

Veijo Pepponen

PORTAALIROBOTIN OHJAUSJÄRJESTELMÄN
MODERNISOINNIN SUUNNITTELU

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
2019

PORTAALIROBOTIN
SUUNNITTELU

OHJAUSJÄRJESTELMÄN

MODERNISOINNIN

Pepponen, Veijo
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2019
Sivumäärä: 24
Liitteitä: 2

Asiasanat: portaalirobotti, modernisointi, ohjausjärjestelmä, servojärjestelmä, takaisinkytkentä, RFID, IO-Link

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella modernisointi Satakunnan ammattikorkeakoulun automaatiolaboratorion portaalirobotin ohjausjärjestelmään. Tarkoituksena oli löytää eri valmistajilta tarjoutusten perusteella paras mahdollinen kokoonpano, joka täyttää turvallisuusvaatimukset ja joka on käytettävyydeltään paras opetustarkoitukseen. Työssä tarkastellaan myös vaihtoehtoisia turvalaitteita, vaikka ensisijaisena tarkoituksena robottia on tarkoitus pystyä ajamaan turvanopeudella.

PLANNING A MODERNIZATION OF THE PORTAL ROBOT CONTROL SYSTEM

Pepponen, Veijo

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical and automation engineering

May 2019

Number of pages: 24

Appendices: 2

Keywords: portal robot, modernization, control system, servo system, feedback, RFID, IO-Link

The purpose of this thesis was to plan the modernization of the control system for the portal robot in the automation laboratory of Satakunta University of Applied Sciences. The purpose was to find the best possible assembly from the various manufacturers, which meets the safety requirements and is the best available for teaching purposes. Alternative safety devices are also considered in the work, although the primary purpose of the assembly is to make robot safe with reduced speed.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	VANHA JÄRJESTELMÄ	6
2.1	Portaalirobotin toiminta	7
3	SERVOJÄRJESTELMÄ.....	7
3.1	Takaisinkytkentä.....	8
3.2	Inkrementtianturi ja absoluuttianturi.....	8
3.3	Vahvistin.....	9
4	VAADITTAVIA ASIOITA	10
4.1	Turvallisuusvaatimukset	10
4.1.1	SLS-ominaisuus.....	10
4.1.2	Turva-aidat	10
4.1.3	Valoverho	11
4.1.4	Turvalaserskanneri	13
4.2	Muita vaadittavia ominaisuuksia	14
4.2.1	Virtuaalinen käyttöönotto.....	14
4.2.2	Liitettävyys eri järjestelmien välillä.....	15
4.2.3	Yhteys kuljetinjärjestelmään	15
4.2.4	RFID	16
4.2.5	IO-Link	16
5	UUDET VAIHTOEHDOT.....	16
5.1	Omron	17
5.2	Beckhoff.....	17
5.3	Bosch-Rexroth	18
5.4	Siemens	18
6	UUSI OHJAUSJÄRJESTELMÄ	19
6.1	Logiikka	19
6.2	Servot	20
6.3	RFID	20
6.4	Ohjauskeskuskotelo	21
7	LOPPUSANAT	22
	LÄHTEET.....	23
	LIITTEET	

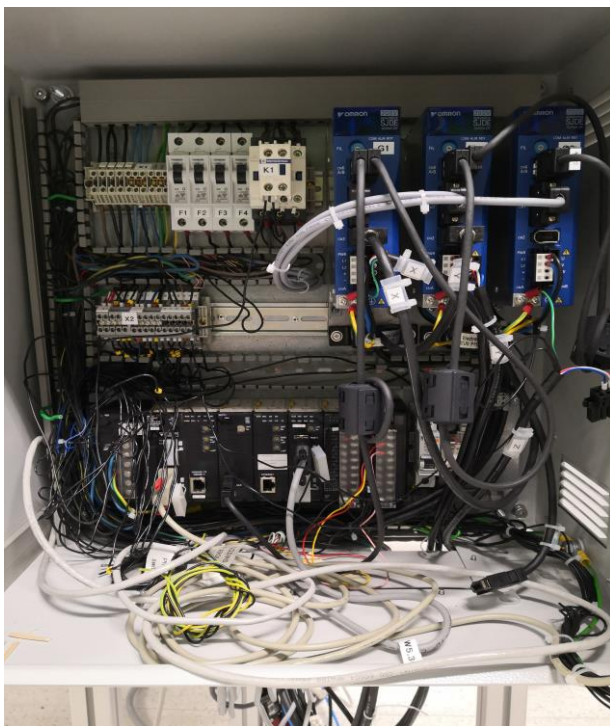
1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella modernisointi Satakunnan ammattikorkeakoulun automaatiolaboratoriossa sijaitsevan 3-akselisen portaalirobotin ohjausjärjestelmään. Tarkoituksena oli löytää sellaisia komponentteja, joilla robotti on turvallinen ja uudenaikainen. Työssä tarkastellaan myös erilaisia turvallistamistapoja, sekä käydään läpi muita vaadittavia asioita, joita asetettiin robotin ohjausjärjestelmän komponenttien sopivuudesta olemassa oleviin järjestelmiin ja sen sopivuudesta opetustarkoitukseen.

2 VANHA JÄRJESTELMÄ

Vanha ohjausjärjestelmä on 12 vuotta vanha ja toteutettu käyttämällä Omronin komponentteja, joita lähdettiin uusimaan. Uusittavia komponentteja ovat servo- moottorit, 3 kappaletta, jokaiselle akselille omansa, sekä ohjauskeskuksesta jokaiselle moottorille oma servo-ohjain, kuin myös logiikka, virtalähde, I/O-moduulit, yhteysmoduuli, näihin liittyvät kaapelit ja anturit, sekä logiikan liikkeenohjauskortti. (Kuva 1).

