

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Jure Siega

**Avtomatsko vodenje sistema laserjev na
konfekcijskem stroju**

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: izr. prof. dr. Uroš Lotrič

Ljubljana, 2012



Št. naloge: 00184/2011

Datum: 01.12.2011

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **JURE SIEGA**

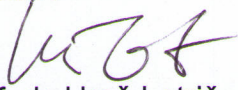
Naslov: **AVTOMATSKO VODENJE SISTEMA LASERJEV NA
KONFEKCIJSKEM STROJU
AUTOMATED CONTROL OF LASERS ON RUBBER CONFECTION
MACHINE**

Vrsta naloge: Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje

Tematika naloge:


V želji po zmanjševanju napak na izdelkih, se na proizvodnje stroje vse pogosteje vgrajujejo različna elektronska pomagala. V gumarstvu je za funkcionalnost končnega izdelka zelo pomembno natančno konfekcioniranje polizdelkov. Za sistem črtnih laserjev, ki je operaterju pri konfekcioniranju v veliko pomoč, izdelajte programsko opremo za avtomatsko vodenje in jo integrirajte v obstoječo programsko kodo programirljivega logičnega krmilnika na konfekcijskem stroju.

Mentor:


prof. dr. Uroš Lotrič



Dekan:


prof. dr. Nikolaj Zimic

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavlanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil \LaTeX .

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Spodaj podpisani Jure Siega, z vpisno številko **63080340**, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Avtomatsko vodenje sistema laserjev na konfekcijskem stroju

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom izr. prof. dr. Uroša Lotriča,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.), identični s tiskano obliko diplomskega dela,
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki "Dela FRI".

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorja:

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Urošu Lotriču za uspešno vodenje pri pisanju diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi zaposlenim v Savatech d.o.o., ki so mi omogočili izvedbo diplomske naloge v podjetju, prav tako so mi bili v veliko pomoč pri reševanju nastalih problemov. Predvsem pa se zahvaljujem staršem in dekletu za finančno in moralno podporo skozi celoten študij.

Kazalo vsebine

1	Uvod	1
2	Izdelovanje pnevmatik	3
2.1	Priprava polizdelkov	4
2.1.1	Gumena zmes	4
2.1.2	Gumena obloga notranje plošče in tekstilni kordi	5
2.2	Konfekcija	6
2.3	Vulkanizacija	9
2.4	Končni pregled	11
3	Strojna oprema	13
3.1	Programirljivi logični krmilnik	13
3.2	Servo regulator	15
3.3	Servo motor	17
3.4	Laserji in linearno vodilo	18
4	Programska oprema	21
4.1	Simatic Maneger	21
4.2	WinCC Flexible	25
4.3	Indra Works Engineering	26
5	Izdelava programa	29
5.1	Prenos parametrov	29
5.2	Avtomatsko premikanje laserjev	32
5.3	Zagotavljanje varnosti	36
5.4	Grafični vmesnik	37
6	Zaključek	39

Kazalo slik

2.1	Prikaz postopka izdelave pnevmatike.	4
2.2	Tangencialni mešalnik in mešalnik s prepletajočima rotorjema.	5
2.3	Shema brizgalnika.	6
2.4	Konfekcijski stroj.	7
2.5	Polaganje kordnega vložka.	8
2.6	Polaganje zunanje obloge.	9
2.7	Vulkanizacijska linija.	10
2.8	Pnevmatike.	11
3.1	Programirljivi logični krmilnik Siemens S7-300.	14
3.2	Električna shema krmilnika.	14
3.3	Servo regulator HCS01.	15
3.4	Sinhronski servo motor.	17
3.5	Primer laserja HD.	18
3.6	Projekcija laserske črte pod različnim kotom.	19
3.7	Linearno pomično vodilo z nosilci.	20
4.1	Nastavitve strojne opreme.	22
4.2	Nastavitve naprav v omrežju.	22
4.3	Programski jezik LAD.	23
4.4	Programski jezik FBD.	24
4.5	Programski jezik STL.	24
4.6	Zaslonska slika na operaterskem panelu.	25
4.7	Prikaz trenutnega stanja servo regulatorja.	27
5.1	Prenos vhodnih parametrov v podatkovni blok.	31
5.2	Prenos podatkov iz podatkovnega bloka na izhodne parametre.	31
5.3	Programski zagon servo regulatorja.	32

5.4	Zapis naslednje vrednosti pozicije v podatkovni blok.	33
5.5	Pomik laserjev na predhodno pozicijo.	34
5.6	Pretvarjanje podatkov.	35
5.7	Zagotavljanje smeri vrtenja servo motorja.	36
5.8	Zagotavljanje programske varnosti.	37
5.9	Zaslon v grafičnem vmesniku namenjen vzdrževalcem.	38

Kazalo tabel

3.1	Lastnosti servo regulatorja.	16
3.2	Stanja servo regulatorja.	16
3.3	Lastnosti servo motorja.	17
3.4	Lastnosti laserjev FD in HD.	19
5.1	Vhodni parametri.	30
5.2	Izhodni parametri.	30

Povzetek

Gumarska industrija izdeluje in trži gumene izdelke. Izdelava gumenih izdelkov se zaradi zapletenosti predelovanih snovi in njihovih lastnosti uvršča med postopke visoke tehnologije. V diplomski nalogi je opisana predelava sistema črtnih laserjev na konfekcijskem stroju podjetja Savatech. Laserji na konfekcijskem stroju se uporabljajo za projekcijo laserske črte na polizdelek. Projekcije laserskih črt so delavcu v pomoč pri pravilnem nameščanju materialov. Prejšnji sistem treh črtnih laserjev je bil ročno nastavljen. Pri ročnem nastavljanju laserjev je prihajalo do netočnosti, kar je pogosto vodilo v finančno izgubo. Izdelali smo sistem za avtomatsko pozicioniranje laserjev, ki zmanjša vpliv človeškega faktorja. Z zagotavljanjem bolj natančne proizvodnje polizdelkov se izboljša kvaliteta pnevmatik. Nov avtomatski sistem za pozicioniranje laserjev vsebuje dva laserja, servo motor, ki ga regulira servo regulator in pa pomično vodilo. Naša naloga je bila predvsem izdelava programa za programirljivi logični krmilnik in nastavitev servo motorja. Na grafičnem vmesniku konfekcijskega stroja smo dodali novo stran za spremljanje delovanja avtomatskega sistema za pozicioniranje laserjev.

Ključne besede: pnevmatika, konfekcijski stroj, programirljivi logični krmilnik, laser, servo motor

Abstract

Rubber industry manufactures and sells rubber products. Because of the complexity of the processed materials and their properties, manufacturing of rubber products is treated as high-tech technology. This work presents the integration of a new laser beam system on the confection machine of the Savatech Company. The lasers on the confection machine are used to project beams on the intermediate products in order to help a worker to correctly place the materials. The old system of three lasers was adjustable by hand. Manual adjustability was inaccurate, so the mistakes leading to the financial losses were very common. A system for automatic laser beam positioning was made, which decreases the influence of human factor. By assuring more accurate production of the intermediate products finally produced pneumatics are of better quality. New automatic system for laser positioning includes two lasers, servo motor which is regulated by servo regulator, and movable bus. Our task was to make a program for programmable logic controller and the settings of servo motor. We added new screen on the graphical user interface of the confection machine for following the actions of the automatic positioning system.

Keywords: rubber tire, confection machine, programmable logic controller, laser, servo motor

Poglavje 1

Uvod

Avtomatizacija proizvodnih procesov v osnovi pripomore k večji produktivnosti v proizvodnji. Zmanjša število monotonih del in težkih fizičnih del. Pripomore tudi k večji natančnosti pri izdelavi izdelkov, omogoča pa tudi sledenje izdelkom. Načrtovanje avtomatizacije proizvodnega procesa mora biti smotno, saj v nasprotnem primeru pomeni finančno izgubo. Slaba stran avtomatizacije je zmanjševanje števila delovnih mest in s tem povečevanja brezposelnosti. Praktično nemogoče je tudi napovedati, kdaj bo prišlo do okvare na katerem od strojnih delov. Okvaram se lahko nekoliko izognemo z rednimi vzdrževalnimi deli in pregledi [1].

Gumarstvo je industrijska panoga, ki se ukvarja z izdelavo in trženjem gumenih izdelkov. Izdelki se uporabljajo na številnih področjih življenja, v avtomobilski industriji kot pnevmatike, v gradbeništvu kot tesnilni profili in protipotresna ležišča, v grafični industriji kot ofsetne blazine in pri zaščiti naravnega okolja. Izdelava gumenih izdelkov zaradi zapletenosti predelovanih snovi in njihovih lastnosti zahteva postopke visoke tehnologije. Postopki predelave morajo biti natančni, saj že najmanjša sprememba pri izdelavi izdelka pomeni drugačne končne lastnosti od zelenih. Natančnost skozi celotno proizvodnjo izdelka dosežemo s čim večjo avtomatizacijo proizvodnje [2].

Pri starem sistemu laserjev je bilo potrebno pred začetkom dela na konfekcijskem stroju ročno nastaviti pozicije laserjev. V primeru, da laserji niso bili ročno pravilno nastavljeni je prišlo do napake na vseh polizdelkih, ki so bili v tem času izdelani na konfekcijskem stroju. To je privedlo do izmeta polizdelkov in velike finančne škode.

Nov avtomatski sistem pozicioniranja laserjev izključi morebitne človeške napake pri nastavljanju laserjev. Z novim avtomatskim sistemom laserjev naj bi prišlo do natančnejšega polaganja polizdelkov in manjšega izmeta.

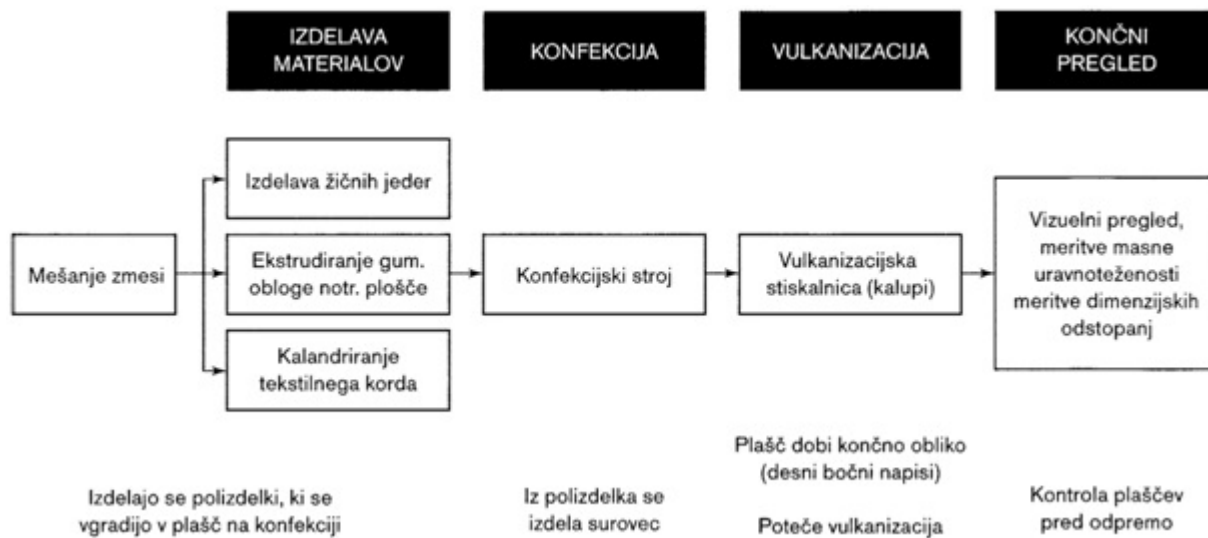
Diplomska naloga je razdeljena na štiri poglavja: izdelovanje pnevmatike, strojna oprema, programska oprema in izdelava programa. V poglavju izdelovanje pnevmatike je opisan postopek izdelave pnevmatik v proizvodnji podjetja Savatech d.o.o. [3]. V poglavju strojne opreme so opisane strojne komponente, ki so bile dodane za namen delovanja avtomatskega sistema pozicioniranja laserjev. Opisani so tako laserji kot servo motor z regulatorjem in programirljivi logični krmilnik, na katerem je bilo potrebno izvesti nekaj sprememb. V poglavju programske opreme so opisana programska orodja, ki smo jih uporabili pri izdelavi programa in nastavitvah strojnih komponent. V poglavju izdelava programa je opisana izdelava programa in grafičnega vmesnika. Opisani so vsi pomembnejši programski deli, ki so potrebni za nemoteno delovanje avtomatskega sistema za pozicioniranje laserjev.

