

Pertti Pääkkö

PYÖRÖPÖYDÄN OHJAUS OMRONIN LOGIIKALLA

PYÖRÖPÖYDÄN OHJAUS OMRONIN LOGIIKALLA

Pertti Pääkkö
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Pertti Pääkkö

Opinnäytetyön nimi: Pyöröpöydän ohjaus Omronin logiikalla

Työn ohjaaja: Tero Hietanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2015 Sivumäärä: 32 + 13 liitettä

Työn aiheena oli suunnitella pyöröpöydän ohjaus Omronin C200H-logiikalla, jonka tavoitteena oli saada käytöstä poistetut Tallberg Roboticsin vanhat pyöröpöydät taas pyörimään. Sen lisäksi ohjaus- ja sähkökaapin johdotukset kartoitettiin ja niiden pohjalta piirrettiin sähkökaaviot.

Johdotukset kartoitettiin yleismittarin avulla sekä käsin johtoja seuraamalla lähtöpisteestä loppupisteeseen. Sähkökaaviot piirrettiin AutoCAD Electrical -ohjelmalla kartoituksen pohjalta. Sähkökaavioihin perustuen yritettiin yhdistää ohjauskaappi ja sähkökaappi toisiinsa, mutta johdotuksia jouduttiin muuttamaan. Tämän jälkeen kartoitus ja sähkökaaviot tehtiin uudelleen vastaamaan uutta tilannetta. Ohjelmointi toteutettiin vanhalla Omronille tarkoitetulla Syswin-ohjelmistolla, joka tarvitsi Windows XP -käyttöjärjestelmän toimiakseen.

Työn tuloksena logiikkaohjaus saatiin toimintaan, jolloin pyöröpöydät toimivat halutulla tavalla. Alkuperäisten sekä muutettujen johdotusten kartoitus taulukoitettiin ja molemmista piirrettiin sähkökaaviot. Laitteistolle etsittiin myös datalehdet. Lisäksi tehtiin käyttöohjeet käsiohjaukseen sekä ohjelman kuvaus.

Asiasanat: Omron, C200H, PLC, Syswin, logiikkaohjaus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Automation engineering

Author: Pertti Pääkkö

Title of thesis: Control programming of rotary table with Omron C200H logic controller

Supervisor: Tero Hietanen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2015 Pages: 32 + 13 appendices

The main subject of this thesis was to design new control program for rotary table with Omron C200H logic controller. Rotary tables were removed from their old working place by cutting all wires. Second goal was to survey all the wires inside controller cabinet and electric cabinet. After surveying the wires electrical circuit diagrams needed to be drawn.

Wires were surveyed with multimeter and by following each wire where they went. Electrical circuit diagrams were drawn by AutoCAD Electrical software. After the electrical circuit diagrams were finished controller and electric cabinets were connected to each other. Only problem in connecting them were that they couldn't be connected straight away. So wiring needed to be changed and electrical circuit diagrams had to be done again. Control program was made with Syswin software which is designed for older Omron PLC's.

As a result of thesis was that rotary tables were able to rotate and work as planned. Electrical circuit diagrams were drawn and the wiring survey were tabulated. In addition data sheets of all the components were searched and added to files which were given to VTT along with thesis.

Keywords: Omron, C200H, PLC, Syswin, logic control

ALKULAUSE

Työn toimeksiantajana toimi Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, jonka yhteyshenkilöinä toimivat tutkimusinsinööri Matti Annala sekä johtava tutkija Tapio Heikkilä. Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan yksiköstä ohjaavana opettajana toimi lehtori Tero Hietanen. Haluan kiittää kaikkia hyvähenkisestä ja joustavasta yhteistyöstä.

Kiitokset myös sähkömies Heikki Lehtosaarelle, joka auttoi sähkötöiden tekemisessä.

Oulussa 4.11.2015

Pertti Pääkkö

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 KOMPONENTIT JA NIIDEN KÄYTTÖ	8
2.1 Induktiivinen anturi	8
2.2 Sähkömekaaniset ohjauslaitteet	8
2.3 Muuntaja	10
2.4 Sähköpneumaattiset toimilaitteet	11
2.4.1 Sylinteri	11
2.4.2 Magneettiventtiili	12
2.5 Kolmivaiheinen oikosulkumoottori	12
2.5.1 Mekaaninen rakenne	13
2.5.2 Moottorin kytkentä	14
2.6 Taajuusmuuttaja	14
3 KYTKENTÖJEN SELVITTÄMINEN JA DOKUMENTOINTI	16
4 LOGIIKKAOHJELMOINTI	20
4.1 Ohjelmitavien logiikoiden pääpiirteitä	20
4.2 Logiikkaohjain Omron C200H	21
5 OHJAUSOHJELMA	22
5.1 Ohjelman toiminnan suunnittelu	22
5.2 Ohjelman tekeminen	23
5.3 Ohjelman simulointi	26
6 KÄYTTÖÖNOTTO	27
7 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	31
LIITTEET	32

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä oli tarkoituksena selvittää, voiko käytöstä poistettua releohjattua Tallberg Roboticsin pyöröpöytää vielä hyödyntää uusiokäyttöön. VTT:n Oulun toimipisteessä olleet pyöröpöydät ja niiden ohjauskaappi oli irrotettu edellisestä kohteestaan katkomalla kaikki kaapelit ja myös osa kaappien sisäisistä johdotuksista oli irti.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa johdotukset, piirtää kartoituksen pohjalta sähkökaaviot sekä ohjelmoida vanha logiikka vastaamaan uutta käyttötarvetta. Omronin vanhaa ohjelmointia pyrittiin käyttämään hyödyksi, mikäli se saadaan otettua talteen tietokoneella. Omronin logiikka on vanha C200H, jonka ohjelmointi on aiemmin tapahtunut käsikonsolilla (handheld programming console). Kun selvitetään, toimiiko PLC:n (programmable logic controller) ja tietokoneen välinen yhteys, voidaan arvioida logiikan sopivuus pyöröpöytien ohjaamiseen.

Laitteisto koostuu ohjauskaapista, sähkökaapista ja kahdesta pyöröpöydästä. Ohjauskaapin sisällä on logiikka, muuntaja, sulakkeita ja releitä. Sähkökaapissa on taajuusmuuttaja, muuntaja, releitä ja kontaktoreita. Sähkökaappi on kiinnitetty toisen pyöröpöydän kylkeen kiinni. Yhteen pyöröpöytään kuuluu taso ja sitä pyörittävä moottori ja vaihde, paineilmalla toimiva sylinteri ja sen ohjausventtiili sekä paikkatiedon antava anturi. Molemmat pyöröpöydät ovat identtisiä. Pyöröpöydässä on viisi mahdollista paikkatietoa. Kun pöytä on oikealla paikalla, se lukitaan ylöspäin työntyvällä sylinterillä. Taajuusmuuttajaohjatulla moottorilla pyöritetään tasoa haluttuun suuntaan. Logiikan ja siihen kytkettyjen painikkeiden avulla ohjataan pyörivän tason toimintaa. Tarkoituksena on käyttää pyöröpöytää aputasona erilaisten laitteistojen testausalueella.

2 KOMPONENTIT JA NIIDEN KÄYTTÖ

Automaatiossa sekä koneautomaatiossa käytetyt ohjauslaitteet ovat pneumaattisia, sähkömekaanisia tai elektronisia. Elektroniset ohjauslaitteet ovat yleistyneet niiden hintakehityksen ja monipuolisten ominaisuuksien seurauksena. (1, s. 92.) Opinnäytetyössä käytettävä pyöröpöytä ja sen komponentit ovat pääasiallisesti releohjattuja.

2.1 Induktiivinen anturi

Anturilla tarkoitetaan laitetta, joka muuntaa mitattavan prosessisuureen sähköiseksi viestiksi. Induktiivinen anturi on tyypiltään lähestymiskytkin. Lähestymiskytkimellä tarkoitetaan kytkintä, joka sulkee tai avaa virtapiirin kappaleen tullessa riittävän lähelle. Tunnistettavan kappaleen ei tarvitse koskettaa lähestymiskytkintä. Induktiivisen lähestymiskytkimen toimintaetäisyys on tavallisemmin 0–20 mm. Lähestymiskytkimet koostuvat elektronisista komponenteista eivätkä sisällä liikkuvia osia, joten niiden käyttöikä on pitempi kuin mekaanisten rajakytkimien. (1, s. 22, 33.)