Vanhaa järjestelmää lähdettiin uusimaan, koska sen komponentit olivat jo osittain vanhentuneet, eikä siinä ollut kaikkia ominaisuuksia, joita siltä haluttiin. Siihen haluttiin virtuaalinen käyttöönotto, eli sitä voisi ohjelmoida ja testata ilman fyysistä laitetta, jonka vuoksi se sopisi paremmin opetuskäyttöön. Sekä vanhoissa servomooottoreissa ei esimerkiksi ollut turvallisuusvaatimuksia, joita uusilta vaadittiin.



Kuva 1. Ohjauskeskus

2.1 Portaalirobotin toiminta

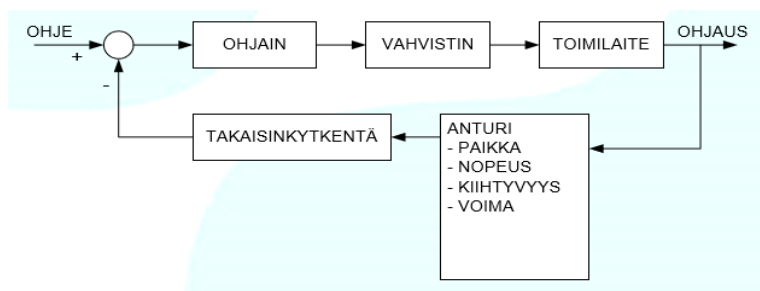
Portaalirobotti on osa isompaa järjestelmää, jossa valmistetaan ja siirrellään tuotteita (Kuva 2). Robotissa on imukupitarttuja, jolla se pystyy siirtelemään tuotteita. Jokaisessa tuotteessa on muovinen alusta, jossa on erivärisiä kappaleita. Kuljetinjärjestelmä tuo robottisolun valmistamia tuotteita kahdella hihnakuuljettimella portaalin alueelle, josta robotti ottaa tuotteet ja lastaa ne joko purkukuljettimelle tai varastoon. Ajokäskyn portaali saa ylemmän tason järjestelmästä.



Kuva 2. Portaalirobotti

3 SERVOJÄRJESTELMÄ

Servojärjestelmä on takaisinkytkettävä säätöjärjestelmä, joka koostuu erilaisista toimilaitteista kuten moottorista, vahvistimesta, ohjaimesta sekä takaisinkytkennästä (Kuva 3), jolla tarkoitetaan sitä ominaisuutta, jonka avulla järjestelmästä pystytään mittaamaan lähtöarvo, jota voidaan verrata haluttuun ohjearvoon. Paikoitussovelluksissa on kaksi säätöpiiriä, toinen paikan ja toinen nopeuden säätämistä varten. Lisäksi on olemassa virran säätöpiiri. Takaisinkytkennässä käytetään erilaisia antureita, joilla haluttuja suureita mitataan, esimerkiksi pulssianturi, toiselta nimeltään inkrementtianturi. Riippuen tarkoituksesta, takaisinkytkentään voidaan käyttää joskus myös moottoriin sisältyvää anturia, joko inkrementtianturia tai absoluuttianturia. (Vainikainen 2015, 2-3.)



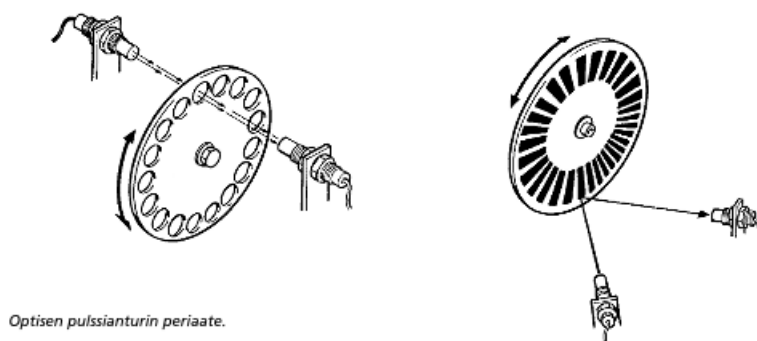
Kuva 3. Servojärjestelmän periaate

3.1 Takaisinkytkentä

Takaisinkytkennässä asetusarvo johdetaan eroelimen kautta vahvistimeen, joka muokkaa sen toimilaitteelle eli moottorille sopivaksi. Takaisinkytkennässä järjestelmän lähtösignaali ohjataan takaisin järjestelmän alkuun tulossignaaliksi anturin tiedon perusteella. Asetusarvon ja mitta-arvon ollessa yhtä suuret on toimilaite saavuttanut halutun tilan. (Hanhisalo 2008, 3.)

3.2 Inkrementtianturi ja absoluuttianturi

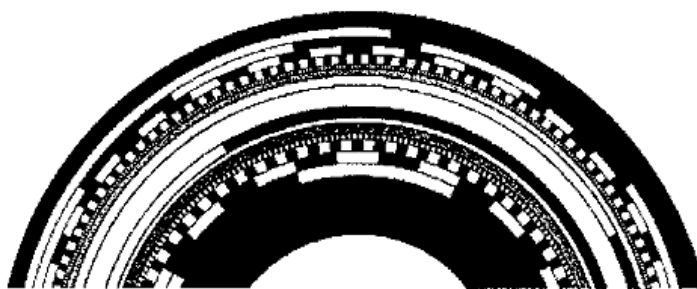
Optisia pulssiantureita eli inkrementtiantureita valmistetaan kiertyvinä ja lineaarisina. Inkrementtianturin kanssa absoluuttiaseman määrittystä varten tarvitaan jokin avustava laite esimerkiksi ohjelmoitava logiikka, joka laskee anturista tulevia pulsseja. Anturin todellista asemaa ei tiedetä, joten aina käynnistettäessä liikeakseli joudutaan ajamaan kotiasemaan. Kuvassa 4 esitetään yksinkertaisen kiertyvän inkrementtianturin periaate. Anturikiekossa on määräväleihin sekä valoa läpäiseviä että valoa läpäisemättömiä sektoreita. Kiekko on sijoitettu valolähteen ja valokennon väliin. Sektoreiden määrä määrittää kiertymän tarkkuuden, mitä enemmän sektoreita sitä parempi lopputulos. Tavanomainen erotelutarkkuus on välillä 10-5000 pulssia kierroksella. Kiertyvillä inkrementtiantureilla voidaan mitata myös nopeutta, koska anturin pulssitaajuus on suoraan verrannollinen pyörimisnopeuteen. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas, Sumujärvi 2007, 200-201.)