Poglavje 2

Izdelovanje pnevmatik

Glede na sestavo in način izdelave obstaja več vrst gume. Posamezne vrste imajo različne mehanske odpornosti ter toplotne in električne prevodnosti. Nekatere vrste gume imajo tudi nizko plinsko propustnost, nekatere pa so odporne proti oljem in kemikalijam. Zaradi teh lastnosti se guma uporablja na zelo različnih področjih. Avtomobilska industrija uporablja gumo v obliki pnevmatike že skozi celotno zgodovino. Pnevmatike se med seboj razlikujejo po obliki in velikosti, saj zaradi različnih potreb potrošnikov obstaja veliko modelov avtomobilov in motociklov. Zaradi raznolikosti pnevmatik morajo biti v njihovi proizvodnji ustrezno prilagojeni vsi stroji in linije [4].

Postopek izdelave pnevmatike se zaradi zapletenosti predelave snovi in njihovih lastnosti uvršča med postopke visoke tehnologije. Postopek izdelave vsebuje štiri pomembnejše faze, ki so prikazane na sliki 2.1: izdelava materialov, konfekcija, vulkanizacija ter končni pregled [5].



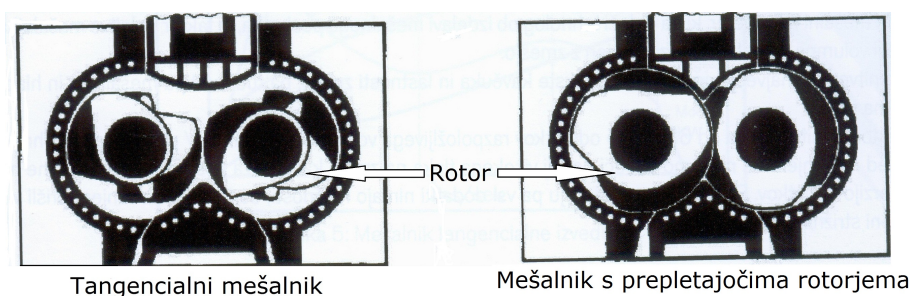
Slika 2.1: Prikaz postopka izdelave pnevmatike.

2.1 Priprava polizdelkov

Za izdelavo pnevmatike so potrebni različni polizdelki, ki jih uporabimo v procesu izdelave pnevmatike. To so: gumena zmes, gumena žična jedra, tekstilni kord in gumena obloga notranje plošče.

2.1.1 Gumena zmes

S predelavo kavčuka in dodatkov v mešalnih napravah dobimo gumeno zmes. Namen mešanja je predvsem čim bolj enakomerno vgrajevanje dodatkov v kavčuk [6]. Pri mešanju surovin se uporabljata dva tipa mešalnikov: tangencialni mešalnik in mešalnik s prepletajočima rotorjema [7]. Pri tangencialnem mešalniku vzporedno potekajo štirje procesi obdelave materiala: mletje, gnetenje, vzdolžno prerezovanje in stransko prekrivanje. Drugi tip mešalnika, s prepletajočima rotorjema, se od prvega razlikuje predvsem po obliki in vrtenju rotorja, ki je ključnega pomena za mešanje zmesi. Za mešalnike s prepletajočimi rotorji je značilno, da imajo boljše hladilne sposobnosti, zato se uporabljajo za mešanje temperaturno bolj občutljivih zmesi. Na sliki 2.2 vidimo oba tipa mešalnikov. V notranjosti obeh je tudi prikazana razlika v obliki rotorjev pri enem in drugem.

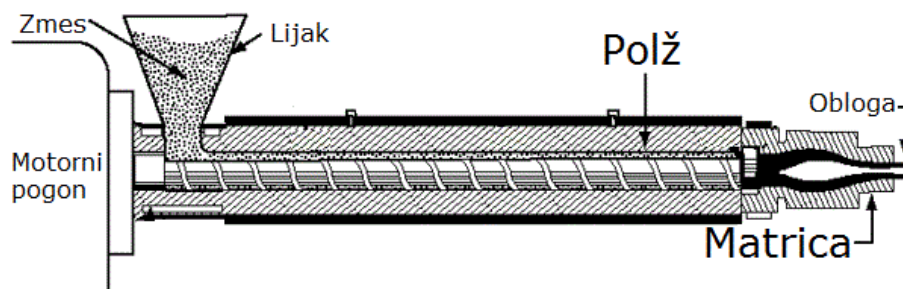


Slika 2.2: Tangencialni mešalnik in mešalnik s prepletajočima rotorjema.

Zmesi lahko mešamo v eni, dveh ali več stopnjah. Mešanje v enostopenjski fazi pomeni, da se celotna zmes izdelava v enem prehodu skozi mešalno napravo. Pri tem procesu je poraba energije najmanjša. Če je mešanje dvostopenjsko, se v prvi fazi izdelava predzmes, v drugi fazi mešanja pa predzmesi dodamo še vulkanizacijska sredstva. Večstopensko mešanje je podobno dvostopenjskemu mešanju, le da tu prvi stopnji sledi še ena ali več stopenj. V zadnji stopnji zopet dodamo vulkanizacijska sredstva.

2.1.2 Gumena obloga notranje plošče in tekstilni kordi

Gumeno zmes, ki jo v naredimo v mešalnikih s pomočjo procesa ekstruzije, predelamo v polizdelek [8]. Izdelamo lahko različne polizdelke, ki so različnih debelin in širin. V tej stopnji tako izdelujemo različne polizdelke, ki jim rečemo notranje obloge tesnilne plošče, zunanje obloge ali pa kordni vložki. Ekstruzija poteka na brizgalniku. Skozi lijak vstavljamo gumeno zmes v brizgalnik. Cilinder, v katerem se s pomočjo motornega pogona vrtili polž, potiska zmes v glavo brizgalnika in skozi kalandrske valje v orodje - matrico, ki naredi končno obliko polizdelka. Matrica in kalandrski valji v tem procesu dajejo obliko končnemu polizdelku. S pomočjo kalandrskih valjev vplivamo predvsem na končno debelino polizdelka. Ker je polizdelek sveže nabrizgan je tudi zelo vroč. Za nadaljnjo uporabo ga v hladilnih bobnih, ki so hlajeni z vodo, ohladimo in navijemo na bobne. Pri navijanju se uporablja ovojno blago, da se posamezni ovoji ne sprimejo med seboj. Polizdelek je tako pripravljen na konfekcijo. Na sliki 2.3 vidimo shemo brizgalnika v katerem izdelujemo polizdelke.



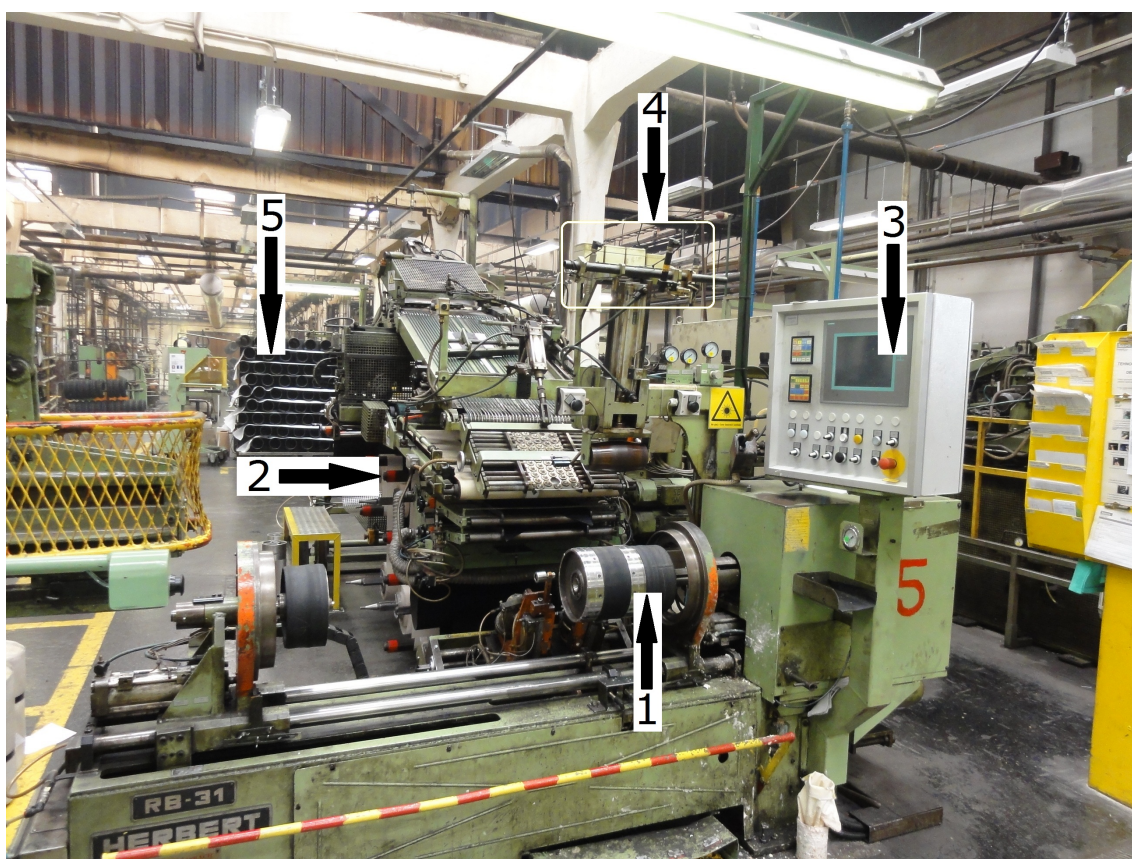
Slika 2.3: Shema brizgalnika.

2.2 Konfekcija

Definicija besede konfekcija [5], v gumarstvu pomeni sestavljanje in oblikovanje večih polizdelkov v enovit kos. Polizdelke združimo v nov polizdelek, ki mu v tej stopnji proizvodnje rečemo surovec. Konfekcija je v procesu izdelave gumenega plašča ena od pomembnejših faz izdelave. Poteka na konfekcijskem stroju, ki je sestavljen iz:

- konfekcijskega bobna s pogonom,
- strežnika za polizdelke,
- pomožnih naprav, predvsem odvijalne, rezalne, polagalne in likalne,
- krmilnega dela.

Slika 2.4 prikazuje konfekcijski stroj in njegove glavne dele. Pod številko 1 vidimo konfekcijski boben, pod številko 2 pa strežnik preko katerega dobivamo različne polizdelke. Številka 3 na sliki prikazuje delovni pult, na katerem je tudi operatorski panel. Pod številko 4 vidimo ročno nastavljiv sistem laserjev, pod številko 5 pa surovce, ki so bili izdelani na konfekcijskem stroju.

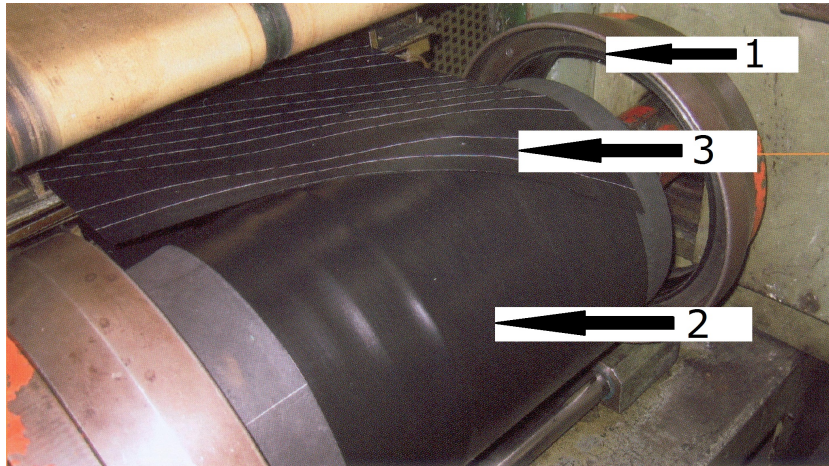


Slika 2.4: Konfekcijski stroj.