Induktiivinen lähestymiskytkin tunnistaa vain metalleja. Metallin lähestyessä anturin tuntopään magneettikenttä vaimenee. Siitä seuraa, että kelan virta pienenee ja anturin elektroniikka muuttaa virtamuutoksen on/ei-tiedoksi. (1, s. 34.)

Opinnäytetyössä käytetty induktiivinen anturi on 2-johdinanturi, jonka toimintasuuntaa (avautuva/sulkeutuva) voi napaisuutta vaihtamalla muuttaa. Anturi toimii 10–55 voltin käyttöjännitteellä ja sen toimintaetäisyys on 0–1,6 mm, joten sen täytyy olla todella lähellä metallista paikkatietolevyä.

2.2 Sähkömekaaniset ohjauslaitteet

Sähkömekaanisilla ohjauslaitteilla tarkoitetaan mekaanisiin kytkimiin ja releisiin perustuvia sähköisiä ohjauslaitteita. Automaation kannalta tärkeimpiä laitteita ovat releet, aikareleet ja laskurit. Sähkömekaaniset ohjauslaitteet ovat edullisia suppeissa ohjaustehtävissä, ellei ohjaukselta vaadita merkittävää älykkyyttä.

Releohjauksien heikkouksia ovat koko ja hinta, jos tarvitaan suuria järjestelmiä, releohjauksen muuntelemisen hankaluus sekä releiden kuluminen. Mikäli releohjaus koostuu yli 10 releestä, ei se ole taloudellisesti eikä kunnossapidon kannalta järkevää. (1, s. 92, 95; 2, s. 48.) Tästä johtuen, jos opinnäytetyön releohjatun pyöröpöydän komponentit olisivat rikki, kannattaisi ostaa uusi logiikka ohjaamaan pyöröpöydän käyttöä. Opinnäytetyöprojektin toimivuus oli kuitenkin hyvä. Mikäli jokin releistä lakkaa toimimasta, on varalle heti uusi komponentti, sillä lopulliseen ohjaukseen ei tarvittu kaikkia kaapissa olleita releitä.

Rele

Rele on kytkimen tapainen komponentti. Kun kytkin tarvitsee mekaanisen liikkeen virran tai jännitteen kytkemiseen, rele tekee sen logiikkaohjauksesta tulevan sähkövirran avulla. Pienellä virralla voidaan kytkeä iso virta tai tasavirralla vaihtovirta jne. Keskikokoiset releet kiinnitetään omaan kantaansa ja kanta voidaan kiinnittää C-kiskoon, kuten opinnäytetyöprojektin pyöröpöydässä. (1, s. 92.)

Releen perusosia ovat kela, ankkuri, palautusjousi ja kosketinryhmä. Ohjattava kosketin kytkee virran päävirtapiiriin, kun kelaan tuodaan virta. Kela muodostaa sähkömagneetin, joka vetää rautaista ankkuria puoleensa. Ankkuri painaa kosketinryhmän koskettimet kiinni tai auki riippuen niiden toimintatavasta. Releen, ja samalla myös kontaktorin, koskettimet voivat olla joko sulkeutuvia (NO = Normally Open) tai avautuvia (NC = Normally Closed) tai näiden yhdistelmiä. (2, s. 45.)

Kontaktori

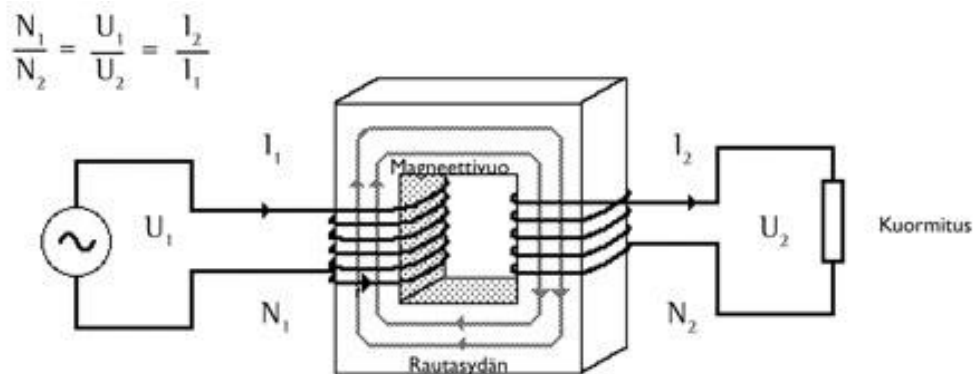
Suurimpia releitä kutsutaan kontaktoreiksi. Niissä on sekä pää- että apukoskettimia. Pääkoskettimien avulla katkaistaan 3-vaiheinen toimilaitteen päävirta ja apukoskettimilla apuvirtapiirien ohjausvirta. Pääkoskettimet merkitään numeroilla 1–9. Apukoskettimiin liittyy kaksinumeroinen tunnus. Ensimmäinen numero ilmaisee koskettimen sijainnin ja toinen koskettimen toiminnan. Numerot 1 ja 2 tarkoittavat avautuvaa kosketintoimintaa, 3 ja 4 tarkoittavat sulkeutuvaa koske-

tintoimintaa, 5 ja 6 normaalista poikkeavaa avautuvaa toimintaa sekä 7 ja 8 osoittavat normaalista poikkeavaa sulkeutuvaa toimintaa. (1, s. 92.)

Kontaktoreilla ohjataan yleensä suuria sähkövirtoja esim. kolmivaiheiselle sähkömoottorille. Näin on myös tehty opinnäytetyössä. Vikatilanteessa kontaktorin läpi menevä suuri oikosulkuvirta pyrkii avaamaan kontaktorin koskettimet. Tällöin syntyy valokaari, joka voi hitsata kärjet toisiinsa kiinni. Seurauksena on rikkoutunut kontaktori ja pahimmillaan vaiheiden välinen oikosulku. Suurten oikosulkuvirtojen katkaisemiseksi etusulakkeet asennetaan ennen kontaktoria. (3, s. 99.) Opinnäytetyön ohjaus- sekä sähkökaapissa on suojauksena putkisulakkeet sekä vikavirtasuojat, joiden tehtävänä on suojata muita laitteita.

2.3 Muuntaja

Eräs kelan sovellus on muuntaja, jossa rautasydämen ympärille on käämitty ensiö- ja toisiokäämi. Muuntajalla voidaan muuntaa sähköjännitteen ja -virran suhdetta. (2, s. 48–49.) Opinnäytetyöprojektin molemmissa kaapeissa, niin ohjaus- kuin sähkökaapissakin, on muuntajat. Nämä muuntajat muuttavat verkko-
virran jännitteen (U_1) 230 voltista releiden ja muiden komponenttien tarvitsemaan 24 volttiin (U_2). Kuvasta 1 nähdään muuntajan toimintaperiaate. (4.)



Muuntajan toimintaperiaate.

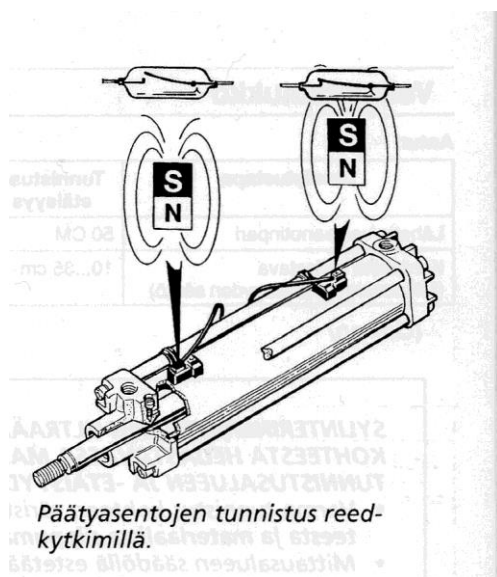
KUVA 1. Muuntajan toimintaperiaate (4)

2.4 Sähköpneumaattiset toimilaitteet

Sähköpneumaattiset toimilaitteet toimivat paineilmalla, mutta niitä ohjataan sähköisillä viesteillä. Paineilma syötetään venttiiliin läpi sylinterille, jolloin sylinterin asento muuttuu riippuen siitä, kummasta suunnasta ilma syötetään sylinteriin. Logiikalla ohjataan venttiiliä, joka muuttaa ilman syötön suuntaa halutulla tavalla.