Optisen pulssianturin periaate.

Kuva 4. Optinen pulssianturi (Keinänen ym. 2007, 201.)

Koodiantureita eli absoluuttiantureita valmistetaan myös kiertyvinä ja lineaarisina. Absoluuttianturit eroavat inkrementtiantureista siinä, että niissä nollakohtaa ei tarvitse määrittää joka kerta erikseen, vaan ne muistavat asemansa ja ilmoittavat ohjausjärjestelmälle todellisen sijaintinsa myös sähkökatkon jälkeen. Kiertyvässä inkrementtianturissa käytetään koodikiekkoa, johon on varjostettu ruutuja (Kuva5). Valokennot antavat absoluuttista kiertymää vastaavan digitaalisanan, jonka bittien lukumäärä määrää anturin erottelukyvyn. Olemassa on sekä single-turn, että multi-turn antureita, joista ensimmäinen määrittää paikkansa vain yhden kierroksen ajan ja jälkimmäinen laskee myös kierrokset. Tarkkuutta, eli asemien määriä, voi olla jopa useita miljardeja, esim. 30 bittinen anturi antaa 1 073 741 824 asemaa. (Keinänen ym. 2007, 201.)



Kuva 5. Absoluuttianturin koodikiekkko (Keinänen ym. 2007, 202.)

3.3 Vahvistin

Vahvistimen tehtävä on muuntaa järjestelmän eroarvo sopivaksi ohjausarvoksi. Vahvistimessa on erilaisia signaalinsäätömahdollisuuksia, eli se voi muuttaa esimerkiksi nopeutta tai asemaa. Vahvistimen yhteydessä voi olla piirejä, jotka ottavat huomioon eroarvon ajallista käyttäytymistä ja täten nopeuttavat ohjattavaa suuretta, että se

asettuisi asetusarvon mukaiseksi. Piireihin sisältyy säätöparametreja, jotka järjestelmän suunnittelijan tulee valita tai kokeilla sopiviksi. Vahvistin tulee valita niin, että sen ominaisuudet ovat tasapainossa moottorin ominaisuuksien kanssa. Ei kannata pilata hyvälaatuista moottoria huonolla vahvistimella tai päinvastoin. (Fonselius, Rinkinen & Vilenius. 1998, 8, 172.)

4 VAADITTAVIA ASIOITA

4.1 Turvallisuusvaatimukset

4.1.1 SLS-ominaisuus

Koska halutaan, että uutta järjestelmää olisi mahdollisuus käyttää niin, että robottia pystyttäisiin ajamaan turvanopeudella, niin ettei turva-aitoja tai valoverhoja välttämättä tarvita, niin servo-ohjaimessa pitää olla SLS-ominaisuus, joka on lyhenne sanoista Safely-Limited Speed, joka tarkoittaa, että moottoreita ajetaan alennetulla nopeudella, joka vähentää vahinkojen syntymistä. Etenkin tällaisessa kouluympäristössä, kun on paljon ihmisiä tekemässä eri asioita, kyseinen ominaisuus on enemmän kuin hyvä.

4.1.2 Turva-aidat

Turva-aitojen tarkoitus on suojata laitteen käyttäjiä ja varsinkin sivullisia henkilöitä altistumasta vaaratilanteille, jotka saattavat johtua käyttäjän virheestä, laitteen häiriöstä tai toiminnasta ylipäätään. Myös yleensäkin laitteen toiminta-alueelle pääsyn estämiseen turva-aidat ovat oivalliset niiden näkyvyyden vuoksi (Kuva 6). Turva-aidat rakennetaan niin, ettei ole mahdollista päätyä laitteen toiminta-alueelle, tai että se on ainakin vaikeaa. Tässä tapauksessa aitaan tulisi kolme ovea, joissa olevat rajakytkimet, joita koskee standardi SFS-EN ISO 14119, pysäyttävät koneen toiminnan. Tämän jälkeen kone jatkaa toimintaansa, vain jos ovi on takaisin kiinni ja on painettu ohjauspaneelissa olevaa kuittausnappia. (SFS-EN ISO 14119.)

Turva-aitaa ja siihen liittyviä ovia ja mahdollisesti ikkunoita koskevat standardit SFS-EN-ISO 14120 sekä SFS-EN ISO 13857. Standardissa SFS EN-ISO 14120 määritellään esimerkiksi minkälaiset suojukset, tässä tapauksessa turva-aidat, pitää olla ja miten ne tulee kiinnittää. Standardissa SFS-EN ISO 13857 määritellään taas se minkälainen suojan pitää olla ja mille etäisyydelle se tulee laitteesta. Kyseessä olevassa standardissa määritellään myös suojassa olevien aukkojen kokojen vaikuttama suojan etäisyys laitteesta, jottei olisi mahdollista joutua kosketuksiin laitteen kanssa. (SFS-EN ISO 14120, SFS-EN ISO 13857.)