V končni izdelek, to je surovec, pri postopku konfekcije vgradimo različne polizdelke: gumirano žično jedro, notranjo tesnilno ploščo, diagonalno rezane tekstilne korde, tekalne obloge, bočnice in pa morebitne dodatne ojačitve s tekstilnimi trakovi.

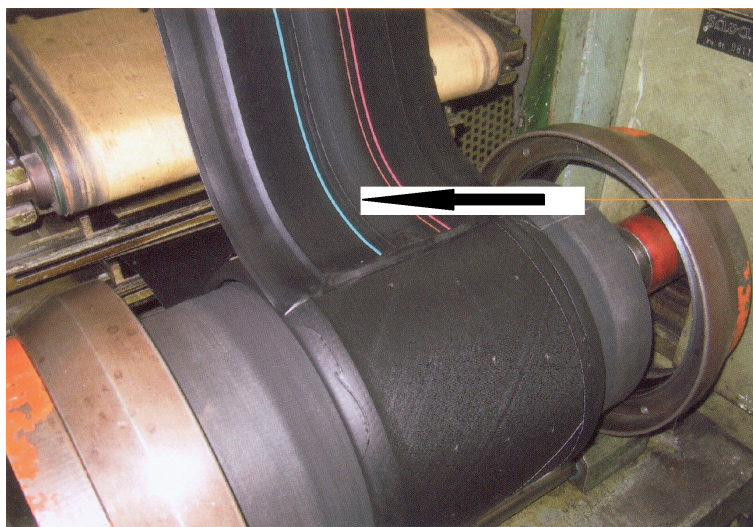
V prvem koraku vstavimo gumirano žično jedro na nosilce, ki jih vidimo prikazane pod številko 1 tudi na sliki 2.5. V naslednjem koraku na konfekcijski boben položimo notranjo tesnilno ploščo. Notranja tesnilna plošča je prikazana na sliki 2.5 pod številko 2. Pri tem se mora boben zavrteti za točno en obrat. Tesnilna plošča je že vnaprej odrezana na predpisano dolžino. Najbol kritičen del pri polaganju plošče je spoj, ki mora biti narejen kvalitetno. Pomembno je tudi, da je tesnilna plošča položena na boben centrično, za kar je v pomoč projekcija črte laserja na konfekcijskem bobnu. Po končanem polaganju tesnilne plošče sledi polaganje kordnih vložkov. Kordni vložek vidimo na sliki 2.5 pod številko 3. Število kordnih vložkov je odvisno od vrste plašča. Tudi pri kordnih vložkih je pomembno, da so natančno položeni, za kar so nam zopet v pomoč projekcije laserskih črt na konfekcijskem bobnu. Kordni vložki so tudi različno odrezani; lahko so desno

diagonalno ali pa levo diagonalno odrezani, pri tem morajo biti odrezani po predpisani dolžini.



Slika 2.5: Polaganje kordnega vložka.

Po končanem polaganju kordnih vložkov sledi nameščanje gumiranih žičnih jeder in izdelava zavihka. Ta del poteka popolnoma avtomatsko. Nosilci jeder prinesejo jedra na določeno pozicijo, nato sledi izdelava zavihka. Zavihek se izdelava pod ustreznim zračnim tlakom. Sledi še kombinacija ročnega in strojnega likanja, s katerim dosežemo sprijemanje plasti med seboj. Pri likanju je potrebno zrak, ki se ujame med plastmi, iztisniti. Po končanem likanju sledi polaganje tekalne obloge, ki je sestavljena iz ene ali več zmesi, poteka prek strežnika, na katerem je lahko tudi rezalna naprava. Polaganje tekalne obloge vidimo na sliki 2.6. Obloga mora biti položena centrično in pri tem ne sme biti zamaknjena levo ali desno. Zopet so nam v pomoč laserske projekcije črt na konfekcijskem bobnu. Ko je obloga položena je potrebno ponovno likanje za izstisk morebitnega zraka. Surovec je tako končan in pripravljen na odstranitev iz konfekcijskega bobna.

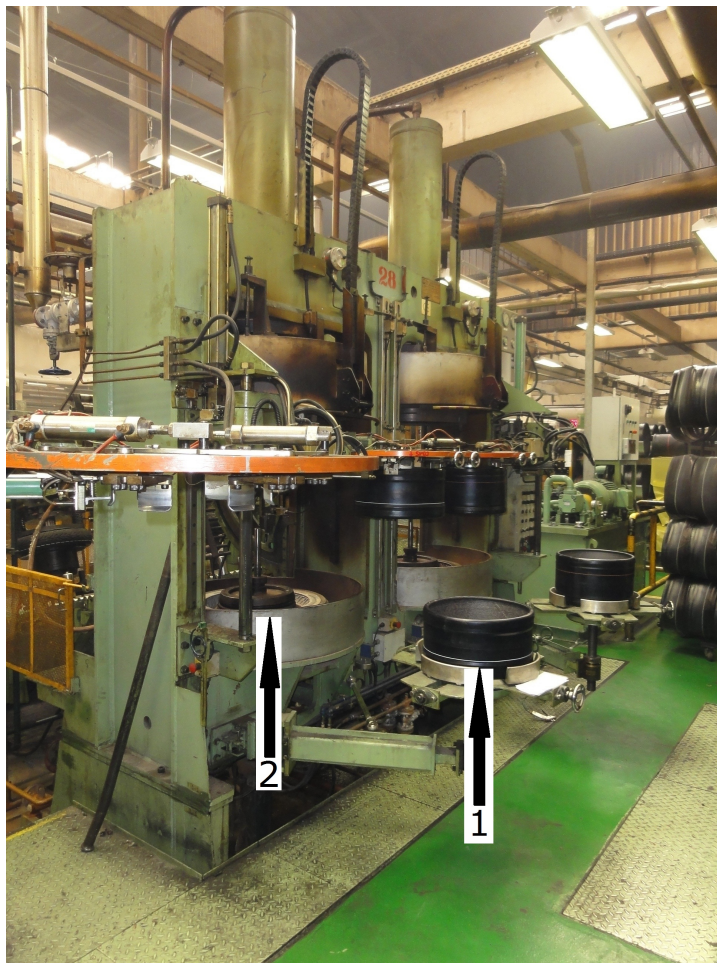


Slika 2.6: Polaganje zunanje obloge.

2.3 Vulkanizacija

Pri procesu vulkanizacije pride do preoblikovanja in kemijske reakcije surovca [9]. V tem procesu kavčuk, zaradi kemijske reakcije pod vplivom temperature, časa in tlaka postane odporen proti kemijskim in mehanskim vplivom. Rezultat vulkanizacije je stabilen elastičen material, ki mu rečemo guma. Pri procesu vulkanizacije iz surovca, ki je bil izdelan v postopku konfekcije, prav tako dobimo že končni izdelek, pnevmatiko.

Pri procesu vulkanizacije lahko pride tudi do napak, kot so poroznost gume, prevulkaniziranost, podvulkaniziranost, neenakomerno vulkaniziranje. Do poroznosti gume pride v primeru uplinjanja, izparevanja kemikalij ali prisotnosti vlage. Prevulkanizirana guma nastane takrat, ko je čas vulkanizacije predolg, podvulkaniziranost gume pa, ko je čas vulkanizacije prekratek. Tudi v primeru previsoke ali prenizke temperature dobimo prevulkanizirano oziroma podvulkanizirano gumo. Neenakomerna vulkanizacija se ponavadi pojavi, ko imamo nehomogeno sestavo zmesi ali gumo segrevamo nepravilno.



Slika 2.7: Vulkanizacijska linija.

Na sliki 2.7 je prikazana vulkanizacijska linija, ki se nahaja v proizvodnji programa Velo. Pod številko 1 je prikazan surovec, ki je bil proizveden na konfekcijskem stroju. Številka 2 na sliki prikazuje kotel, v katerem se nahaja kalup za oblikovanje surovca v pnevmatiko. V tej stopnji pnevmatika že dobi končno obliko. Oblikujejo se profil pnevmatike, stranski robovi in napisi na njej. Surovec se v kotlu oblikuje pod visokim pritiskom, ponavadi okoli 12 barov, in se po določenem času odstrani iz kotla. Pomembna je tudi temperatura pri kateri poteka proces vulkanizacije. Po koncu procesa vulkanizacije je potrebno pnevmatike še ohladiti.

2.4 Končni pregled

Pri končnem pregledu se pnevmatike vizualno pregledajo. Pregleda se tudi ali je pnevmatika pravilno masno uravnovešena in ali je v okviru dimenzijskih odstopanj. V primeru, da pnevmatika ne ustreza kateremu od pogojev, je neuporabna. Če pnevmatika ustreza vsem zahtevam je pripravljena na skladiščenje in prodajo. Na sliki 2.8 so prikazane pnevmatike, ki so bile pregledane in ustrezajo vsem zahtevam.



Slika 2.8: Pnevmatike.

Poglavje 3

Strojna oprema

Sistem za avtomatsko pozicioniranje laserjev predstavlja predelavo starega ročnega sistema laserjev na konfekcijskem stroju. Pri predelavi je bilo potrebno dodati nekaj novih strojnih delov in jih povezati z obstoječimi, ki so podrobneje opisani v spodnjih podpoglavjih. Laserja sta pritrjena na nosilce, ki se nahajajo na linearnem pomičnem vodilu. Pomik dela linearnega vodila je izveden s prenosom sinhronskega servo motorja preko zobatega jermena. Servo motor upravlja servo regulator, ki podatke o stanju konfekcijskega stroja dobiva iz programirljivega logičnega krmilnika.

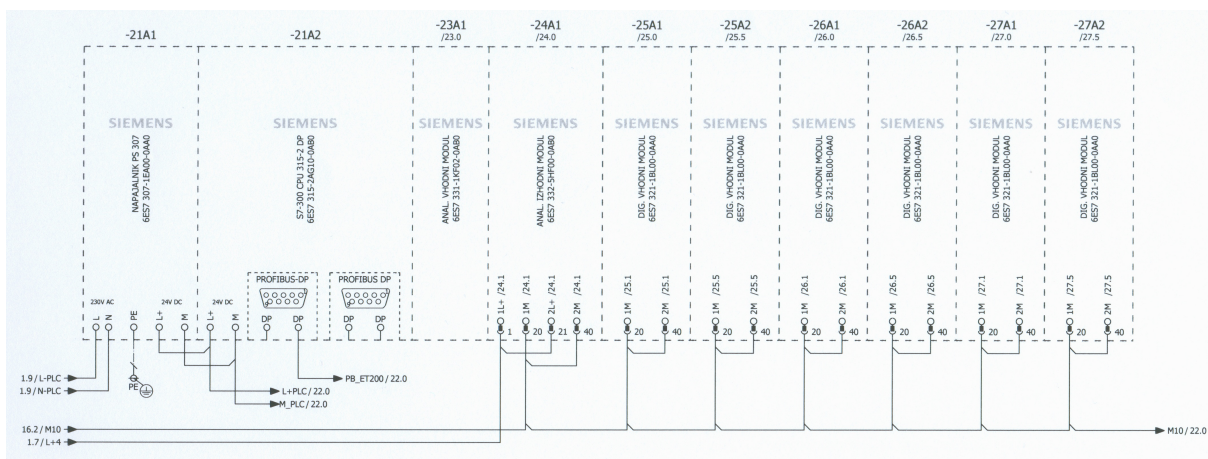
3.1 Programirljivi logični krmilnik

Programirljivi logični krmilnik (ang.: Programmable logic controller) Siemens S7-300 [10] se nahaja v električni stikalni omari, ki je postavljena poleg konfekcijskega stroja. Uporabljen je standardni procesor 315-2-DP s 24 V napajalnikom PS 307. Uporabljena je ena vhodna analogna kartica, ena izhodna analogna kartica, sedem vhodnih digitalnih kartic in tri digitalne izhodne kartice. Ker je število vhodnih in izhodnih kartic veliko, je za nemoteno delovanje uporabljen še razširitveni modul, ki s krmilnikom komunicira preko PROFIBUS vodila. Na sliki 3.1 je prikazan tip krmilnika, ki je uporabljen na konfekcijskem stroju. Na sliki so vidni še vhodno-izhodni moduli, ter napajalnik.