2.4.1 Sylinteri

Sylinterit ovat yleiskäyttöisiä komponentteja, joita voidaan käyttää niin pneumaattisissa kuin sähköohjatuissakin järjestelmissä. Sähköisiä ohjauksia varten sylinterin männän asento on voitava tunnistaa. Sylinterin sidepultteihin tai urajohteeseen kiinnitetään yleensä reedkytkin. Reedkytkin toimii, kun tunto-kohteessa oleva kestopagneettipala vaikuttaa siihen. Reedkytkimiä käytetään tyypillisesti pneumatiikkasylinterien päätyasentojen tunnistamiseen. (2, s. 74, 185.) Kuvassa 2 on esitetty sylinteri ja siinä olevat reedkytkimet.



KUVA 2. Sylinteri ja siinä olevat reedkytkimet (3, s. 185)

Opinnäytetyössä sylinterin tehtävänä on lukita pöytälevy tiukasti paikoilleen, jotta se olisi aina pysähdyksen jälkeen tarkalleen oikeassa kohdassa. Sylinterissä on myös ylä- ja alarajatiedot antavat reedkytkimet. Alarajatieto toimii luki-

tuksena pöydän pyörittämiseksi eli jos logiikka ei saa tietoa sylinterin alarajasta, se ei saa lupaa ohjata moottoria käyntiin.

2.4.2 Magneettiventtiili

Magneetikeloilla ohjatut suuntaventtiilit ovat perusrakenteeltaan täysin samantaisia istukka- tai luistiventtiilejä kuin pneumaattisissakin ohjauksissa. Ero on venttiilin ohjauspäissä. Jännitteellinen kela ohjaa apuventtiiliä, joka saa aikaan pääventtiilin asennon muuttumisen. (2, s. 74.)

Opinnäytetyössä käytössä oleva magneettiventtiili on 5/2-suuntaventtiili, jossa on sähkömagneettinen ohjaus ja jousipalautus. Venttiili ohjaa vain sylinterille tulevan paineilman suuntausta, joten sylinteri on koko ajan paineellinen. Kun logiikalta tulee ohjauskäsky magneettiventtiilin kelalle, kela ohjaa apuventtiiliä, joka saa aikaan pääventtiilin asennon muuttumisen. Pääventtiilin asennon muuttuminen kääntää sylinterin ohjaussuunnan joko ylös tai alas. Opinnäytetyössä oletusarvona oli, että sylinteri on ylhäällä lukitusasennossa, mikäli venttiilille ei tule ohjaustietoa.

2.5 Kolmivaiheinen oikosulkumoottori

Sähkömoottori muuttaa sähköenergian mekaaniseksi energiaksi. Sitä tarvitaan erilaisten laitteiden ja koneiden voimanlähteeksi. Oikosulkumoottori on koneautomaatiolaitteiden yleisin sähkömoottori. (3, s. 116; 2, s. 133.) Kuvassa 3 on esitetty oikosulkumoottorin leikkauskuva.



KUVA 3. Oikosulkumoottori (5)

2.5.1 Mekaaninen rakenne

Oikosulkumoottoreita valmistetaan 1- ja 3-vaiheisille sähköverkoille. Niissä on kaksi perusosaa, staattori ja roottori. Staattori pysyy paikallaan ja roottori pyörii staattorin sisällä. (3, s. 116–117.)

Staattori on moottorin liikkumaton osa. Se koostuu metallirungosta, staattorisydäimestä ja -käämityksestä. Rakenteeseen kuuluvat myös sähköiset liitännät ja niiden kytkentäkotelot, laakerikilvet sekä jäähdytyspuhaltimen suoja. Roottori on laakeroitu ja sen akseli pyörittää työlaitetta, opinnäytetyössä vaihteen välityksellä pöytälevyä. Akselin toiseen päähän on kiinnitetty myös moottorin jäähdytyspuhallin. Roottorissa on vinosti akselin suuntaiset alumiiniset tai kupariset käämisauvat, jotka ovat päistään oikosuljetut toisiinsa. Siksi moottoria nimitetään oikosulkumoottoriksi. Roottorin käämitys muistuttaa päistään avointa lieeriömäistä häkkiä, joten sitä kutsutaan häkkikäämitykseksi. (3, s. 116–117.)

Kun staattorikäämiin johdetaan vaihtovirta, aiheuttaa se vaihtelevan magneettivuon, joka synnyttää moottorin sisälle pyörivän magneettikentän. Magneettikentän pyörimisnopeutta kutsutaan moottorin tahtinopeudeksi, ja se on riippuvainen moottorin napaluvusta. Syntyneen magneettikentän ja roottorin välillä on voimavaikutus, jonka seurauksena roottori pyörii jättämän verran pyörivää magneetti-

kenttää hitaammin. Jättämän takia oikosulkumoottorista käytetään myös nimistystä epätahti- eli asynkronimoottori. (2, s. 133.)

2.5.2 Moottorin kytkentä

Opinnäytetyössä oikosulkumoottori kytkettiin sähkökaapin riviliittimien kautta kontaktoriin, josta johdot liitettiin taajuusmuuttajalle. Pyöröpöydän moottori on kolmiokytketty ja siihen tulee 230 voltin jännite. Näiden tietojen perusteella ja tyyppikilven arvojen mukaan tehtiin asetukset taajuusmuuttajaan. (Kuva 4.)



KUVA 4. Oikosulkumoottorin tyyppikilpi

2.6 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja on tehoelektroniikan laite, jolla voidaan säätää kolmivaiheisen oikosulkumoottorin pyörimisnopeutta. Taajuusmuuttajakäyttöisillä moottoreilla käytetään yleisimmin kuljettimia, pumppuja ja puhaltimia. (3, s. 139–140.)

Taajuusmuuttaja muodostaa moottorille kolmivaiheisen vaihtojännitteen, jonka jännitettä ja taajuutta voidaan säätää portaattomasti. Säädöillä vaikutetaan moottorin pyörimisnopeuteen. Moottorin käynnistyksessä tarvittava käynnistysmomentti saadaan säätämällä moottoriin menevää jännitettä ja taajuutta. Taajuusmuuttajaa käyttämällä saadaan seuraavia etuja opinnäytetyöhön:

- 1) Pieni moottorin käynnistysvirta ja alhainen verkon jännitteen alenema. Kolmivaiheinen oikosulkumoottori ottaa suorassa käynnistyksessä suuren käynnistysvirran. Taajuusmuuttajalla säädetään taajuutta ja virtaa siten, että moottori kiihtyy prosessin kannalta edullisesti.
- 2) Työlaitteita rasittamaton käynnistys ja pysäytys. Hidas kiihdytys vähentää vaihteiston hammaspyörien mekaanisia rasituksia sekä moottori voidaan pysäyttää pehmeästi.
- 3) Portaaton ja tarkka pyörimisnopeuden säätö.
- 4) Kauko-ohjausmahdollisuus.
- 5) Taajuusmuuttajan ohjelmoitavuus. (3, s. 139–140.)

Opinnäytetyössä käytetään Vacon NXL -taajuusmuuttajaa, jossa on käytössä portaattomasti toimiva hidas moottorin käynnistys. Alkutilanteessa taajuus on 0 Hz, josta taajuusmuuttaja nostaa nopeutta tasaisesti maksiminopeuteen 25 Hz. Pöydässä kiinni oleva moottori on kytketty vaihteeseen, joka pyörittää pöytälevyä. Hitaan käynnistyksen ansiosta vaihteen hammaspyörät eivät saa kovaa mekaanista rasitusta. Taajuusmuuttaja on ohjelmoitu niin, että moottoria pystytään pyörittämään molempiin suuntiin. Tämä helpottaa ja nopeuttaa pöydän käyttöä. Taajuusmuuttajaa ohjataan logiikan avulla, josta se saa tiedon, milloin saa käynnistyä ja kumpaan suuntaan moottoria pyöritetään.