Yleensä ottaen turva-aidat ovat turvalaitteista ehkä kaikkein varmatoimisimpia ja sopivat tiloihin, joissa on paljon liikennettä. Siinäkin mielessä turva-aita on paras, jos tilaan, jossa jokin laite on suojattu aidalla, tulee ulkopuolinen henkilö ja nähdessään aidan, tietää heti mihin ei saa mennä, ja vaikka ei tietäisi, niin ei pääse.



Kuva 6. Turva-aita (Oem www-sivut 2019.)

4.1.3 Valoverho

Aina ei ole mahdollista pystyttää turva-aitaa. Tässäkin tapauksessa koko portaalirobotin ympäri aita ei voi pystyttää robotille tulevien ja lähtevien kuljetinhihnojen vuoksi. Tällaisissa kohdissa yhtenä vaihtoehtona on valoverho (Kuva 7).

Valoverho koostuu lähettimestä ja vastaanottimesta. Kun valoverho havaitsee jonkun liikkuvan esineen menevän sen lävitse se pysäyttää käynnissä olevan laitteen tai laitteet riippuen siitä, onko valoverho kytketty sammuttamaan kaikki järjestelmässä olevat laitteet vai vain osan niistä.

Valoverhon etäisyys vaarapaikasta määräytyy standardissa SFS-EN ISO 13855 olevan yhtälön

$$S = K * T + C$$

mukaan, jossa

S on valoverhon vähimmäisetäisyys vaarapaikasta (mm)

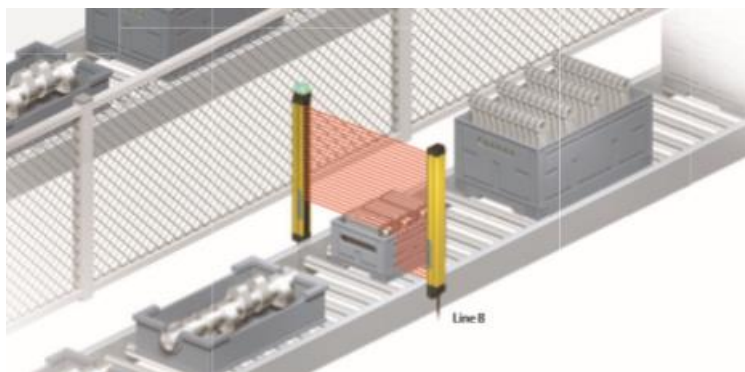
K on kehon tai kehonosien lähestymisnopeus (mm/s)

T on järjestelmän kokonaispysähtymisaika (s)

C on lähestymisetäisyys (mm). (SFS-EN ISO 13855.)

Valoverhoilla voitaisiin korvata myös turva-aidat, vaikkakin silloin vaara-alueelle joutuminen vahingossa olisi mahdollista helpommin, ja täten valoverhojen laukaisema keskeytys voisi vahingoittaa kesken ollutta prosessia. Varsinkin automaatiolaboratorion tilassa, jossa oppilaita on paljon tekemässä erilaisia projekteja, niin pelkillä valoverhoilla turvaaminen ei olisi optimaalisin vaihtoehto.

Aiemmin tehdyssä opinnäytetyössä, jossa tarkasteltiin automaatiolaboratorion kuljetinjärjestelmän turvallisuutta, on valoverhon etäisyydeksi vaaranpaikasta laskettu 600 mm. Tämä etäisyys kasvattaisi järjestelmälle vaadittavaa tilaa melkoisesti, joten senkään puolesta se ei olisi sopivin vaihtoehto. (Pöyri 2010, 19)



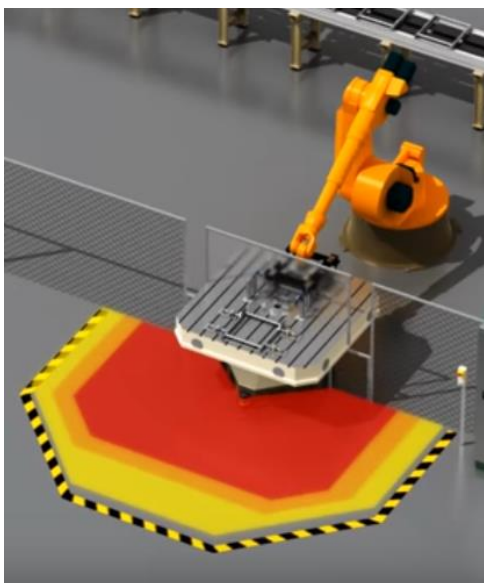
Kuva 7. Valoverho (Omron www-sivut 2019.)

4.1.4 Turvalaserskanneri

Eräs suojauksen vaihtoehto turva-aitojen tai valoverhon korvaamiseen voisi olla turvalaserskanneri (Kuva 8). Skannerista koosta riippuen, sille pystytään asettamaan n. 270 asteen kulmassa sektoreita ja etäisyyksiä, joille pystytään määräämään erilaisia turvarajoja ja varoitusrajoja (Kuva 9). Kun skanneri havaitsee esineen tai ihmisen tai ihmisen osan turvarajan sisällä se pysäyttää laitteen, johon se on kytketty ja mahdollisesti antaa varoitusäänen ja sytyttää varoitusvalon. Kun skanneri havaitsee esineen tai ihmisen tai ihmisen osan varoitusrajan sisällä, se antaa vain varoitusäänen ja sytyttää varoitusvalon, mutta ei pysäytä laitetta, johon se on kytketty. Turvalaiteskanneerin resoluutiota muuttamalla, voidaan määrittää minkäkokoinen esine, esimerkiksi käsi tai jalka, vaara- tai varoitusalueelle tulee, ja täten määrittää hälyttääkö laite vai ei. (sick www-sivut 2019.)