Slika 3.1: Programirljivi logični krmilnik Siemens S7-300.

Na sliki 3.2 je prikazana električna shema krmilnika, ki je bila narejena s programom EPLAN, s katerim je izdelana večinoma vsa električna dokumentacije za stroje v proizvodnji. Na shemi je prikazan del krmilnika z napajalnikom in vhodno-izhodnimi karticami, ki je uporabljen na konfekcijskem stroju. Sheme med seboj povezujejo številne električne elemente. Elemente, s katerimi je krmilnik povezan, najdemo tako, da sledimo povezavam na katerih so napisana števila. Ta števila nam povedo na kateri strani dokumentacije najdemo več podatkov o izbranih elementih.



Slika 3.2: Električna shema krmilnika.

3.2 Servo regulator

Včasih so servo regulatorji služili le napajanju in reguliranju servo motorjev, danes pa le-ti vsebujejo zmogljive procesorje, ki omogočajo tudi zahtevna pozicioniranja servo motorja. Vsebujejo različne vmesnike za komunikacijo z zunanjimi napravami, kot so programirljivi logični krmilniki. V našem primeru smo uporabili servo regulator proizvajalca Bosch Rexroth HCS01. Na sliki 3.3 je prikazan servo regulator, ki smo ga uporabili pri sistemu za avtomatsko pozicioniranje laserjev, v tabeli 3.1 pa nekaj osnovnih lastnosti.



Slika 3.3: Servo regulator HCS01.

opis	enota	vrednost
celoten tip	-	HCS01.1E-W0005-A-03-B-ET-EC-PB-NN-NN-FW
napajanje	V	izmenična trofazna, 400
teža	kg	0,72
maksimalen tok	A	5
tok v mirovanju	A	1,7
delovna temperatura	°C	0 - 40
stopnja zaščite	-	IP20

Tabela 3.1: Lastnosti servo regulatorja.

Servo regulator Rexroth HCS01 vsebuje dva vmesnika za komunikacijo: MultiEthernet in PROFIBUS DP. Za sistem laserjev smo uporabili vmesnik za komunikacijo preko PROFIBUS vodila. Servo regulator ima na sprednji strani tudi manjši zaslon, ki služi za osnovno konfiguriranje in izpisovanje stanj. Stanja regulatorja so pomembna tudi na strani krmilnika, saj jih moramo pravilno obravnavati. Prikazana so v tabeli 3.2.

oznaka	številka	pomen
bb	19	regulator pripravljen na vklop
Ab	18	regulator pripravljen za delovanje
AH	16	zasilna zaustavitev regulatorja
AF	256-1027	napaka na regulatorju ali komunikaciji

Tabela 3.2: Stanja servo regulatorja.

3.3 Servo motor

Pri sistemu za avtomatsko pozicioniranje laserjev je bil uporabljen sinhronski servo motor proizvajalca Bosch Rexroth tipa MSK030C. Prikazan je na sliki 3.4, njegove glavne značilnosti pa so podane v tabeli 3.3.



Slika 3.4: Sinhronski servo motor.

[12]

opis	enota	vrednost
navor v mirovanju	Nm	0,8
el. tok v mirovanju	A	1,5
maksimalen navor	Nm	4
maksimalen tok	A	6,8
maksimalna hitrost	min^{-1}	9000
glasnost	dB	< 75
stopnja zaščite	-	IP65

Tabela 3.3: Lastnosti servo motorja.

Servo motor preko priključka na zgornjem delu dobi napajalno napetost, ozemljitev in kontrolne signale. Kontrolni signal vsakih 20 ms sporoči servo motorju pozicijo, na katero se mora premakniti. Servo motor vsebuje senzor za trenutno pozicijo. Podatek trenutne pozicije primerja s podatkom pozicije, ki ga dobi iz kontrolnega signala in na podlagi seštevka se motor zavrti v določeno smer.

Prednost servo motorja pred ostalimi pogoni je predvsem velika moč in zanesljivost delovanja. Med obratovanjem servo motorja praktično nikoli ni treba vzdrževati in s tem zaustavljati proizvodnje.

3.4 Laserji in linearno vodilo

Diodni laserji (tudi polprevodniški laserji), kakršni so uporabljeni na sistemu pozicioniranja lahko projicirajo različne oblike: črto, točko ali križ. Glede na to kakšen material uporabimo pri izdelavi laserja, nam ta določi na kakšni valovni dolžini bo deloval. Valovna dolžina uporabljenih laserjev je 635 nm, kar pomeni, da je projekcija laserja rdeče barve. Pomembno je, da se projekcija laserja dobro vidi tudi pri dnevni svetlobi. Ker so laserji uporabljeni v proizvodnji in so izpostavljeni težkim pogojem je pomembno tudi, da so narejeni iz robustnega ohišja in niso občutljivi na vplive iz okolice. Na sliki 3.5 je prikazan laser, ki je v sistemu pozicioniranja uporabljen za stransko projekcijo črte.

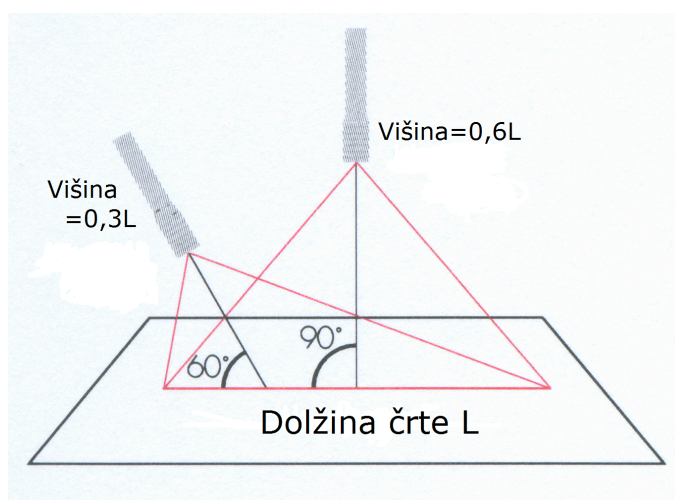


Slika 3.5: Primer laserja HD.

[13]

Prejšnji ročni sistem laserjev je vseboval tri laserje, različnih proizvajalcev z različnimi napajalnimi napetostmi. Laserji so na konfekcijski boben projicirali lasersko črto. Levi in desni stranski laser ter sredinski laser je bilo potrebno pred začetkom dela nastaviti ročno. Posledica napačne nastavitve je bila napaka na vseh surovcih in pa izmet surovcev. Nov avtomatski sistem laserjev vsebuje dva laserja. Sredinski laser, ki označuje sredino konfekcijskega bobna, se ne premika in projicira laserski križ. Drugi laser, ki se po linearnem vodilu s pomočjo servo motorja premika v levo in desno smer, pa projicira lasersko črto. Projekcija stranskega pomičnega laserja pod različnimi koti in različnimi višinami je prikazana na sliki 3.6. Slika prikazuje projekcije laserskih črt pod različnim kotom in

višino na ravnino. Opazimo lahko, da ne glede na višino in kot projekcije ostane dolžina laserske črte nespremenjena.



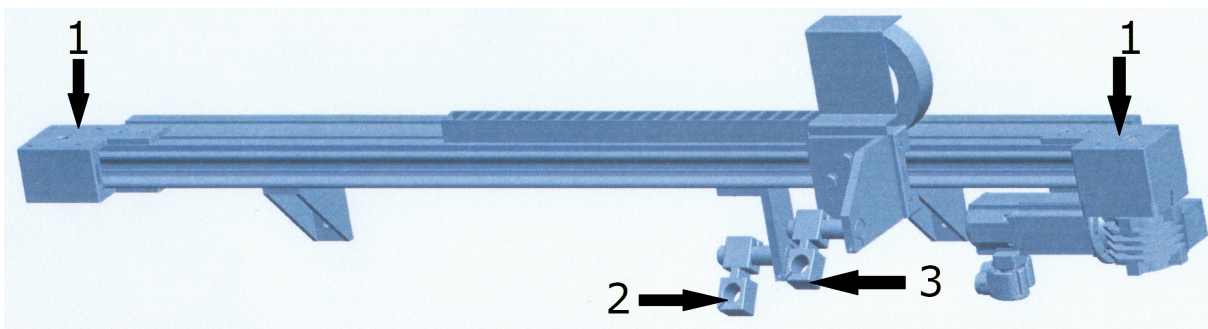
Slika 3.6: Projekcija laserske črte pod različnim kotom.

V sistemu pozicioniranja sta uporabljena laserja proizvajalca LAP LASER. Laserja sta različnega tipa, saj že v osnovi prikazujeta drugačno projekcijo: tip LAP 3FDL in LAP 3HDX. V tabeli 3.4 je prikazanih nekaj lastnosti obeh laserjev.

opis	enota	laser FD	laser HD
fokus	-	standardni	nastavljiv
projekcija	-	črta	križ
tip laserja	-	diodni	diodni
napajalna napetost	V	24 DC	24 DC
valovna dolžina	nm	635	635
dolžina črte	m	do 2	do 2
izhodna moč	mW	3	3
stopnja zaščite	-	IP54	IP67

Tabela 3.4: Lastnosti laserjev FD in HD.

Laserji so na linearno vodilo pritrjeni z nosilci. Pomično vodilo ima tudi dve končni stikali za označitev konca vodila. Celotno vodilo je dolgo približno 1 meter. Končni stikali sta nameščeni na vodilo zaradi varovanja naprav v primeru večje programske ali strojne napake na sistemu za pozicioniranje. Ko pomični laser vklopi končno stikalo to pomeni, da se mora premikanje laserjev nemudoma zaustaviti. Na sliki 3.7 je prikazano linearno vodilo z nosilci za laserje. Pod številko 1 vidimo prostora za končni stikali. Pod številko 2 vidimo fiksni nosilec za laser projekcije križ, pod številko 3 pa nosilec za pomični laser, ki projecira lasersko črto.



Slika 3.7: Linearno pomično vodilo z nosilci.

Poglavje 4

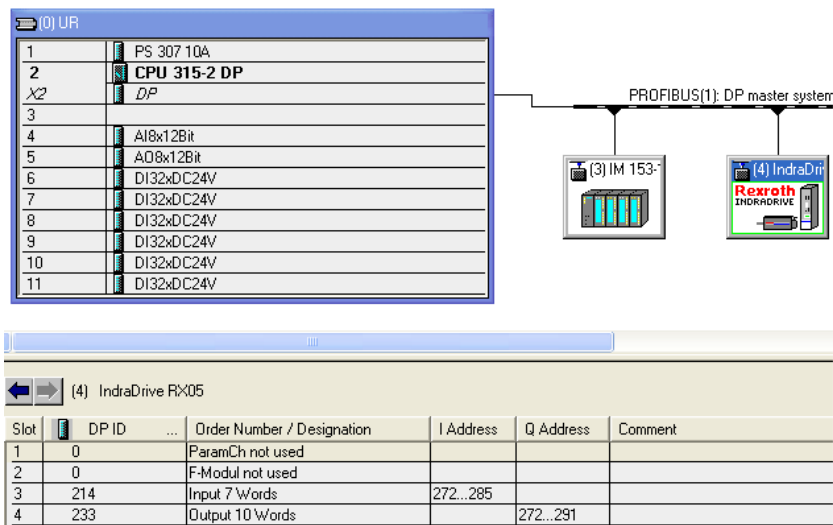
Programska oprema

V poglavju so opisana glavna programska orodja in pa nekaj konfiguracij uporabljenih pri izdelavi diplomske naloge. Namen tega poglavja je opis programske opreme za boljše razumevanje nadaljnjega opisa predelave in dodelave programa na konfekcijskem stroju.