3 KYTKENTÖJEN SELVITTÄMINEN JA DOKUMENTOINTI

Kyt kentöjen selvittäminen aloitettiin kartoittamalla johdotukset ja taulukoimalla ne Excel- taulukkoon. Kyseisen taulukon pohjalta piirrettiin sähkökaaviot käyttäen AutoCAD Electrical -ohjelmaa.

Johdotusten kartoitus

Johdotusten kartoittaminen aloitettiin ohjauskaapista, joka siirrettiin VTT:n tiloista OAMK:n tiloihin (kuva 5).



KUVA 5. Ohjauskaappi

Ohjauskaapin johdotukset mitattiin Fluken yleismittarilla, jossa ns. piippari-toiminto antaa äänimerkin, mikäli kahden mitattavan pisteen välissä kulkee virta. Käytössä oli Fluke 111 True RMS -yleismittari, jossa oli mittapäät (kuva 6). Toinen pää laitettiin kosketuksiin logiikan liitinnastaan ja toisella koskettiin ohjauskaapin muihin liittimiin. Kun yleismittari antoi äänimerkin, saatiin tietää, mihin mikäkin johto menee. Johdotuksia kartoittaessa huomattiin, että osa johdoista oli kytketty sarjaan, joten piippari-toiminto ei antanut täysin varmoja tuloksia. Tämän takia johdotukset tarkistettiin seuraamalla johtoja käsin. Johtojen kartoitus taulukoitiin Excel-taulukkoon, joka toimitettiin VTT:n käyttöön.



KUVA 6. Fluke 111 -yleismittari

Tilanpuutteen vuoksi pyöröpöytää ei siirretty OAMK:n tiloihin, sillä se painaa satoja kiloja sekä on n. 130cm leveä, joten sen siirtäminen ja laboratoriotiloihin saaminen olisi ollut vaikeaa. OAMK:n automaatiolaboratorion tiloissa ei ollut riittävän leveää ovea, jotta pyöröpöytä olisi saatu sisälle. Koska sähkökaappi on sijoitettu toisen pyöröpöydän kyljessä olevaan kaappiin, täytyi sähkökaapin kartoitus suorittaa VTT:n tiloissa. (Kuva 7.)



KUVA 7. Pyöröpöytä ja sähkökaappi

Sähkökaavioiden piirtäminen

Kun johdotukset saatiin selvitettyä molempiin kaappeihin, aloitettiin sähkökaavioiden piirtäminen AutoCADilla. Jotta AutoCADilla piirretyt symbolit olisivat oikeanlaiset, täytyi komponenttien datalehdet löytää. Kaikkien komponenttien datalehtiä ei löytynyt, sillä ne ovat jo niin vanhoja, ettei niitä kaikkia enää valmisteta.

Sähkökaavioiden piirtämisen jälkeen selvisi muutamia ongelmakohtia, joihin ei ollut osattu varautua alussa. Kun ohjauskaappi kuljetettiin takaisin VTT:n tiloihin käyttöönottoa varten, ohjauskaappi ja sähkökaappi eivät sopineetkaan johdo-

tuksiltaan suoraan yhteen, vaan yhdistämiseen jouduttiin tilaamaan sähkömies avuksi. Samalla sähkökaapista poistettiin useita johtoja, koska niiden tarkkaa tarvetta epäiltiin vahvasti. Osasyynä ylimääräisten johtojen poistoon olivat myös turvallisuustekijät. Myös ohjauskaapista purettiin johdotuksia tarpeettomina sekä turvallisuuden takia. Ohjauskaapissa oleva moottorinohjain Lenze 8100 tuli tarpeettomaksi, mutta sen kytkennät olivat vielä paikoillaan. Tämän seurauksena mm. yhdessä ohjauskaapista lähtevässä liittimessä oli 230 voltin jännitteet. Purkamisen jälkeen ylimääräisiä, jännitteisiä liittimiä ei jäänyt.

Kun kaikki ylimääräiset johdot oli purettu, tehtiin tilaajan käyttöön uudet johdotustaulukot ja sähkökaaviot jäljellä olevien johtojen mukaisesti.

4 LOGIikkaOHJELMOINTI

Moderni teollisuus ja sen kasvaneet tuottavuusvaatimukset ovat johtaneet automaatiolaitteiden kehittymiseen ja käytön kasvuun. Massatuotannossa on paljon täsmälleen samanlaisina toistuvia työkaksoja, joihin on haettu parempaa ja käyttäjäystävällisempää ratkaisua automatisoinnilla. (6, s. 11.)

Suuret automatisointitehtävät toteutetaan tavallisesti automaatiojärjestelmillä, jotka ovat juuri tähän tarkoitukseen valmistettuja laitteistoja ja ohjelmistoja. Pienet ja keskisuuret automatisointitehtävät voidaan useimmiten toteuttaa ohjelmitavien logiikoiden avulla. (6, s. 11.) Ohjelmitavat logiikat (PLC, programmable logic controller) ovat yleisimpiä ohjauslaitteita. Niiden toimintojen määrä ja suorituskyky ovat parantuneet huomattavasti prosessoreiden kehityksen myötä. Nykyiset logiikat sisältävät jo sellaisia ominaisuuksia, joihin on aiemmin totuttu vain automaatiojärjestelmien yhteydessä, mm. laskentaa ja säätöä. (1, s. 102.)

4.1 Ohjelmitavien logiikoiden pääpiirteitä

Logiikka ohjainlaitteena ottaa anturilta tai muulta laitteelta saamansa informaation vastaan ja reagoi siihen ohjelman mukaisesti. Reagointitapa riippuu lähes yksinomaan siitä, millaisen ohjelman suunnittelija on tehnyt. Ohjelmitava logiikkakokonaisuus koostuu seuraavista fyysisistä yksiköistä:

- logiikka-alusta
- virtalähde
- keskusyksikkö
- tulo- ja lähtöyksiköt
- muistiyksikkö. (6, s. 11.)

Logiikat jakaantuvat toiminnallisesti kolmeen toisistaan selkeästi erottuvaan osaan.

1. Logiikan tulot, joihin prosessista tuodaan tila- ja mittaustietoja sekä käyttäjän toimintoja.
2. Logiikan lähdöt, joilla ohjataan prosessin toimilaitteita eli pumppuja, venttiileitä, merkkivaloja jne. halutun prosessitapahtuman toteuttamiseksi.
3. Logiikan sisäinen muisti, missä sijaitsee ”käyttöjärjestelmä” sekä soveltajan laatima ohjelma, varsinainen sovellus, joka suorittaa ohjelmallisesti tulojen ja lähtöjen ohjauksen. (6, s. 11.)

4.2 Logiikkaohjain Omron C200H

Japanilainen Omron Corporation on yksi maailman suurimmista logiikkavalmistajista, joka on perustettu jo vuonna 1933. Omron valmistaa mm. automaatiojärjestelmiä, sensoreita, releitä ja virtalähteitä.

Tässä opinnäytetyössä käytettiin vanhaa Omron C200H-CPU01 -logiikkaa, jossa on 10 yksikköpaikkaa. Sen teoreettinen suurin I/O-määrä on 880 ja suurin analogia I/O-määrä on 80. Käskyvalikoimasta löytyy noin 200 eri käskyä sekä sovellusohjelmamuisti on 8000 sanaa. (6, s. 22.) Käytössä olevan koko logiikkayksikön kokoonpanoon kuuluu kolme vaihto- ja tasasähkösisääntuloyksikköä (IM212), yksi tasasähkösisääntuloyksikkö (ID212), neljä releen ohjausyksikköä (OC225), yksi yhdyskäytäväyksikkö tietokoneiliitäntää varten (LK201-V1), ohjelmitava logiikkaohjain (C200H-CPU01) sekä erillään oleva virtalähde (S82K-2524).