Kuva 8. Turvalaserskanneri (sick www-sivut 2019.)



Kuva 9. Turvalaserskanneerin rajat (sick www-sivut 2019.)

Turvalaserskannerissa turvalaitteena tällaisessa koulun laboratoriossa on samanlaisia ongelmia kuin valoverholla. Kun ihmisiä liikkuu paljon omissa ajatuksissaan ja tehden omia asioita, niin aina ei tule huomatuksi kaikkia laitteita niin tarkkaan kuin pitäisi. Turvalaserskannerin erona valoverhoon on kuitenkin se, että skanneriin voidaan asentaa edellä mainittuja rajoja ja niin saada ihmiset huomaamaan laitteet aikaisemmin ja muuttamaan kulkureittejään.

4.2 Muita vaadittavia ominaisuuksia

4.2.1 Virtuaalinen käyttöönotto

Digitaalinen kaksonen mahdollistaa jonkin asian ohjelmoinnin ensin simuloimalla, josta ohjelmointikoodi voidaan siirtää suoraan laitteen ohjaukseen. Digitaalista kaksonesta käytetään koko tuotteen elinkaaren ajan tuotantojärjestelmän simuloimiseksi ennen kuin aloitetaan sijoittaminen fyysisiin tuotteisiin. Simuloimalla, analysoimalla saatua dataa ja koneen oppimiskykyä, digitaalinen kaksonen pystyy osoittamaan suunnittelun muutoksen, ympäristöolosuhteiden sekä muiden muuttujien vaikutuksen, siten, ettei tarvita enää fyysisiä prototyyppijä eikä myöskään pitkäkestoista kehitysaikaa. Jotta varmistetaan tarkka mallinnus koko elinkaaren ajan, digitaalinen kaksonen käyttää fyysisiin kohteisiin asennettuja antureita, jotta voidaan määrittää esineiden olosuhteet ja muutokset ajan mittaan. Näitä tietoja käyttämällä digitaalinen kaksonen kehittyy ja päivittyy jatkuvasti, jotta siitä nähtäisiin muutokset, jonka avulla voidaan optimoida tuotantoa mahdollisimman vähillä kustannuksilla. (Siemens [www-sivut 2019](#).)

Satakunnan ammattikorkeakoulussa automaation opiskelussa digitaalisella kaksosella on iso rooli järjestelmästä riippumatta. Lähes kaikissa harjoituksissa ohjelmointi tehdään ensin digitaalisesti niin, että kaikki toimii niin kuin pitää ja vasta sitten siirretään ohjelmointikoodi laitteen ohjaukseen. Usein tässä kohtaa tarvitaan vain pientä hienosäätöä, jos sitäkään. Opetusympäristössä digitaalinen kaksonen on erittäin tarpeellinen jo siitäkin syystä, että sen avulla asiat pystytään opettamaan nopeammin ja siinä

samalla nähdään, miten ohjelmointi toimii ja miten mahdolliset ohjelmointivirheet vaikuttavat laitteen toimintaan.

4.2.2 Liitettävyys eri järjestelmien välillä

Koska vanha ohjausjärjestelmä oli toteutettu Omronin komponenteilla, niin uudessa ohjausjärjestelmässä yhtenä vaatimuksena oli tulevan ohjausjärjestelmän yhteensopi- vuus muiden koko järjestelmän osien kanssa ja kun se liitetään simulointiympäristöön, niin se tarkoittaa, että tulevassa ohjauksessa on oltava opc-ua. Opc-ua on lyhenne sanoista, Ole (Object Linking and Embedding) for Process Control- Unified Architec- ture. Opc-ua on OPC Foundationin laatima, alustariippumaton, tietoturvallinen, mutta avoin ja luotettava tiedonsiirtomekanismi datan liikuttamiseen palvelimien ja asiakas- ohjelmien välillä. (OPC Foundation www-sivut 2019.)

Satakunnan ammattikorkeakoulun automaatiolaboratoriossa on käytössä usean val- mistajan järjestelmiä, kuten myös tässä järjestelmässä, johon tämä portaalirobotti kuu- luu ja jos halutaan niiden toimivan yhteistyössä niin opc-ua:n kaltainen systeemi on jokseenkin välttämätön ja erittäin käytännöllinen.

4.2.3 Yhteys kuljetinjärjestelmään

Vanhassa järjestelmässä keskusteluyhteys portaalirobotin ja kuljetinjärjestelmän vä- lillä oli toteutettu ethernet-yhteyden avulla. Uudessa järjestelmässä yhtenä vaihtoeh- tona kyseisen välin tietojen siirtoon voisi olla UDP-protokolla, joka on lyhenne sa- noista User Datagram Protocol. UDP-protokolla on yhteydetön protokolla, se ei siis tarvitse yhteyttä laitteiden välille, mutta voi silti siirtää tietoa. Tästä johtuen voi käydä myös niin, että siirrettävä tieto menee hukkaan. (Search Networking www-sivut, 2019.)

4.2.4 RFID

RFID on lyhenne sanoista Radio Frequency IDentification, joka tarkoittaa radiotaajuista tunnistamista. Sitä käytetään tunnistamaan ihmisiä, eläimiä tai esineitä. Menetelmiä tunnistaa on monia, mutta yleensä tallennetaan sarjanumero tai muuta hyödyllistä tietoa objektista, jota yritetään tunnistaa, mikrosirulle, johon on liitetty antenni. Tätä sirua kutsutaan RFID-tunnisteeksi. RFID-lukija muuntaa tunnisteelta tulevat radiotaajuudet digitaalseksi, joka lähetetään tietokoneelle. (RFIDjournal [www-sivut 2019.](#))

Tämä järjestelmä toimii niin, että tuote valmistetaan robottisolussa ja samalla tuotteen tyyppi kirjoitetaan RFID-tunnisteeseen. Portaalirobotin tarttujassa oleva RFID-lukija tunnistaa tuotteen. Vanhassa järjestelmässä informaatio RFID-tunnisteista logiikkaan siirtyi sarjaliikennekortin avulla. Uudessa järjestelmässä voitaisiin tehdä samalla tavalla, mutta nykyään vaihtoehtona on myös IO-Link liitäntä.