4.1 Simatic Manager

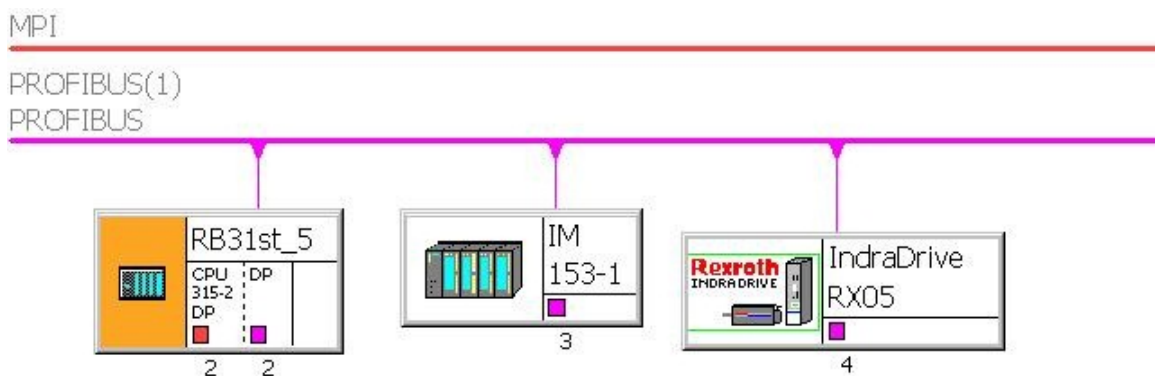
Razvojno okolje Simatic Manager je orodje, ki združuje programe Siemensovega podjetja v celoto [14]. Tako imamo zelo pregledno združene vse potrebne podatke o projektu na enem mestu. Vsebuje orodja za strojno in omrežno konfiguracijo programirljivih logičnih krmilnikov, orodje za programiranje z možnostjo simulacije in orodje za izdelavo grafičnega vmesnika za operaterske panele.

Orodje HW Config, ki je prikazano na sliki 4.1, služi strojni konfiguraciji opreme. V njem določimo napajalno enoto, tip procesorja, število in vrsto vhodno-izhodnih kartic. Le-te morajo biti razporejene v takem vrstnem redu, kakor so fizično razporejene na letvi krmilnika. Vhodno-izhodne kartice so lahko analogne in digitalne. Pri analognih karticah lahko nastavimo tudi režim delovanja. Običajno je to napetost od 0 V do 10 V ali električni tok od 4 mA do 20 mA. Definiramo lahko tudi morebitne druge naprave, ki so priključene na omrežje od programirljivega logičnega krmilnika. V že obstoječo strojno konfiguracijo konfekcijskega stroja smo dodali servo regulator. Servo regulatorju je bilo potrebno nastaviti še število vhodov in izhodov, ki jih bo uporabljal za komunikacijo s programirljivim logičnim krmilnikom. Nastavili smo 7 vhodnih besed (beseda oz. ang. word je sestavljena iz 16 bitov) in 10 izhodnih besed.



Slika 4.1: Nastavitve strojne opreme.

Orodje NetPro je namenjeno nastavljanju omrežnih nastavitvev med programirljivim logičnim krmilnikom in drugimi napravami v omrežju. Nastavimo lahko vrsto omrežne povezave: PROFIBUS, MPI ali Ethernet. V omrežju imamo različne naprave kot so programirljivi logični krmilnik, operaterski panel in servo regulator. Vsem napravam, ki jih priključimo na omrežje, določimo tudi naslov. Paziti moramo, da se ti naslovi med seboj ne prekrivajo. Spodnja slika 4.2 prikazuje omrežne konfiguracije na konfekcijskem stroju RB-31 št. 5. V omrežje, ki deluje na PROFIBUS vodilu, smo dodali IndraDrive servo regulator in mu nastavili naslov številka 4.

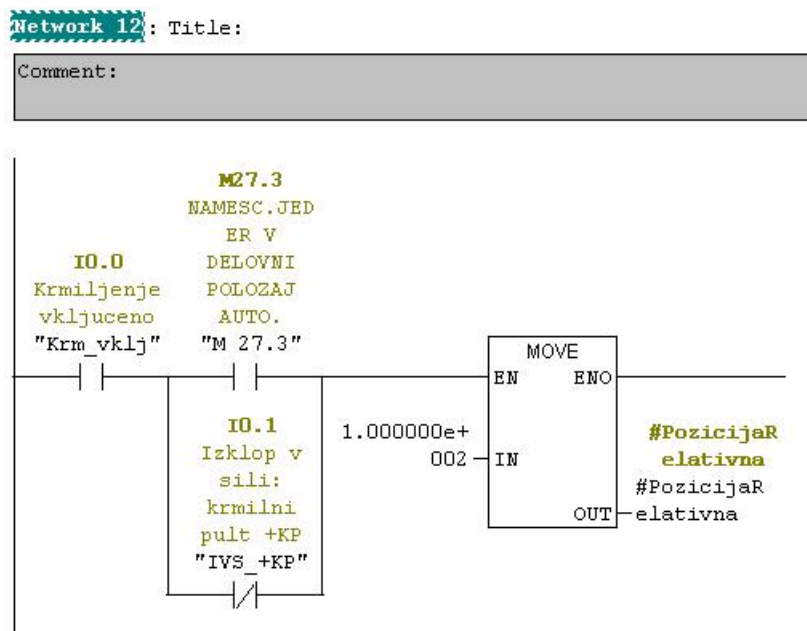


Slika 4.2: Nastavitve naprav v omrežju.

Glavno orodje Simatic Manegerja je seveda orodje za programiranje programirljivega logičnega krmilnika. Program je sestavljen iz različnih blokov in se izvaja ciklično. Programski bloki so:

- OB, organizacijski blok (ang.: Organization block, OB),
- FC, funkcija (ang.: Function, FC),
- FB, funkcijski blok (ang.: Function block, FB),
- DB, podatkovni blok (ang.: Data block, DB),
- SFC, sistemska funkcija (ang.: Sistem function, SFC),
- SFB, sistemski funkcijski blok (ang.: Sistem function block, SFB),
- SDB, sistemski podatkovni blok (ang.: Sistem data block, SDB),
- UDT, uporabnikovi podatkovni tip (ang.: User data type, UDT).

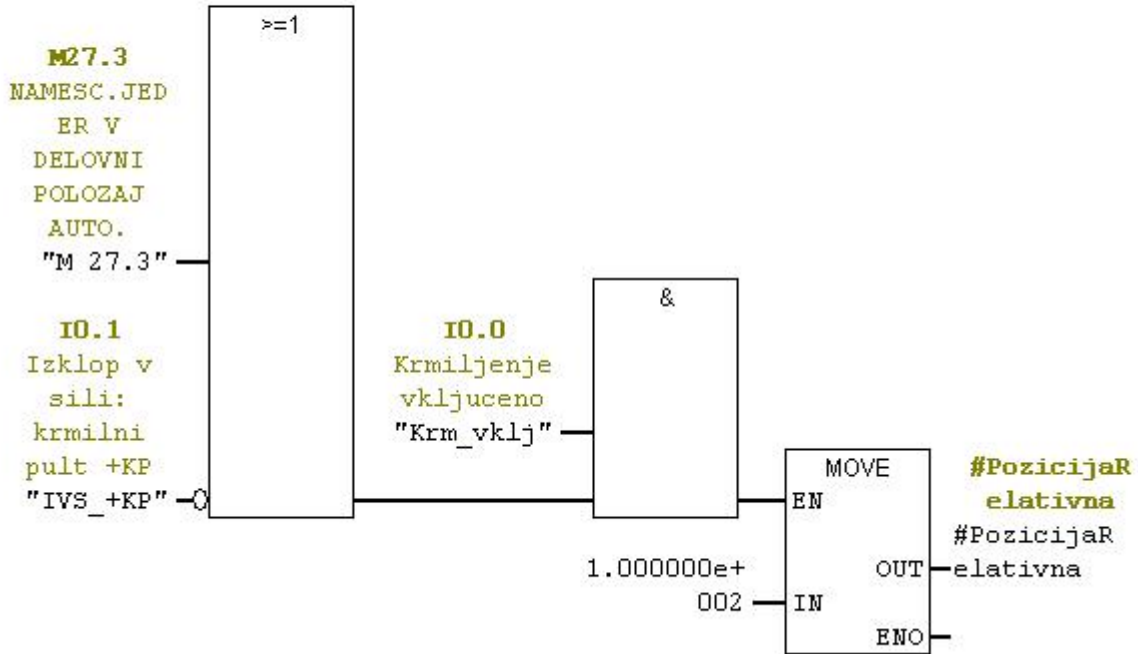
Programiramo lahko v treh različnih jezikih: lestvični diagram (ang.: Ladder logic diagram, LAD), funkcijsko bločni diagram (ang.: Function block diagram, FBD), seznam ukazov (ang.: Statement list, STL). Pri programiranju smo večinoma uporabljali programski jezik LAD. Primer enake programske kode v vseh treh programskih jezikih je prikazan na slikah 4.3, 4.4 in 4.5:



Slika 4.3: Programski jezik LAD.

Network 12: Title:

Comment:



Slika 4.4: Programski jezik FBD.

Network 12: Title:

Comment:

```

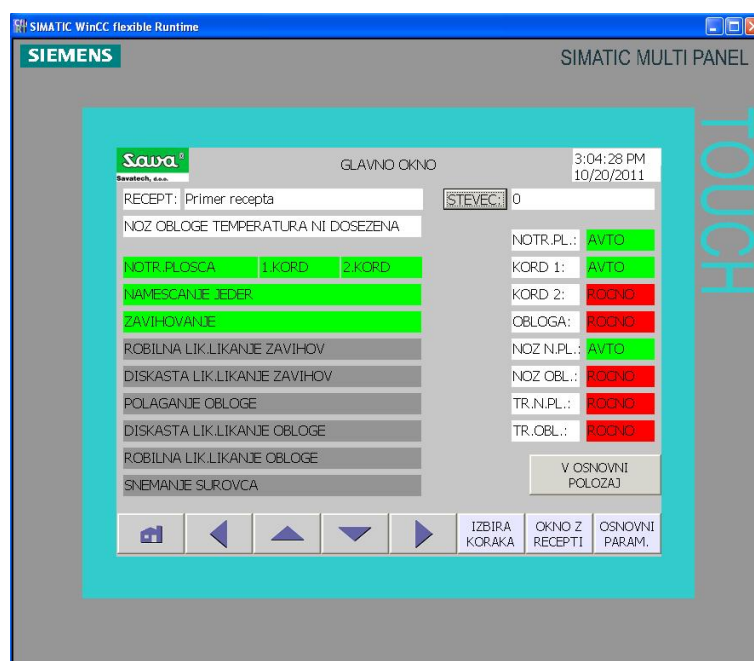
A      "Krm_vklj"          IO.0
A(
O      "M 27.3"           M27.3
ON     "IVS_+KP"         IO.1
)
JNB   _00c
L     1.000000e+002
T     #PozicijaRelativna  #PozicijaRelativna
_00c: NOP 0

```

Slika 4.5: Programski jezik STL.

4.2 WinCC Flexible

S programom WinCC Flexible izdelujemo grafične vmesnike, ki jih nato naložimo na operaterski panel. Operaterski paneli se ponavadi nahajajo na ali ob samih proizvodnih strojih. Izdelamo lahko tudi grafični vmesnik, na katerega se lahko oddaljeno povežemo. Grafični vmesnik je namenjen pregledu stanja linije, upravljanju z linijo, arhiviranju podatkov, vnašanju receptur in prikazovanju napak na stroju. Grafični vmesnik mora biti zato narejen čim bolj pregledno in enostavno, hkrati pa mora zadostno informirati operaterja na liniji. Na sliki 4.6 je primer prve zaslonske slike grafičnega vmesnika na konfekcijskem stroju RB-31 št. 5.



Slika 4.6: Zaslonska slika na operaterskem panelu.