5 OHJAUSOHJELMA

Jotta vanhaa Omron C200H -logiikkaa päästiin ohjelmoimaan, hankittiin ensin tietokone, jossa oli Windows XP -käyttöjärjestelmä. Tämä sen takia, koska C200H-logiikan ohjelmointiin tarvitaan Syswin-ohjelmisto, joka tukee ainoastaan XP:tä ja sitä vanhempia käyttöjärjestelmiä. Tähän tarkoitukseen minulla sattui olemaan vanha pöytätietokone, joka asennettiin pyöröpöydän ohjaukseen vaaditulla tavalla. Koska logiikassa ei ollut sarjaporttia valmiiksi, täytyi selvittää, kuinka siihen voidaan muodostaa yhteys. Yhdistämiseen tarvittiin yksi lisäkortti, jota VTT:n alkuperäisessä logiikkakokoonpanossa ei ollut. Kortti olisi maksanut käyttämättömänä n. 200 €, joten sen hankkiminen ei tuntunut järkevältä. Onneksi koulun automaatiolaboratioluokassa sattui olemaan kyseinen lisäkortti, jonka sai ottaa käyttöön. Lisäkortin liitäntäkaapeli tietokoneeseen oli RS-232C eli 25-pinninen RS-kaapeli. Koululla olleesta lisäkortista löytyi kaapeli ja siihen adapteri, joka muutti 25-pinnisen RS-kaapelin 9-pinniseksi. Koska omassa tietokoneessani ei ollut sarjaporttikytkentää RS-232 -kaapelille, hankittiin adapteri, joka muuttaa 9-pinnisen RS-kaapelin USB-liitäntään sopivaksi.

Kun tietokone saatiin kytkettyä logiikkaan, testattiin, toimiiko yhteys logiikan ja tietokoneen välillä ja onko logiikassa toimivaa ohjelmaa sisällä. Yllätykseksi huomattiin, että logiikan vanha sisäinen ohjelma oli vielä tallessa ja käyttökelpoinen. Siitä huolimatta suunniteltiin uusi, kevyempi ja paremmin tarpeeseen sopiva ohjelma, jossa ei ole mitään ylimääräistä. Vanhasta ohjelmasta ja vähäisistä dokumentin palasista, mitä ohjauskaapin sisältä löytyi, voitiin päätellä, että edelliseen järjestelmään on kuulunut enemmän pöytiä, moottoreita ja muita komponentteja. Vanhoissa dokumenteissa kerrottiin mm. vahan pumppauksesta ja tarttujakourasta, joita nykyisessä kokoonpanossa ei ole.

5.1 Ohjelman toiminnan suunnittelu

Aloituspalaverissa VTT:n kanssa sovittiin, että pöydät (2 kpl) pitää saada pyörimään, eikä muita vaatimuksia ohjelman suunnittelulle ollut. Tämän pohjalta alettiin suunnittelemaan, kuinka ohjauksen pitäisi toimia.

Pöydässä on viisi paikkaa, joihin sen täytyy pysähtyä. Pysähtymisen jälkeen pöytä lukitaan paikoilleen paineilmalla toimivalla sylinterillä, jonka kartiomainen pää nousee ylös pöytälevyssä olevaan reikään. Reikä on täydellinen vastakohta sylinterin kartiomaiseen päähän nähden, joten se lukitsee pöydän tiukasti. Pöytälevy ei saa yrittää pyöriä, jos sylinteri on ylhäällä. Paikkatieto taas tulee induktiiviselta anturilta, jota varten pöytälevyn alapuolella on metalliset paikoituslevyt.

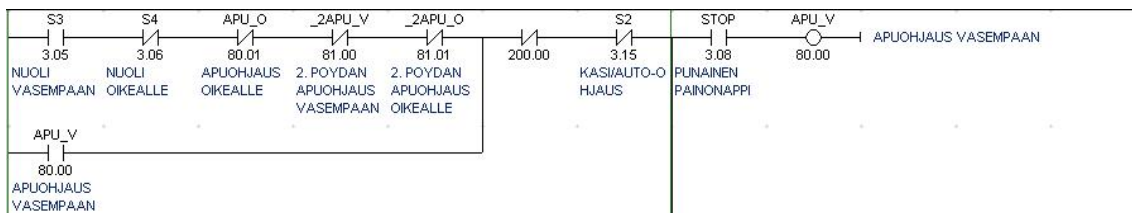
Ohjelman suunnittelun alussa mietittiin, mitä input- ja output-tuloja tarvitaan, jotta pyöröpöytä saataisiin pyörimään. Input-tuloilla tarkoitetaan kentältä eli pyöröpöydältä tulevia tietoja, kun taas output-tuloilla tarkoitetaan logiikalta lähteviä ohjauksia kentälle eli pyöröpöydälle. Käsiohjauksen toteuttamiseen tarvittiin kentältä tiedot pyöröpöytien paikka-antureilta, ylärajakytkimiltä sekä alarajakytkimiltä. Pyöröpöydän ohjaamiseen tarvittiin ohjaukaskäsky taajuusmuuttajalle, kontaktori 1:lle, kontaktori 2:lle, magneettiventtiilille sekä molemmille pyörityssuunnille. Yhteensä tarvittiin 6 sisääntuloa ja 6 ulostuloa. Lisäksi logiikan sisääntuloihin on kytkettynä pyöröpöytiä ohjaavat painikkeet, joista on käytössä kaikkiaan viisi. Kaksi niistä ohjaa 1. pöydän pyöritystä, toiset kaksi ohjaavat 2. pöydän pyöritystä ja yksi on kytketty pysäyttämään toiminta mahdollisen vaaratilanteen uhatessa. Jälkikäteen lisättiin vielä valmius ohjata pöytiä ulkoisesta tietolähteestä, joten sisääntuloja tarvittiin neljä lisää. Logiikalta vaaditaan siis kaiken kaikkiaan 15 sisääntuloa ja 6 ulostuloa. Näiden pohjatietojen perusteella suunniteltiin ohjelma paperille. I/O-luettelo on työn liitteenä 1.

5.2 Ohjelman tekeminen

Opinnäytetyön ohjausohjelma tehtiin tikapuukaaviona (ladder), joka on yksinkertainen ja helppo luettava. Vanha Syswin-ohjelmisto oli hieman kankeakäyttöinen, sillä aikaisemmat koululla tehdyt logiikkaohjaukset on suunniteltu uudemmalla CX-Programmerilla. Peruseriaate on täysin sama ja toimilohkot toimivat samalla tavalla, mutta kun Syswin-tiedosto avattiin CX-Programmerilla, muutamat symbolit muuttuivat. Opinnäytetyössä nähtävät esimerkkikuvat ohjelmasta on otettu kuvankaappauksella CX-Programmerin kautta, joten symbolit eivät ole

täsmälleen oikeanlaiset. On myös huomioitava, että esimerkkikuvat on otettu lopullisesta, toimivasta ohjausohjelmasta.

Omronin sisällä olleesta ohjausohjelmasta katsottiin, kuinka ohjaus oli aikaisemmin tehty, ja pohdittiin, voisiko sitä hyödyntää. Vanhan ohjelman avulla suunniteltiin aluksi apuohjaus, joka ohjaisi muita toimintoja. Apuohjaukset piti tehdä molempiin pyörimissuuntiin ja niihin täytyi tehdä lukituksia, jotta molemmat pöydät eivät voi pyöriä yhtä aikaa eivätkä molempiin suuntiin yhtä aikaa. Kuvassa 8 on esimerkkikuva apuohjauksesta vasempaan.