4.2.5 IO-Link

IO-Link on digitaalinen standardiliitäntä. Sillä mahdollistetaan antureiden ja ohjausjärjestelmän välinen tiedonsiirto, josta anturit keräävät ja analysoivat laitteiden välillä liikkuvaa tietoa. Liitännän avulla laitteiden etäohjaus sekä anturien asetusten vaihdot ovat mahdollisia. (Sensorola [www-sivut 2019.](#))

IO-Link-teknologia on kehitetty niin, että eri toimittajien anturit toimivat täydellisesti toistensa kanssa. Antureita voidaan käyttää monissa eri kohteissa, sillä ne ovat muuteltavissa kohteesta ja sovelluksesta riippuen. (Sensorola [www-sivut 2019.](#))

5 UUDET VAIHTOEHDOT

Tässä tapauksessa tarjouspyyntöjä lähetettiin neljälle eri valmistajalle, Omronille, Beckhoffille, Bosch-Rexrothille sekä Siemensille. Tarjousten hinnoissa ei suurta eroa

ollut, vaikka eri valmistajilla oli erilaisia kombinaatioita ohjausjärjestelmän kokoa-
miseksi.

5.1 Omron

Kuten jo alussa tuli mainittua vanha järjestelmä on toteutettu Omronin komponenteilla ja luonnollisesti heiltäkin haluttiin uutta ohjausjärjestelmää pyytää. Omronin tarjoukseen kuului PLC (Kuva 10), johon kuuluu CPU, I/O-moduulit, teholähteet ja turvamo-
duuli, jolla tässä tapauksessa korvataan servokäytöstä puuttuva SLS-ominaisuus. Tar-
joukseen kuului myös uudet servomootorit absoluuttiantureilla, niille kuuluvat kaa-
pelit, servokäytöt ja RFI-suotimet sekä lisenssi Sysmac studio ohjelmistosta. Kyseinen
ohjelmisto soveltuu sekä ohjelmointiin, simulointiin että seurantaan. Omronin tarjouk-
sessa, muista poiketen, ei ollut lainkaan mukana alennusvaihteita, koska uudet moot-
torit menisivät vanhoihin vain pienillä muutoksilla. Kaikki komponentit ovat tietenkin
uusia, mutta omronin tapauksessa ainoat muutokset vanhaan järjestelmään verrattuna
olisivat uudistettu ohjelmisto sekä logiikka, josta nyt siis löytyisi muihin järjestelmän
osien yhteydenpitoon vaadittava opc-ua. (Omron www-sivut 2019.)



Kuva 10. Omron X1 Logiikka (Omron www-sivut 2019.)

5.2 Beckhoff

Beckhoffin pakettiin kuului PLC sarjaliikennekortilla, TwinCAT 3 ads-ohjelmisto, servomootorit kaapeleineen, alennusvaihteet sekä turvakorteilla täydennetyt servo-
käytöt, joita beckhoffin tapauksessa oli vain kaksi, yksi käyttää z-akselia ja toinen x-

ja y-akselia. Beckhoffin hyviä puolia on juurikin se että komponentteja ohjauskeskukseen tulisi vähemmän, kuin siinä tapauksessa, jos olisi esimerkiksi jokaiselle akselille oma käyttönsä. Liitettävyys järjestelmän muihin osiin ei pitäisi olla ongelma, sillä automaatiolaboratoriossa on jo käytössä TwinCAT-ohjelmisto simulointiympäristössä. (Beckhoff www-sivut 2019.)

5.3 Bosch-Rexroth

Bosch-Rexroth vastasi tarjouspyyntöön seuraavin komponentein. Logiikka kaapeleilla, turvakortilla, I/O-moduulilla ja IndraWorks-ohjelmistolla, sekä servomoottorit kaapeleineen, alennusvaihteet että servokäytöt. Servokäytöistä Bosch-Rexrothin toista valmistajista erottaa niihin asennettavissa oleva IndraMotion ohjelmisto, joka toimii siten, että servokäyttöä voidaan ohjelmoida ilman PLC:tä. (Bosch-Rexroth www-sivut 2019.)

5.4 Siemens

Siemensin tarjoukseen kuului Logiikka I/O-moduulilla, sarjayhteysmoduulilla, servomoottorit kaapeleilla sekä servokäytöt. Siemensin ehdottama logiikka oli simatic S7-1500 (Kuva 11), jonka edeltäjiä simatic S7-300:a ja simatic S7-400:a on käytetty automaation opiskelussa jo useita vuosia. Siemensin järjestelmiä ja ohjelmistoja, esimerkiksi Step 7:ä käytetään selvästi eniten automaation opiskelussa. Tämän vuoksi Siemensin sopivuus komponenttien toimittajaksi olisi erinomainen. (Siemens www-sivut 2019.)



Kuva 11. Simatic S7-1500 (Siemens www-sivut 2019.)

6 UUSI OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Eri vaihtoehtoja sekä tarjousten että opetuksen kannalta vertaillen, uuden ohjausjärjestelmän komponenttien toimittajaksi valikoitui Siemens.