Aplikacijo, ki jo naredimo v programu WinCC Flexible, povežemo s Simatic Managerjem preko oznak (ang.: tags). Preko teh oznak lahko podatke pošiljamo krmilniku ali pa jih od njega prejemo. V programu moramo določiti še vrsto komunikacije med krmilnikom in operaterskim panelom. Na konfekcijskem stroju je ta komunikacija izvedena preko PROFIBUS vodila.

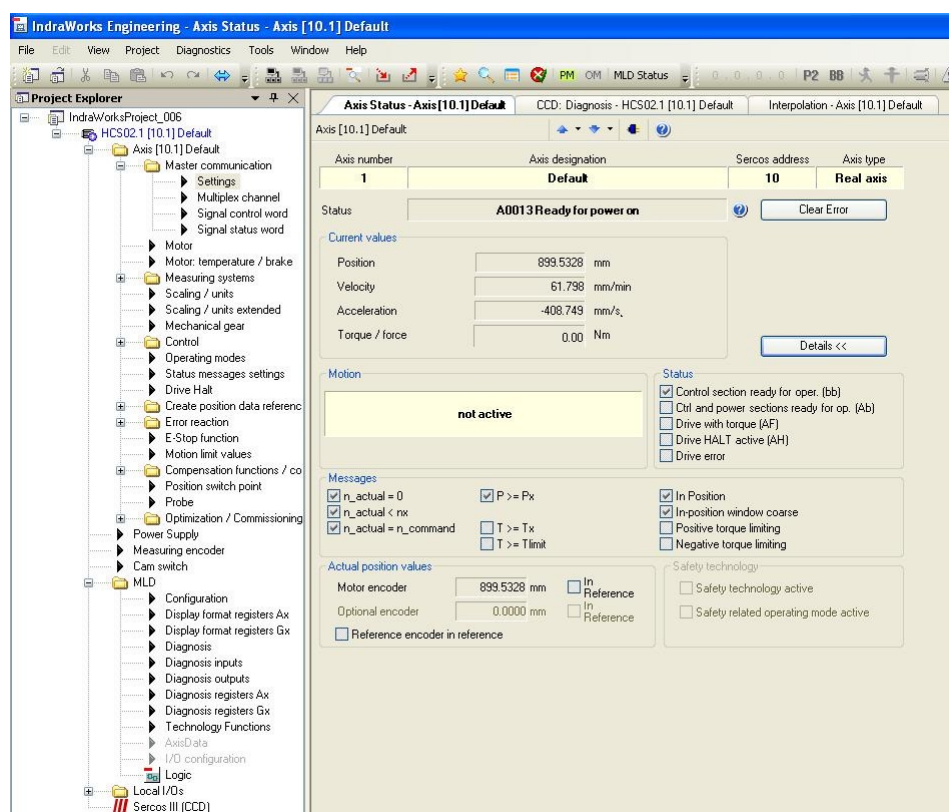
Ker so podatki, ki jih pošiljamo iz grafičnega vmesnika proti krmilniku, odvisni od

vrste dela, ki ga izvajamo na stroju, uporabimo recepture (ang.: recipes). Tako imamo na primer za vsako vrsto pnevmatike, ki jo delamo na konfekcijskem stroju, svoj recept. V receptih se nahajajo podatki o delovanju stroja za izdelavo posamezne pnevmatike kot so hitrost vrtenja konfekcijskega bobna, število vrtljajev konfekcijskega bobna pri polaganju obloge, pozicije posameznih oblog, tlak pri izdelovanju zavihkov. Z recepturami zagotovimo dinamično delovanje stroja. V primeru, da želimo spremeniti podatke za izdelavo neke vrste pnevmatike enostavno spremenimo recepturo za to pnevmatiko. Ni nam potrebno posegati v samo delovanje programa na stroju.

V podatkih, ki jih prenašamo iz krmilnika lahko pošljamo razne podatke za prikaz trenutnih vrednosti kot na primer trenutna hitrost vrtenja konfekcijskega bobna, trenutni tlak pri zavihovanju zavihkov, lahko pa pošljamo tudi bite, ki nam pomenijo določen alarm za alarmiranje na stroju. Prikaz alarmov na stroju je pomemben del aplikacije, saj operaterju pomaga pri odkrivanju napak. Posamezne alarme je priporočljivo ustrezno komentirati, saj tako delavec na stroju hitro ugotovi kje in kako je prišlo do napake.

4.3 Indra Works Engineering

Indra Works Engineering je programsko orodje, s katerim konfiguriramo in pregledujemo stanje pogonskih servo regulatorjev proizvajalca Bosch. Z računalnikom, preko katerega želimo konfigurirati servo regulator, se povežemo s pomočjo posebnega kabla, ki ga priključimo na serijske vrata računalnika (ang.: serial port). V programu v orodni vrstici uporabimo funkcijo za iskanje naprav (ang.: scan for drives). Na računalniku se nam prikaže trenutno stanje servo regulatorja in pa že morebitne konfiguracije. Imamo možnost nastavljanja različnih parametrov, kot so hitrost vrtenja, hitrost pospeška in pojemka, naslov za komunikacijo, konfiguracijo vhodnih in izhodnih besed pri komunikaciji, pojemek pri zasilni ustavitvi. Pregledujemo lahko tudi trenutno stanje servo regulatorja in servo pogona. Dostopamo lahko do podatkov kot so trenutna pozicija, hitrost vrtenja in smer vrtenja servo pogona.



Slika 4.7: Prikaz trenutnega stanja servo regulatorja.

V programu lahko definiramo komunikacijo med servo regulatorjem in programirljivim logičnim krmilnikom, ki ponavadi poteka kar preko PROFIBUS vodila. Določimo, katere podatke želimo pošiljati, in katere prejemati. Pri tem moramo paziti, koliko bitov določa posamezen podatek, ki smo ga izbrali za komunikacijo, saj je potrebno na strani krmilnika nastaviti število bitov, ki se bodo prenašali po omrežju pri komunikaciji. Običajno so podatki 8, 16 ali 32 bitni. Slika 4.7 prikazuje trenutno stanje, ki smo ga zajeli na testni enoti. Na levi strani slike vidimo orodja za konfiguracijo servo pogona, na sredini slike pa podatke o trenutnem stanju servo pogona. Ko želimo trenutno konfiguracijo naložiti na servo regulator, mora le-ta biti v parametrizacijskem načinu.

Poglavje 5

Izdelava programa

V spodnjem poglavju je opisan program za sistem avtomatskega pozicioniranja laserjev. Programska koda je bila dodana v že obstoječi program na konfekcijskem stroju. Pri tem je bilo potrebno paziti, da nismo prepisali podatkov ali nastavitev iz že obstoječega programa. Opisana je tudi izdelava zaslonske slike za grafični vmesnik. Zaslonska slika je bila dodana h grafičnemu vmesniku, ki je bil že prej narejen za operaterski panel pri stroju.

V obstoječi program smo dodali funkcijo FC29, kjer se nahaja celoten program za sistem laserjev. Klic funkcije smo dodali v organizacijski blok OB1, da se izvede vsak cikel. Dodali sem tudi podatkovne bloke DB27, DB28 in DB29. Podatkovni blok DB27 je namenjen shranjevanju podatkov pozicij iz receptur, podatkovni blok DB28 je namenjen vhodnim in izhodnim parametrom, podatkovni blok DB29 pa spremenljivkam, ki jih potrebujemo za izvajanje funkcije za avtomatsko pozicioniranje laserjev.

5.1 Prenos parametrov

Del programa skrbi za komunikacijo med programirljivim logičnim krmilnikom in servo regulatorjem. Preko PROFIBUS vodila prenašamo parametre, ki smo si jih izbrali za prenos. Poskrbeti moramo, da v programski kodi uporabimo vse podatke, ki smo jih določili pri konfiguraciji servo regulatorja, saj v nasprotnem primeru pride do napake na krmilniku in le-ta se zaustavi.

Parametri, ki jih prenesemo iz regulatorja v krmilnik so poljubni. Vendar pa moramo vedeti koliko bitov zasede določen parameter. V strojni konfiguraciji smo nastavili, da bodo vhodni parametri zavzemali analogne naslove od PIW272 do PIW284 (ang.: peri-

pheral input word), izhodni parametri pa analogne naslove od PQW 272 do PQW 290. Tabeli 5.1 in 5.2 prikazujeta bolj podrobno pomen posameznih vhodnih in izhodnih parametrov.

parametri	pomen	velikost parametra
PIW 272	statusna številka	16 bitov
PIW 274 in PIW 276	trenutna pozicija	32 bitov
PIW 278 in PIW 280	trenutna hitrost	32 bitov
PIW 282 in PIW 284	diagnostično število	32 bitov

Tabela 5.1: Vhodni parametri.

parametri	pomen	velikost podatka
PQW 272	kontrolni podatki	16 bitov
PQW 274 in PQW 276	želena pozicija	32 bitov
PQW 278 in PQW 280	želena hitrost	32 bitov
PQW 282	želena smer premikanja	16 bitov
PQW 284 in PQW 286	želen pospešek	32 bitov
PQW 288 in PQW 290	želen pojemek	32 bitov

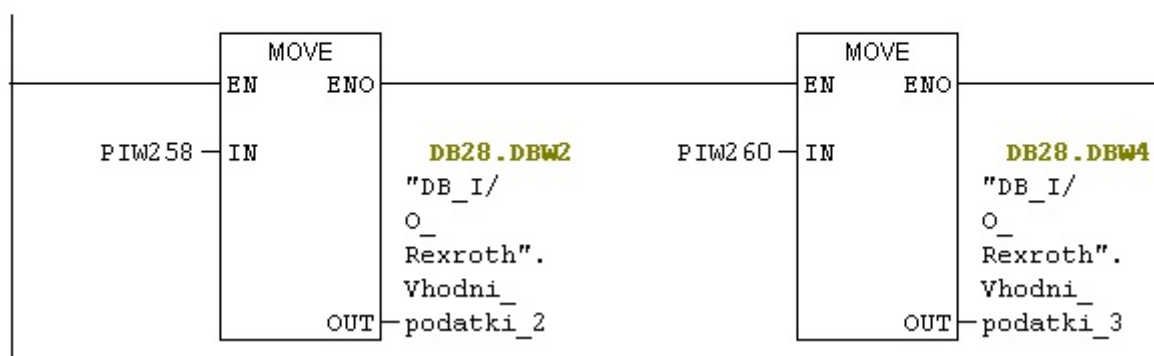
Tabela 5.2: Izhodni parametri.

Vhodne in izhodne parametre zapišemo v podatkovni blok DB28. Tja jih shranjujemo z namenom večje preglednosti programa in lažjega zajemanja podatkov v programu. Na primer, vhodni podatek trenutne pozicije je sestavljen iz dveh naslovov: PIW 274 in PIW 276. V programu lahko ta podatek uporabimo enostavneje s klicem: DB28.DBD2. S tem zmanjšamo pretvarjanje podatkov iz 16 v 32 bitov in zmanjšamo možnost za napako. Z izhodnimi podatki, kot so zelena pozicija in zelena hitrost v trenutku spremenimo delovanje regulatorja. Takoj, ko v katerega od teh podatkov zapišemo vrednost, ki se razlikuje od trenutne vrednosti, se sprememba opazi na servo regulatorju in motorju. Ker se programska koda izvaja ciklično, to pomeni, da parametre zapišemo v vsakem ciklu enkrat. Dolžina cikla traja približno 20 ms, kar pomeni, da na vsakih 20 ms posodobimo stanje vhodnih in izhodnih parametrov.

Na sliki 5.1 in sliki 5.2 je prikazan del programske kode za prenašanje vhodnih in izhodnih parametrov. Slika 5.1 prikazuje zapis vhodnih podatkov, ki se nahajajo na naslovu PIW 258 in PIW 260 v podatkovni blok DB28, kjer je rezerviran prostor za zapis posameznega podatka. Slika 5.2 prikazuje zapis podatkov iz podatkovnega bloka DB28 na naslove izhodnih parametrov PQW 258 in PQW 260.

