slične projekte u drugim industrijskim sektorima, pokazujući kako integracija tehnologije i inženjerskog znanja može

dovesti do značajnih unapređenja u proizvodnim procesima. Sustav za transport paketića predstavlja konkretan primjer uspješne primjene teorijskih koncepata u praksi, što dodatno potvrđuje važnost kontinuiranog razvoja i inovacija u industriji

5. Literatura

1. Vladimir Jurjević, Želimir Bobinac, Branko Hohnjec, Dražen Hosinger: Končar Tehnički priručnik - 5. izdanje, 1991
2. <https://www.se.com/hr/hr/> - Schneider hrvatska
3. <https://sieportal.siemens.com/en-ww/home> - Siemens Hrvatska

Popis slika

Slika 2.1 Elevator paketića "A"	11
Slika 2.2 Senzor za detekciju prolaska paketića "A"	12
Slika 2.3 Brojači paketića "A"	13
Slika 2.4 Elevator paketića "B"	14
Slika 2.5 Sustav za doziranje paketića „B“	14
Slika 2.6 Brojač paketića "B"	15
Slika 2.7 Zbirna traka	16
Slika 2.8 Razvodni upravljački ormar	18
Slika 3.1 Skica idejnog rješenja.....	20
Slika 3.2 Glavno napajanje i upravljački napon	21
Slika 3.3 Sigurnosni modul	22
Slika 3.4 Spoj motornih pogona	22
Slika 3.5 Spoj modula za regulaciju brzine s potencijetrom	23
Slika 3.6 Spoj fotoćelija.....	23
Slika 3.7 Prikaz projektiranog sustava	24
Slika 3.8 Tehnički podaci	27
Slika 3.9 Znak upozorenja i stupići s trakom upozorenja.....	28

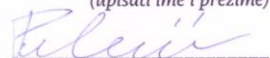


IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Dario Perharić (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Upravljanje sustavom za automatizirani transport paketića (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(*upisati ime i prezime*)


(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.