6.1 Logiikka

Logiikaksi valikoitui Ahlsellin tarjoama Simatic S7-1500 sarjan CPU 1516TF-3 PN/DP, joka on niin kutsuttu vikaturvallinen teknologia CPU, jolla voidaan suorittaa vaativiakin tehtäviä. Vikaturvallinen eli fail-safe tarkoittaa, että laitteen vikaantuminen ei johda vaaratilanteisiin. Siinä on sekä profinet-, ethernet-, että profibus-liitännät. S7-1500 sarjan edeltäjiä siis on ollut opetuksessa mukana jo useita vuosia ja tämän kyseisen sarjan mallejakin jo muutamia vuosia, joten opetuksessakaan ei tarvitse aloittaa puhtaalta pöydältä. Simatic S7-1500 on TIA Portal-ohjelmointialustaperusteinen eli simulointi voidaan suorittaa joko suoraan logiikalla tai ensin tietokoneella ja sieltä siirtää se ohjaukseen. TIA Portal-ympäristön Step 7 on paljon automaation opetuksessa käytetty ohjelma. Se sisältää valmiita kirjastoja, jotka nopeuttavat ohjelmien suunnittelua, käyttöä ja valvontaa. Logiikassa on luonnollisesti myös tiedonsiirtoon

tarvittava opc-ua-toiminto. S7-1500 sarjan logiikoihin voidaan liittää jopa 31 moduulia. (Siemens www-sivut 2019.)

6.2 Servot

Servokäyttöksi tuli Sinamics S210, 1AC, 230V, 0,1kW- käytöt. Käyttöissä oli tietenkin vaadittu SLS-turvanopeusominaisuus, kuten myös monia muita turvaominaisuuksia, joilla pystytään tarkkailemaan esimerkiksi nopeuden pysymistä oikeana(SSM), tai vaikka moottorin tahaton uudelleenkäynnistymisen estäminen(STO), vain pari mainitakseni. Servokäyttöjen ja moottorien välinen yhteys on toteutettu yhdellä kaapelilla. (Siemens www-sivut 2019.)

Servomoottorit olivat mallia Simotics S-1FK2, joista kaksi, x- ja y-akseleille, olivat absoluuttianturein varusteltuja, sekä yksi, z-akselille, joka oli muuten samanlainen, mutta jarrulla varustettu. Akseleiden pituus moottoreissa oli 20 mm. Koska moottoreissa on itsessään absoluuttianturit, on takaisinkytkentään tarvittavat komponentit kaassassa (Kuva 12).



Kuva 12. Servokäyttö ja -moottori (Siemens www-sivut 2019.)

6.3 RFID

RFID-tunnisteiden luenta tässä robotissa hoidetaan IO-Link tiedonsiirron avulla siten, että käytetään valmista niin kutsuttua oppilaitospakettia, josta tärkeimmät komponentit

ovat Simatic ET 200SP- Logiikka (Kuva 13), jossa lisänä CM 4XIO-Link yhteysmoduuli (Kuva 14). Tähän moduuliin liitettyjen RF210R- lukija-antureiden avulla tunnistusten luenta onnistuu ilman, että käytettäisiin tiedonsiirtoon sarjaliikennekorttia, joka siis vanhassa järjestelmässä oli. RFID-tunnisteeksi valikoitui MDS D460-tag, joka oli kooltaan sopivin.



Kuva 13. ET 200SP
(Siemens www-sivut 2019.)



Kuva 14. CM 4XIO-Link
(Siemens www-sivut 2019.)

6.4 Ohjauskeskuskotelo

Ohjauskeskuksesta vaihtoon menee siis melkein kaikki komponentit. Liitteissä 1 ja 2 on mittakuvia logiikasta, käytöstä ja moottorinsuojakytkimestä. Niistä voidaan jo nähdä, että tilaa kotelossa tarvitaan aika paljon. Näiden lisäksi tulee vielä teholähde, RFID-lukemiseen tarvittavat komponentit, sekä automaattisulakkeita ja riviliittimiä. Vanha ohjauskeskuksen kotelo ei tule riittämään, vaan täytyy tehdä uusi. Kotelo kannattaa suunnitella niin, että komponentit saadaan asennettua loogiseen järjestykseen.

7 LOPPUSANAT

Yhteenvetona voidaan todeta, että tämä Siemens-järjestelmä sopii automaatiolaboratorion muiden järjestelmien sekaan loistavasti jo senkin vuoksi, kun siellä on jo ennestään vanhempia Siemens-järjestelmiä ja niillä kuitenkin on ollut ja tulee varmasti olemaan opetuksessa merkittävä osa. Tämä järjestelmä vie opetusta taas vähän eteenpäin uusien komponenttien ja toimintojen osalta.

Aloittaessani opinnäytetyötä se tuntui todella haastavalta, koska koulua aikaisempaa kokemusta sähkö- tai automaatiopuolelta minulla ei ole. Jo alussa kävi selväksi, että tämä ei ole mikään läpihuutojuttu, vaan saadakseni työn valmiiksi, täytyy työskennellä ahkerasti aina kun mahdollista. Työn tekemisessä suurimman ajan vei aineiston hakeminen juurikin kokemattomuuden takia. Melkein kaikki asiat oli haettava jostakin ja vielä tarkistettava moneen kertaan, ettei ainakaan mitään pahoja asiavirheitä tulisi. Työn edetessä huomasin oppineeni paljon uutta kyseisestä aiheesta ja automaatiosta yleensä. Loppua kohden työn tekeminenkin helpottui, kun oli tullut tehtyä ahkerasti työtä aineiston etsimisessä alusta asti. Lopuksi haluan kiittää Jorma Tuomelaa hyvistä neuvoista ja ohjeista.