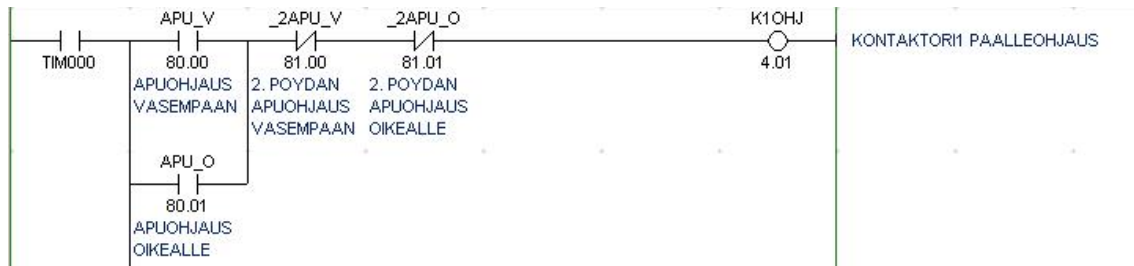


KUVA 8. Apuohjaus vasempaan

Mikäli käyttäjä painaa painiketta, joka ohjaa ensimmäistä pyöröpöytää vasempaan, apuohjaus vasempaan menee päälle, jos kaikki ehdot täyttyvät. Ehtoja ovat mm. apuohjaus oikealle ja toisen pöydän apuohjaukset sekä käsi/auto-ohjauskytkimen asento. Huomion arvoista on myös se, että STOP-painike on kytketty avautuvaksi sitä painettaessa. Tämä siitä syystä, että mikäli kyseinen painike menee toimintakyvyttömäksi, se estää pöydän pyörittämisen. Molempia pöytiä ei voida myöskään pyörittää yhtä aikaa, koska taajuusmuuttajan tehot eivät riitä siihen.

Kun halutaan pyörittää ensimmäistä pöytää vasemmalle, lähtee apuohjaus vasempaan päälle, jonka seurauksena taajuusmuuttaja ohjataan käyntiin. Kun taajuusmuuttaja käynnistetään, ohjelmassa on ajastin, jonka tarkoituksena on varmistaa, että taajuusmuuttajalla on riittävästi aikaa käynnistymiseen. Taajuusmuuttajan varman käynnistymisen jälkeen eli ajastimen jälkeen, ohjataan samaan aikaan sylinterin alasajo ja pöydän valinnan mukaan kontaktori 1 (kuva 9) tai 2 toimintaan. Sylinterin alasajo toimii vasta sitten, kun jompikumpi kontakteista saa ohjauskäskyn. Molempien pöytien sylinterien alasajo on kytketty

samaan ohjaukseen sähkökaapissa, joten kontaktorin valinnan mukaan valitun pöydän sylinteri ajetaan alas.



KUVA 9. Kontaktori 1 päälleohjaus

Kun kontaktori 1 saa päälleohjaukskäskyn sekä sylinteri saa alasajokäskyn, logiikka antaa taajuusmuuttajalle ohjaukskäskyn pyörintäsuunnasta. Pyörintäkäskyn jälkeen taajuusmuuttaja käynnistää moottorin ja kiihdyttää sen hitaasti tavoitenopeuteen. Kun anturi ilmaisee paikkatiedon oikeaksi (tilasta 0 → tilaan 1), pysähtyvät kaikki logiikan ohjaukset. Anturin paikkatieto on kytketty DIFU-toimilohkoon (kuva 10), joka reagoi ainoastaan nousevaan pulssikäyrään katkaisten apuohjauksen vasempaan. Tämän toimilohkon ansiosta pöytä voidaan käynnistää anturin tilatiedosta riippumatta.

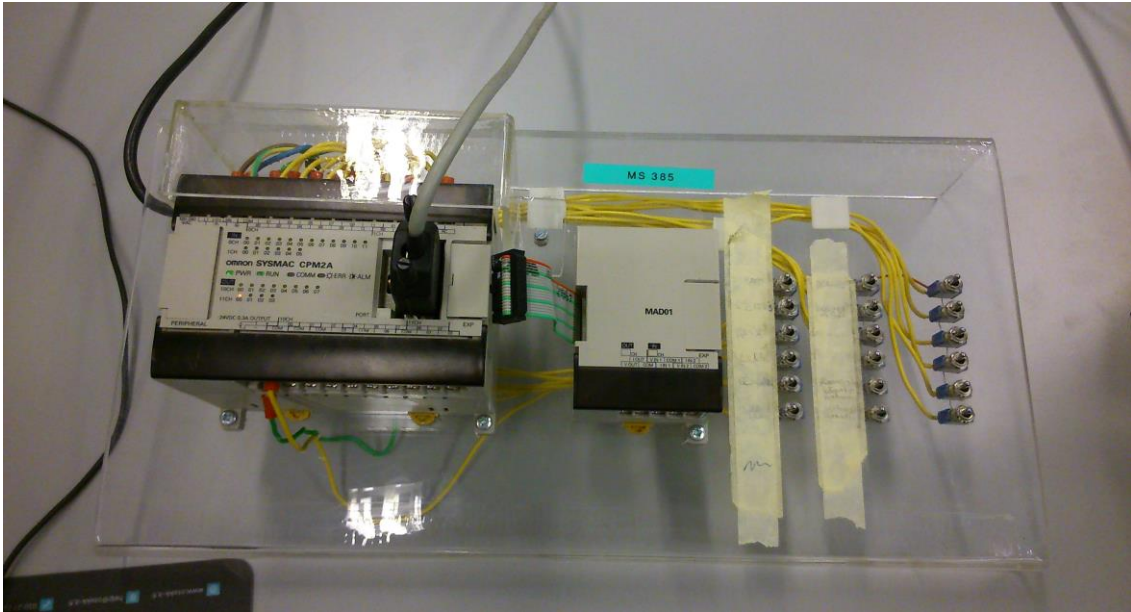


KUVA 10. DIFU-toimilohko

DIFU-toimilohkon pysäytettyä ohjaukset sylinteriä ohjaava magneettiventtiili ohjaa ilmanpaineen automaattisesti sylinterin alapuolelle, jolloin se työntyy ylös lukiten pöytälevyn paikoilleen. Tämän jälkeen ohjelma on valmis vastaanottamaan uuden ohjaukskäskyn.

5.3 Ohjelman simulointi

Paperille suunnittelun ja ohjelman tekemisen jälkeen ohjelmaa testattiin OAMK:n automaatiolaboratoriossa olleella Omronin logiikkasimulaattorilla (kuva 11). Logiikkaohjauksen simulointiin tarkoitettu logiikka ei ollut tismalleen samanlainen kuin käytössä oleva, mutta sen periaate toimii samalla tavalla.



KUVA 11. OAMK:n tiloissa oleva logiikkasimulaattori

Simuloinnin aikana huomattiin, että ensimmäinen versio ohjelmasta oli puutteellinen. Mikäli pyöröpöytä jäi ”välille” niin, ettei anturi saanut paikkatietoa, ei sitä saanut enää pyörimään. Puutteiden korjaamisen jälkeen ohjelma saatiin toimimaan simuloitaessa, mutta varmuuden saamiseksi tarvittiin konkreettinen testaus ja käyttöönotto pöydän kanssa. Liitteistä löytyy toimiva ohjausohjelma (liite 2) sekä sen käyttöohje käsiohjauksella (liite 3).

6 KÄYTTÖÖNOTTO

Kun ohjauskaappi ja sähkökaappi saatiin molemmat kytkettyä verkkovirtaan sähkömiehen avustuksella sekä yhdistettyä ne toisiinsa ohjauskaapelilla, voitiin käyttöönottoa ruveta kokeilemaan. Aluksi testattiin kaikkien pyöröpöydän toimintaan liittyvien komponenttien toiminta yksitellen. Ensimmäiseksi testattiin anturin toiminta ja kytkettiin se ohjaamaan relettä. Tämä sama tehtiin myös sylinterin ylä- ja alarajatiedoille. Magneettiventtiili testattiin aluksi ilman paineilmaa, sillä sitä ei ollut saatavilla. Venttiilistä kuului silti selvä naksaus, josta pääteltiin, että se toimii. Seuraavaksi oli vuorossa taajuusmuuttaja, jonka toiminnasta ei ollut varmuutta. Kun se saatiin käyntiin, tarkastettiin sille annetut parametrit. Niitä jouduttiin hieman muuttamaan, sillä ne eivät vastanneet täysin moottorin tyyppikilven arvoja. Samalla ohjelmoitiin taajuusmuuttajan pinni 9 ”käy taakse” -toimintoon, jotta pöytää pystyttiin pyörittämään molempiin suuntiin.