Network 22 : TRENUTNA POZICIJA

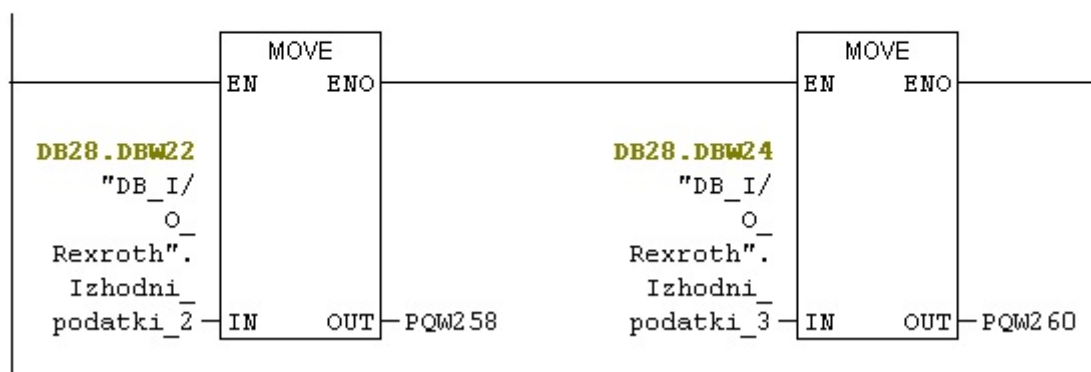
Comment:



Slika 5.1: Prenos vhodnih parametrov v podatkovni blok.

Network 26 : ZELJENA POZICIJA

Comment:



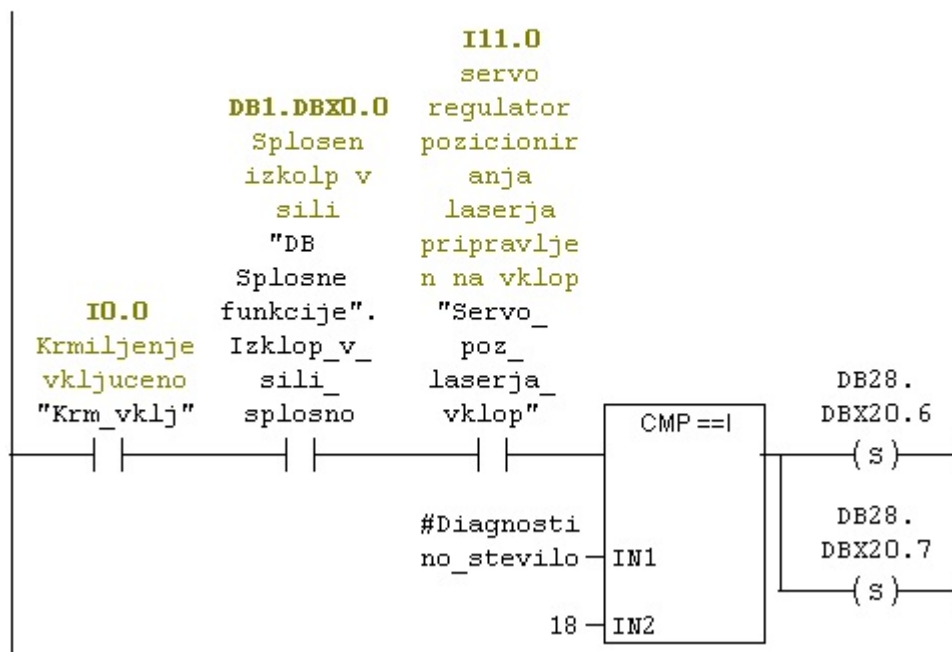
Slika 5.2: Prenos podatkov iz podatkovnega bloka na izhodne parametre.

5.2 Avtomatsko premikanje laserjev

Sistem za avtomatsko pozicioniranje laserjev zaženemo s pritiskom na gumb, ki se nahaja na operaterskem pultu. Pri tem mora biti stroj že v delovanju, servo regulator pa v stanju pripravljenosti na delovanje (na zaslonu servo regulatorja zapis stanja 18 - Ab). Slika 5.3 prikazuje programsko kodo za zagon servo regulatorja. Na sliki je vidno, da bita DB28.DBX20.6 in DB28.DBX20.7 postavimo na 1, ko so izpolnjeni vsi zgoraj naštetih pogoji. Izvedena je še programska varnost izklopa v sili. Ob tem, ko postavimo oba bita na 1, se v začasno spremenljivko #Trenutna_poz zapiše desetiška vrednost 1. Vrednost v tej spremenljivki nam pove trenutno številko zaporedja, po katerem se premikajo laserji. V primeru, da pride do napake na stroju ali servo regulatorju, je potrebno oba bita, ki smo ju postavili v stanje 1, takoj postaviti v stanje 0.

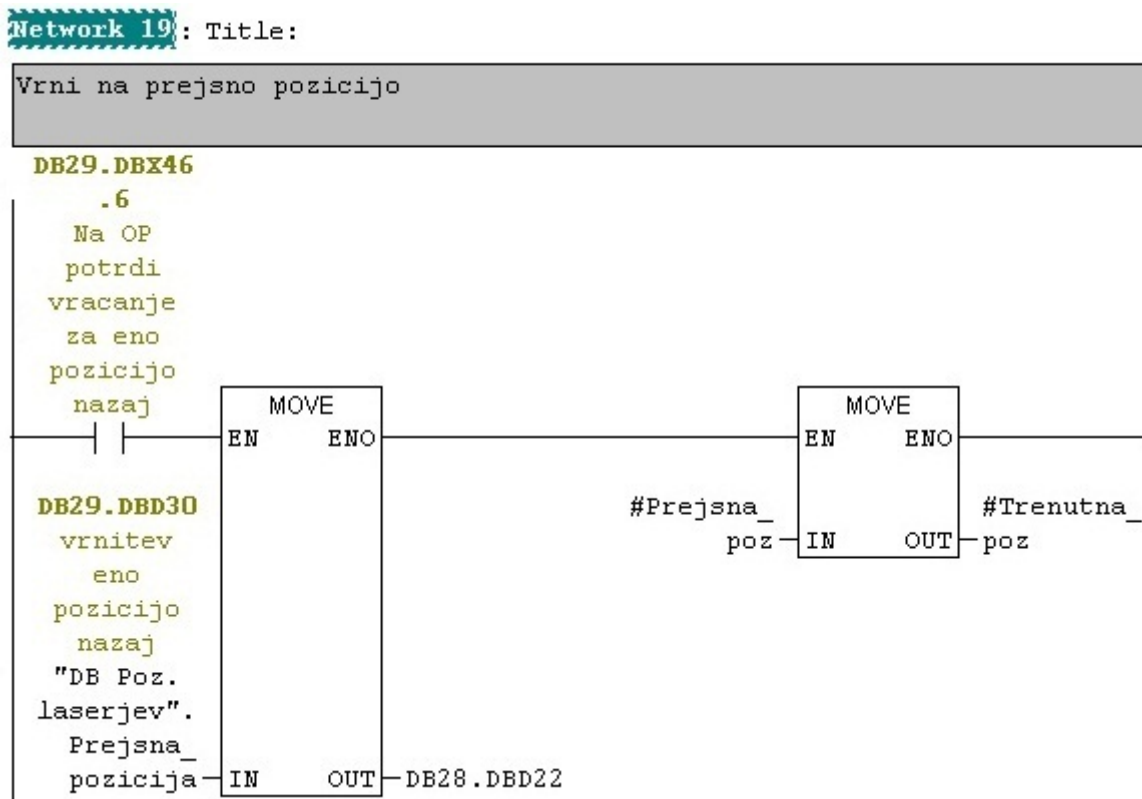
Network 3 : Title:

Enable Signal na servo pogon



Slika 5.3: Programski zagon servo regulatorja.

izvajanje programa narejeno tako, da se izdelava surovca vrne v predhodni korak izdelovanja. Takrat moramo poskrbeti, da se tudi laserji pomaknejo na pozicijo predhodnega koraka. Na sliki 5.4 je v spodnjem delu programske kode poskrbljeno za pomnenje pozicije prejšnjega koraka. Pozicijo, ki si jo želimo zapomniti, zapišemo v podatkovni blok. V spremenljivko `#Prejsna_poz` pa si zapišemo še desetiško vrednost trenutnega koraka izvajanja. Na sliki 5.5 je prikazana programska koda, ki skrbi za zapis predhodne pozicije laserja v izhodne parametre preko podatkovnega bloka DB28. Izvede se, ko na operaterskem panelu pritisnemo gumb za vračanje v predhodno pozicijo. V spremenljivko `#Trenutna_poz` zapišemo še vrednost iz spremenljivke `#Prejsna_poz`.



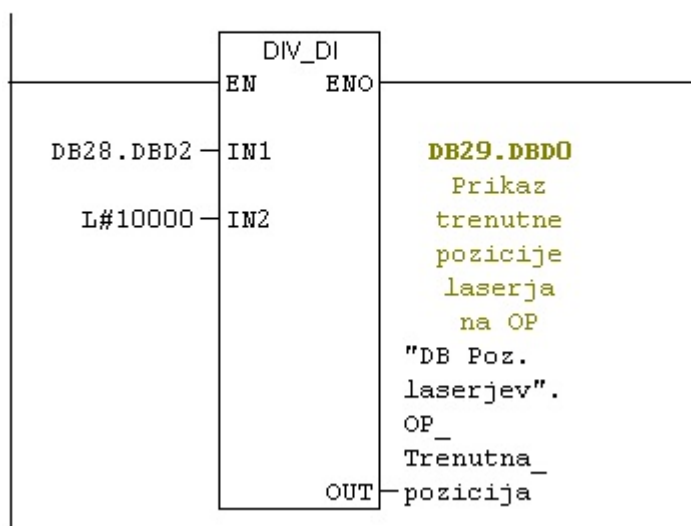
Slika 5.5: Pomik laserjev na predhodno pozicijo.

V programu je za lažje razumevanje in večjo preglednost zajetih podatkov izvedenih veliko pretvarjanj podatkov. Skrbeti je treba za pretvarjanje pozicij, hitrosti, pojemkov in pospeškov. Na sliki 5.6 je izvedeno deljenje trenutne pozicije z 10000. Podatek, ki ga dobimo, zapišemo v podatkovni blok DB29. Podatek trenutne pozicije, ki smo ga pretvorili, ima za enoto milimeter. Podatek trenutne hitrosti, ki ga dobimo od servo regulatorja delimo s 1000 in dobimo hitrost v enotah milimetri/minuto. Podatke je potrebno pretvarjati

tudi v nasprotno smer, ko želimo servo regulatorju sporočiti katerega od podatkov.