LÄHTEET

- Beckhoff www-sivut. 2019. Viitattu 3.5.2019. <https://www.beckhoff.com/>
- Bosch-Rexroth www-sivut. 2019. Viitattu 3.5.2019. <https://www.boschrexroth.com/fi/fi/home/index>
- Fonselius, J. Rinkinen, J. & Vilenius, M. 1998. Koneautomaatio, Servotekniikka. Helsinki. Oy Edita Ab
- Hanhisalo, H. 2008. Servomoottorin ohjain. Insinööriyö. Kajaanin ammattikorkeakoulu.
- Keinänen, T. Kärkkäinen, P. Lähetkangas, M. Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki WSOY Oppimateriaalit Oy
- Oem www-sivut. 2019. Viitattu 9.5.2019. <https://www.oem.fi/>
- Omron www-sivut. 2019. Viitattu 3.5.2019. <https://industrial.omron.fi/fi/home>
- OPC Foundation www-sivut. 2019. Viitattu 1.4.2019. <https://opcfoundation.org/>
- Pöyri, A. 2010. Automaatiolaboratorion kuljetinjärjestelmän turvallisuus. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu.
- RFIDjournal www-sivut. 2019. Viitattu 2.5.2019. <https://rfidjournal.com>
- Search Networking www-sivut. 2019. Viitattu 9.5.2019. <https://searchnetworking.techtarget.com/>
- Sensorola www-sivut. 2019. Viitattu 8.5.2019. www.sensorola.fi
- SFS-EN ISO 13857 Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeelle. 2008. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 27.4.2019. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>
- SFS-EN ISO 13855 Koneturvallisuus. Suojausteknisten laitteiden sijoitus ottaen huomioon kehon osien lähestymisnopeudet. 2010. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 27.4.2019. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>
- SFS-EN ISO 14119 Koneturvallisuus. Suojusten kytkentä koneen toimintaan. Suunnittelu ja valinta. 2013. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 27.4.2019. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>
- SFS-EN ISO 14120 Koneturvallisuus. Suojukset. Kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelun ja rakenteen yleiset periaatteet. 2015. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 27.4.2019. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>
- Sick www-sivut. 2019. Viitattu 27.4.2019. <https://www.sick.com/fi/fi/>

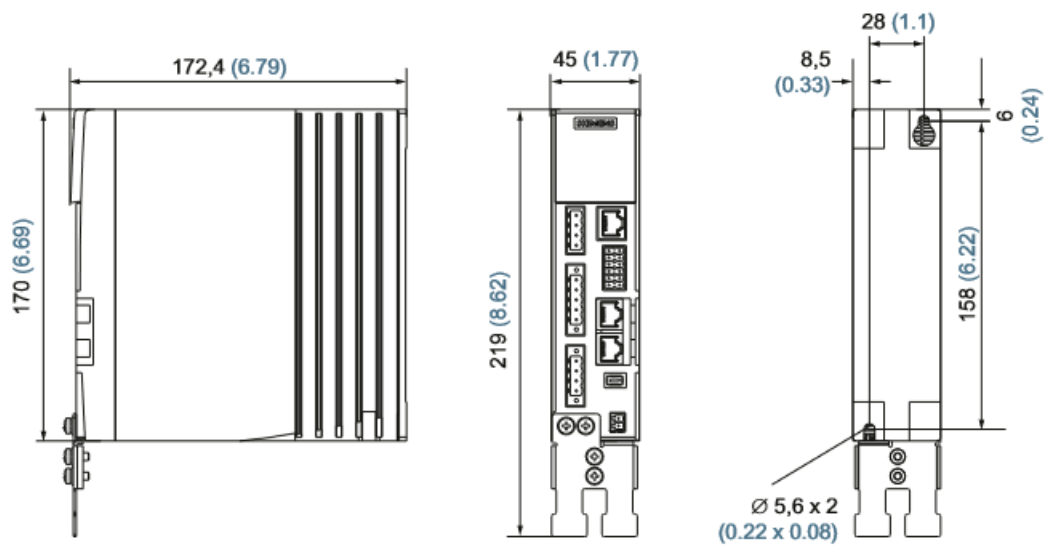
Siemens www-sivut. 2019. Viitattu 2.4.2019. <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/>

Vainikainen, E. 2015. Opetuskäyttöön tulevan servokäytön kokoonpanon suunnittelu ja käyttöönotto. Insinööriyö. Metropolia ammattikoulu.

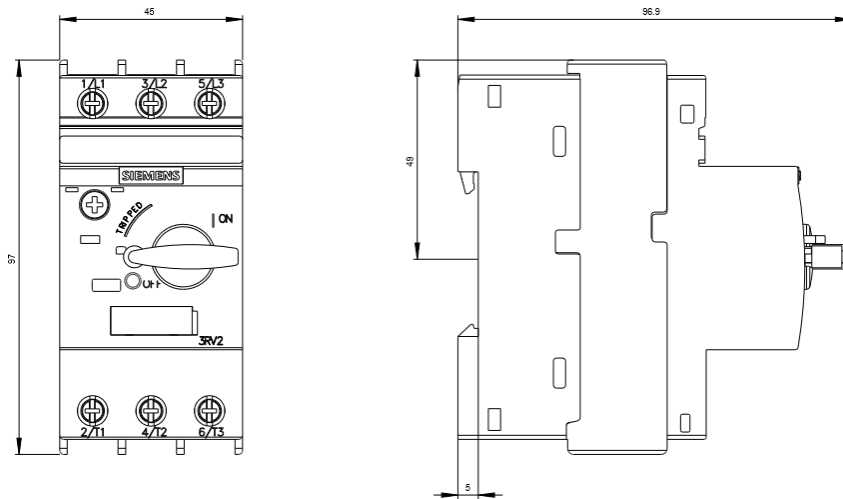
LIITE 1



Logiikka



Servokäyttö



Mottorinsuojakytkin