Kun komponenttien toiminta oli varmistettu, ladattiin uusi ohjausohjelma logiikkaan sisälle. Ohjauksen suunnittelun jäljiltä olleet I/O-osoitteet täytyi muuttaa logiikkaan sopivaksi, jonka jälkeen päästiin testaamaan ohjelman toimintaa. Ensimmäinen ohjelma sisälsi vain yhden pöydän pyörittämiseen tarvittavan ohjelman, jota voitiin ohjata vain käsiohjauksella ohjauskaapin oven painikkeista. OAMK:n tiloissa tehty simulointi osoittautui toimivaksi, sillä pyöröpöytä lähti heti pyörimään ja pysähtyi tullessaan seuraavan paikoituslevyn kohdalle. Ohjaus toimi toivotulla tavalla ja VTT:n yhdyshenkilöt pyydettiin katsomaan tulosta. VTT:n henkilöstö oli tyytyväinen toimintaan, mutta he halusivat vielä lisäksi valmiuden automaattiohjaukseen. Samalla he kertoivat, että toista pyöröpöytää ei vielä kytketä käyttöön, mutta ohjelmaan haluttiin valmius myös sen käyttöönottoon. Ohjelmaa laajennettiin toimimaan käsiohjauksella kahdelle pöydälle sekä siihen tehtiin valmius ulkoisesta tietolähteestä tulevaan ohjaukseen. Ulkoisesta tietolähteestä tuleva ohjaukseen liitettiin automaattiajoa varten. Lisäksi ohjelmaan lisättiin pysäytyspainike, jolla on mahdollista pysäyttää moottorin liike sekä kaikki muutkin logiikan ohjaukset milloin tahansa. Heikkoutena pysäytyspainikkeen toiminnassa on, kun kaikki ohjaukset pysäytetään, sylinteri ohjataan

automaattisesti ylös. Tämän seurauksena käsi saattaa jäädä puristuksiin sylinterin ja pöytälevyn väliin. Pyöröpöytien ohjausohjelma löytyy liitteenä 2. Video pyöröpöydän ensimmäisestä testauksesta löytyy osoitteesta:

https://www.youtube.com/watch?v=9v0h_HdJkD0.

Työn lopussa pidettiin vielä käyttöönottopalaveri VTT:n tiloissa, jossa näytettiin pöydän toiminta ja siihen käytettävät ohjauslaitteet yhdyshenkilöille sekä parille muulle mahdolliselle käyttäjälle. Samalla käytiin läpi mahdolliset turvallisuusrisikit ja keinot niiden välttämiseen. Käyttöönottopalaverissa todettiin, että lyhyt, yksinkertainen selostus Syswin-ohjelman käytöstä ja toiminnasta olisi syytä toimittaa vielä laitteiston yhteyteen. Käyttöohjeet Syswin-ohjelmalle lisättiin liitteeksi 4.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön päätarkoituksena oli saada VTT:n tiloissa olleet vanhat Tallberg Roboticsin pyöröpöydät uusiokäyttöön VTT:lle. Lisäksi sovittiin, että johdotukset kartoitetaan ja niiden pohjalta piirretään sähkökaaviokuvat. Myös komponenttien ja muiden työssä tarvittavien osien dokumentit ja datalehdet etsittiin ja liitettiin työhön. Työn edistymisen aikana huomattiin, että alkuperäisiä johdotuksia on syytä muuttaa, sillä osa johdoista ja komponenteista oli turhia opinnäytetyön lopputuloksen kannalta, joten uusista johdotuksista tehtiin uudet kartoitukset sekä sähkökaaviot.

Pyöröpöydät saatiin toimimaan halutulla tavalla ja toivottuihin tuloksiin päästiin. Johdotukset kartoitettiin ja sähkökaaviot piirrettiin kahteen otteeseen, joten niiden virhemarginaalin pitäisi olla pieni, vaikkakin johtoja oli todella paljon. Laitteiston ja sen komponenttien datalehdet toimitettiin VTT:lle työn tekemisen ohessa. VTT:lle toimitettiin myös käyttöohjeet käsiohjausta varten (liite 3) sekä logiikkaohjauksen kuvaus (liite 5) ja itse ohjauskaavio paperisena. Ne sijoitettiin ohjauskaappiin, jotta ne löytyvät helposti. Ohjauksen kuvauksen lukemista helpottamaan tehtiin myös pelkistetty vuokaavio (Liite 6).

Pyöröpöydän käytön turvallisuudesta keskusteltiin VTT:n yhdyshenkilöiden kanssa, jolloin mietittiin, mitä vaaratilanteita pöydän kanssa voi tapahtua. Huomattiin, että mikäli joudutaan pysäyttämään moottorin toiminta, esim. käden ollessa vaara-alueella, on uhkana, että käsi jää sylinterin ja pöytälevyn väliin puristuksiin. Tällä hetkellä sylinteri toimii niin, että jos sähkökatkeavat tai toiminta pysäytetään STOP-painikkeesta, magneettiventtiili ohjaa sylinterin automaattisesti ylös. Samaisessa tarkastelussa huomattiin, että ohjauskaapissa sijaitseva hätäseis-painike ei toimi ollenkaan. Sovittiin kuitenkin, että hätäseis-painikkeen kytkeminen hoidetaan myöhemmin ja siihen liittyen lisätään myös venttiili, joka sulkee samalla paineilman syötön, jolloin välttyttäisiin myös mahdolliselta käden puristumiselta. Toinen vaihtoehto turvallisuuden parantamiselle voisi olla magneettiventtiilin vaihtaminen 5/2-toimisesta 5/3-toimiseen, johon saataisiin kaksi

ohjaustietoa. Magneettiventtiin toiminta voitaisiin kytkeä siten, että mikäli logiikalta ei tule ohjausta eli logiikka ei saa sähköä tai on painettu STOP-painiketta, magneettiventtiili menisi estotilaan. Toisen vaihtoehdon toimimiseen pitäisi myös ohjelmaa hieman muuttaa, jotta venttiili toimisi halutulla tavalla. Palaverin jälkeen sovittiin, että laitteistoa kehitetään vielä eteenpäin. Ensimmäisenä kehityksenä tehdään hätäseis-painikkeen toiminta, jotta käyttöturvallisuus paranee.

Lopputulokseen oltiin tyytyväisiä molempien osapuolien mielestä ja pyöröpöytien ohjaus sekä toiminta valmistuivat juuri sopivasti muiden testausalueella olevien laitteiden yhteyteen.

LÄHTEET

1. Fonselius, Jaakko – Pekkola, Kari – Selosmaa, Seppo – Ström, Markku – Välimaa, Taisto 1996. Koneautomaatio, automaatiolaitteet. Helsinki: Edita.
2. Keinänen, Toimi – Kärkkäinen, Pentti – Metso, Tommi – Putkonen, Kari 2001. Koneautomaatio 2, logiikat ja ohjausjärjestelmät. Vantaa: WSOY.
3. Mäkinen, Markku J.J. – Kallio, Raimo – Tantarimäki, Reijo 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Keuruu: Otava.
4. Väärämäki, Mika 2004. Teho- ja mittamuuntajat. Fingrid. Saatavissa: <http://www.fingrid.fi/fi/verkkohankkeet/kantaverkonABC/Sivut/ABCteho-ja-mittamuuntajat.aspx>. Hakupäivä 28.10.2015.
5. Kortelainen, Antti 2009. Sähkömoottorin hyötysuhteella on väliä. ABB. Saatavissa: <http://www.abb.fi/cawp/seitp202/9324577570fc2313c125765e002bfcd2.aspx>. Hakupäivä 29.10.2015
6. Isännäinen, Antti – Isännäinen, Jari 1994. Logiikkaohjelmointi, peruskoulutusohjelma. Espoo: Omron Electronics Oy.