Network 6 : Title:

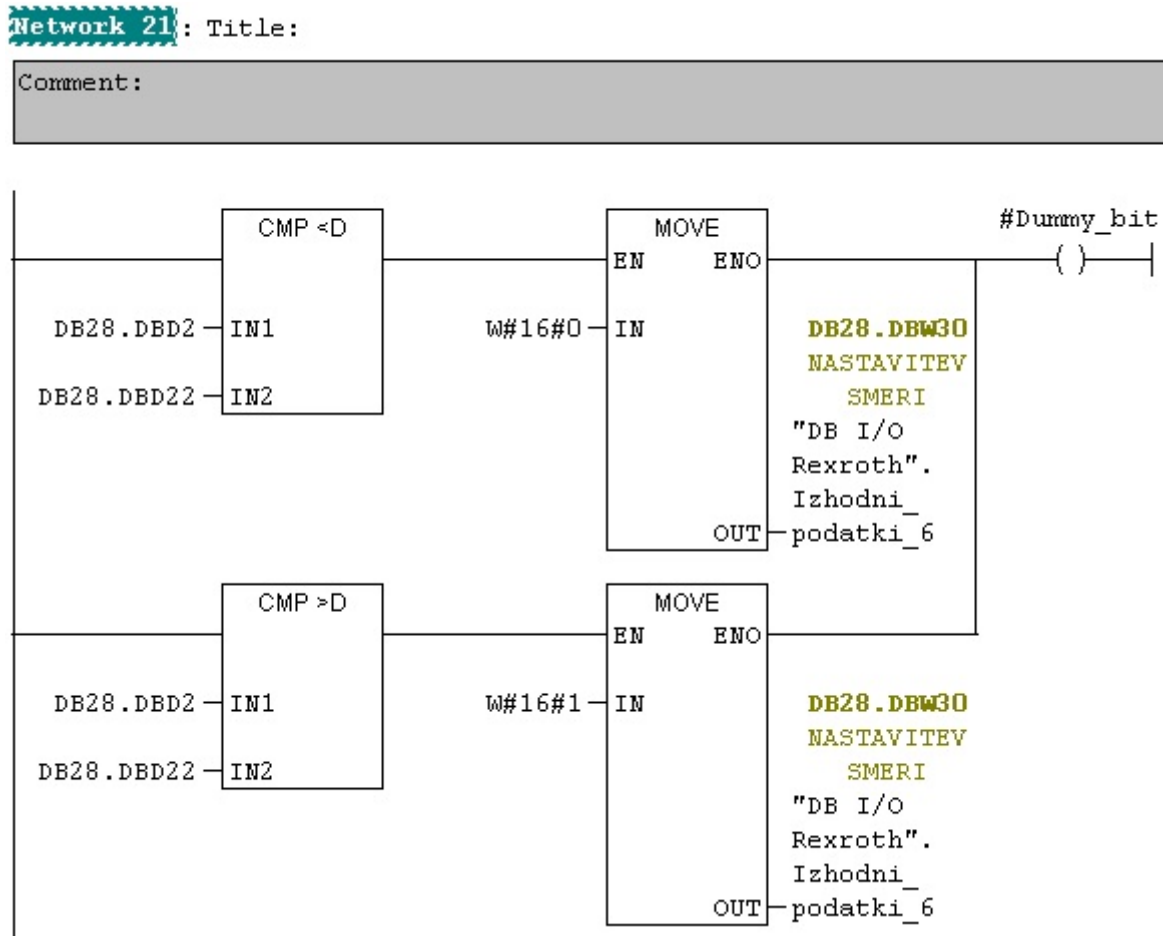
Pretvorba pozicije v mm.



Slika 5.6: Pretvarjanje podatkov.

Programsko je potrebno skrbeti še za smer vrtenja servo motorja. Ta del programa mora biti tudi na pravem mestu v programu, saj v nasprotnem primeru lahko pride do velike napake na sistemu. V primeru, da ne bi izvajali programskega zapisovanja smeri vrtenja, bi servo regulator določil smer vrtenja po kateri bi hitreje prišel na želeno pozicijo. V našem primeru bi to pomenilo, da bi se laserji na pomičnem linearnem vodilu začeli pomikati proti njegovemu koncu. V primeru, da bi prišlo do take programske napake so na linearnem vodilu končna stikala. Ker skrbimo za programsko določanje smeri vrtenja servo motorja pa do take napake skoraj ne more priti.

Na sliki 5.7 je programska koda, ki avtomatsko skrbi za pravilno izbiro smeri vrtenja servo motorja. Vsak cikel primerja trenutno pozicijo s pozicijo na katero se mora servo motor pomakniti. Če je trenutna pozicija manjša od želene, nemudoma v izhodne parametre preko podatkovnega bloka DB28 zapišemo šestnajstiško vrednost 0. V nasprotnem primeru, ko je trenutna pozicija večja od želene pa v podatkovni blok zapišemo šestnajstiško vrednost 1.



Slika 5.7: Zagotavljanje smeri vrtenja servo motorja.

5.3 Zagotavljanje varnosti

Varnost delavcev na stroju je zelo velikega pomena. Varnost na strojih je večinoma izvedena s fizičnimi rešitvami na stroju, vendar pa je potrebno poskrbeti zanjo tudi v programski kodi. Za varovanje sistema za avtomatsko pozicioniranje laserjev sta nameščeni dve končni stikali, ki se nahajata na koncih linearnega vodila.

Network 4 : Drive HALT

Halt signal - ko je vse OK. Halt signal na displayu servo pogona AH=16.



Slika 5.8: Zagotavljanje programske varnosti.

Programska koda, ki je prikazana na sliki 5.8 prikazuje tri pogoje za varnost: splošen izklop v sili, končna pozicija levo in končna pozicija desno. Splošen izklop v sili združuje vsa fizična stikala za izklop v sili, ki se nahajajo ob stroju. Končni poziciji pa sta stikali, ki se nahajata na obeh koncih linearnega pomičnega vodila. Ko je stanje na stroju normalno in ni prisotna nobena napaka je bit DB28.DBX20.5 normalno postavljen na 1. Ko kateri koli od treh pogojev prekine vejo programske kode, se končni bit DB28.DBX20.5 postavi na 0. S tem pošljemo servo regulatorju signal za takojšno zaustavitev (ang.: halt signal) in servo motor se nemudoma zaustavi. V primeru, da se je v tistem trenutku servo motor tudi vrtel, se zaustavi s pojemkom, ki smo ga določili za zasilne zaustavitve. Pojemek mora biti čim večji, vendar pa ne prevelik, da ne poškodujemo servo motorja in ostalih strojnih komponent v bližini.

5.4 Grafični vmesnik

Namen grafičnega vmesnika je hitro in enostavno upravljanje s strojem. Vanj sem dodal dve zaslonski sliki in pa nekaj gumbov, ki skrbijo za preklapljanje med stranmi. Prva zaslonska slika je namenjena predvsem delavcu na stroju, saj prikazuje le osnovne parametre sistema laserjev, kot so trenutna hitrost premikanja in trenutna pozicija laserja. Delavec

ima tudi možnost vrnitve laserja na prejšnjo pozicijo. Druga zaslonska slika je namenjena vzdrževalcem na stroju in je zaščitena z geslom. Zaslonska slika je zaščitena z geslom predvsem zato, ker se na njem nahajajo funkcije s katerimi je potrebno ravnati previdno. Na njem je večja izbira funkcij za upravljanje z laserji. Prikazanih je nekaj osnovnih parametrov o trenutnih podatkih, kot sta hitrost in pozicija. Nahajajo se še vnosna polja s katerimi spreminjamo delovanje servo motorja. Dana je možnost spreminjanja hitrosti pomikanja, pospeška in pojemka. Servo motorju sporočimo lahko tudi, na katero pozicijo naj se pomakne. Na sliki 5.9 je prikazana zaslonska slika, ki je bila opisana v zgornjih stavkih.

Laserji admin okno

Trenutna hitrost	<input type="text" value="0.00"/>	mm/min
Trenutna pozicija	<input type="text" value="200.00"/>	mm
Trenutna smer	<input type="text" value="1"/>	00 desno 01 levo

Vnesi zelj. hitrost	<input type="text" value="0.00"/>	mm/min	<input type="button" value="Potrdi"/>
Vnesi zelj. pozicijo	<input type="text" value="0.00"/>	mm	<input type="button" value="Potrdi"/>
Vnesi zelj. pospešek	<input type="text" value="0.00"/>	mm/min ²	<input type="button" value="Potrdi"/>
Vnesi zelj. pojemek	<input type="text" value="0.00"/>	mm/min ²	

Prejsna pozicija	<input type="text" value="500.00"/>	mm	<input type="button" value="Vrni"/>
------------------	-------------------------------------	----	-------------------------------------

Slika 5.9: Zaslون v grafičnem vmesniku namenjen vzdrževalcem.

Poglavje 6

Zaključek

V diplomski nalogi je predstavljen sistem za avtomatsko pozicioniranje črtnih laserjev, ki nadomešča starejši ročni sistem laserjev. Predstavljene so strojne komponente, ki so bile dodane na konfekcijski stroj za potrebe delovanja sistema laserjev. Opisan je tudi programirljivi logični krmilnik na katerem je bilo potrebno izvesti programske spremembe. Predstavljena so programska orodja, ki smo jih uporabili pri izdelavi programske kode za sistem avtomatskega pozicioniranja laserjev. Opisano je tudi programsko orodje za nastavljanje servo regulatorja, ki upravlja s servo motorjem. Predstavljena je še programska koda, ki smo jo izdelali za sistem avtomatskega pozicioniranja laserjev. Prikazan je tudi grafični vmesnik za operaterja na konfekcijskem stroju, ki prikazuje trenutno stanje avtomatskega sistema za pozicioniranje laserjev.

Vsi postopki v proizvodnji od mešanja, brizganja, konfekcije do vulkanizacije in končnega pregleda pnevmatik se stalno razvijajo. Postopki izdelave se morajo prilagajati razmeram na tržišču. V porastu je čim večja avtomatizacija obstoječih procesov ali celotna prenova procesov v proizvodnji. Veliko več pozornosti se namenja varnosti delavcev na linijah in strojih. Postopoma se izboljšuje kvaliteta pnevmatik in zmanjšuje izmet napačno izdelanih pnevmatik. Predelali smo ročni sistem laserjev, ki je imel vpliv človeškega faktorja. Morebitne napake na polizdelkih, ki so bili v tem času izdelani na konfekcijskem stroju, so bile vidne šele pri končnem pregledu pnevmatik. Namen predelave sistema laserjev je zmanjšanje napak in izločitev človeškega faktorja pri delu na konfekcijskem stroju. Strojni komponenti servo motor in servo regulator, ki sta del novega avtomatskega sistema laserjev zagotavljata veliko zanesljivost, saj ne potrebujeta skoraj nič vzdrževalnih del. Prednost tega je nemoteno delovanje stroja in večja produktivnost. V primeru, da se bo izkazalo da je avtomatski sistem laserjev zanesljiv in zmanjša izmet polizdelkov, bi

ga bilo priporočljivo razširiti še na ostale konfekcijske stroje, ki se nahajajo v proizvodnji. Investicija v ostale konfekcijske stroje bi bila kar velik finančni zaloga, vendar bi se lahko dokaj hitro obrestovala. Avtomatski sistem črtnih laserjev pripomore k bolj natančnemu konfencioniranju polizdelkov, kar v končni stopnji izboljša kvaliteto pnevmatik. Ravno čim boljša kvaliteta pnevmatik pa je gotovo eden od pomembnejših ciljev proizvodnje. Učinkovitost investicije za razvoj avtomatskega sistema laserjev se bo pokazala šele na nekoliko daljši rok.

Viri

- [1] M. Rant. Vodenje proizvodnih procesov, Moderna organizacija, 1988.
- [2] R. A. Annicelli. Rubber technology : *Compounding and testing for performance*, edited by John S. Dick, 2001.
- [3] (2011) Savatech d.o.o.. Dostopno na: <http://www.savatech.si>.
- [4] S. Bedenk, B. Ahčin. Izobraževalni gradivo s področja gumarstva: *Materiali in metode karakterizacije*, 2008.
- [5] S. Bedenk, B. Ahčin. Izobraževalni gradivo s področja gumarstva: *Proizvodi in storitve*, 2008.
- [6] P. R. Wood. Mixing of vulcanisable rubbers and thermoplastic elastomers, 2004, str. 4-25.
- [7] S. Bedenk, B. Ahčin. Izobraževalni gradivo s področja gumarstva: *Procesi predelave*, 2008.
- [8] (2011) Postopek ekstruzacije in metode ekstrudiranja. Dostopno na: <http://www.aipma.net/plasticprocess01.html>
- [9] S. Bedenk, B. Ahčin. Izobraževalni gradivo s področja gumarstva: *Oblikovanje*, 2008.
- [10] (2011) Siemens - avtomatizacija. Dostopno na: <http://www.automation.siemens.com/mcms/automation/en/Pages/automation-technology.aspx>.
- [11] (2011) Lastnosti in slika za servo regulator. Dostopno na: <http://www.boschrexroth.com/dcc/Vornavigation/Vornavi.cfm?PageID=p146994>

- [12] (2011) Lastnosti in slike za sinhronski servo motor. Dostopno na:
<http://www.esd.bg/download/Indramat/IndraDyn%20S%20MSK%20feed%20motors%2029628905.pdf>
- [13] (2011) LAP Laser in lastnosti. Dostopno na:
<http://www.lap-laser.com/indallen/products/linelasers/hd.html>
- [14] H. Berger. Automating with SIMATIC: *Integrated Automation with SIMATIC S7-300/400, Second Edition*, 2003.