LIITTEET

Liite 1 I/O-luettelo

Liite 2 Logiikkaohjauksen ohjelma

Liite 3 Logiikkaohjauksen käyttöohje käsiohjauksella

Liite 4 Syswin käyttöohje

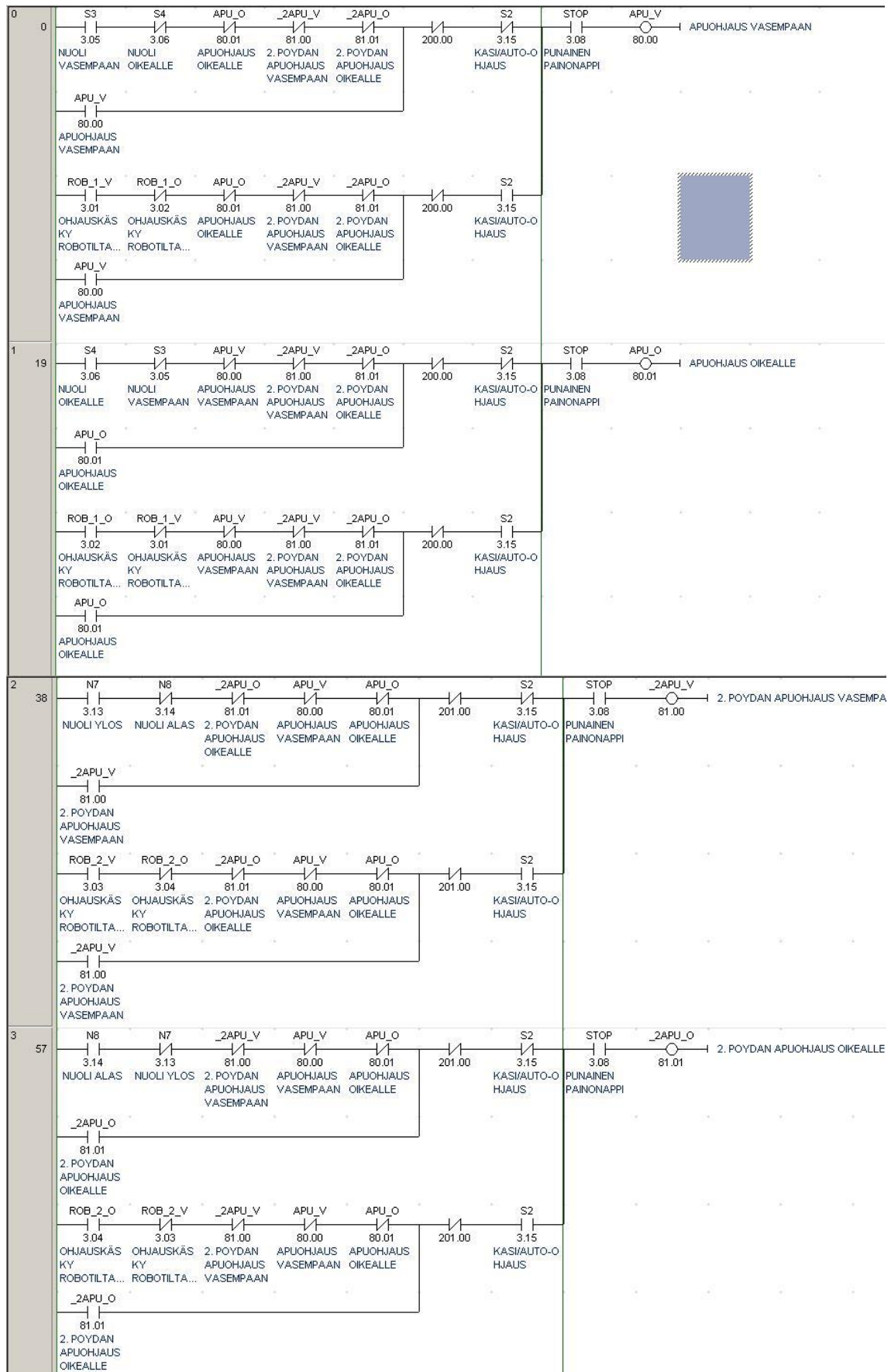
Liite 5 Logiikkaohjauksen ohjauskuvaus

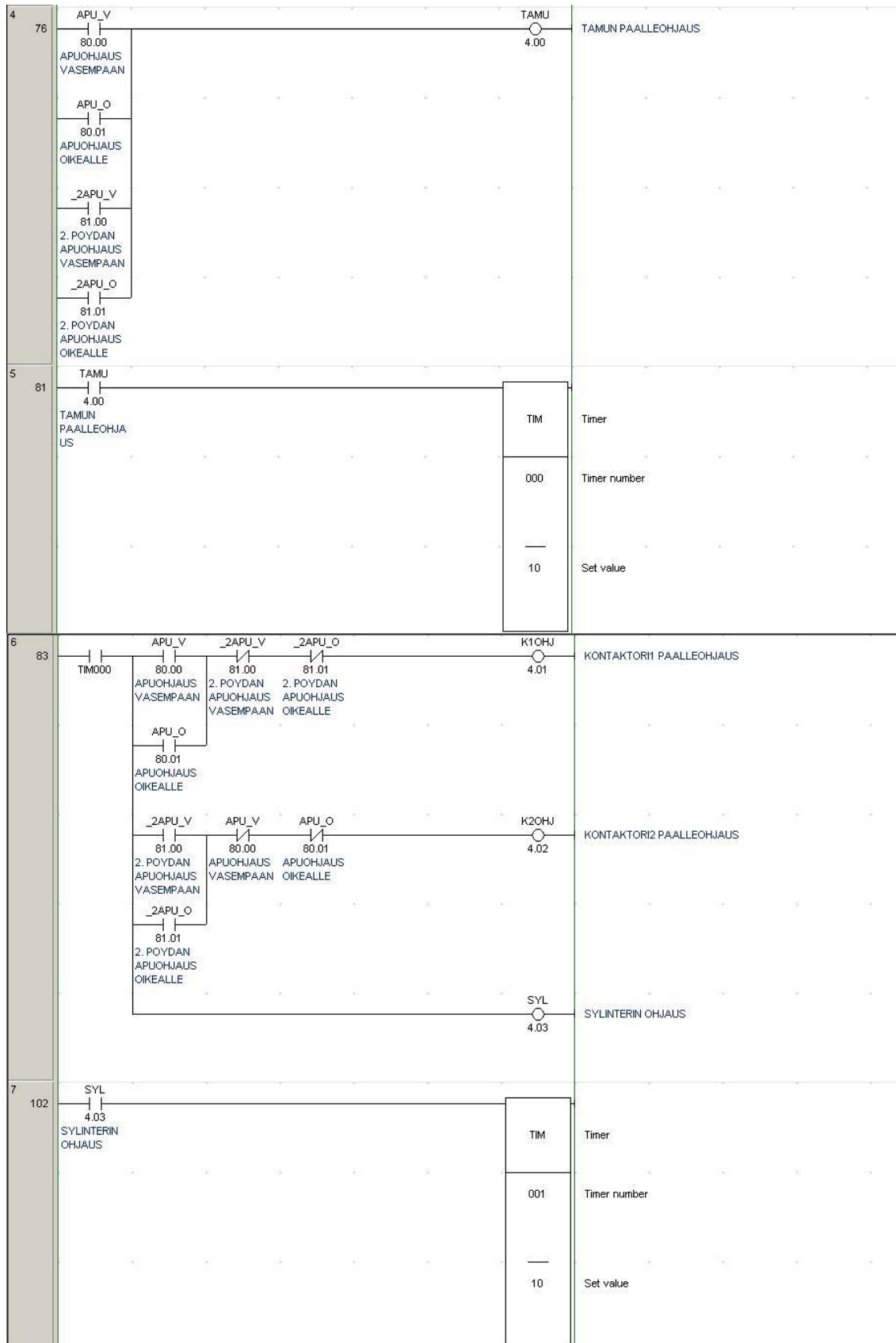
Liite 6 Vuokaavio

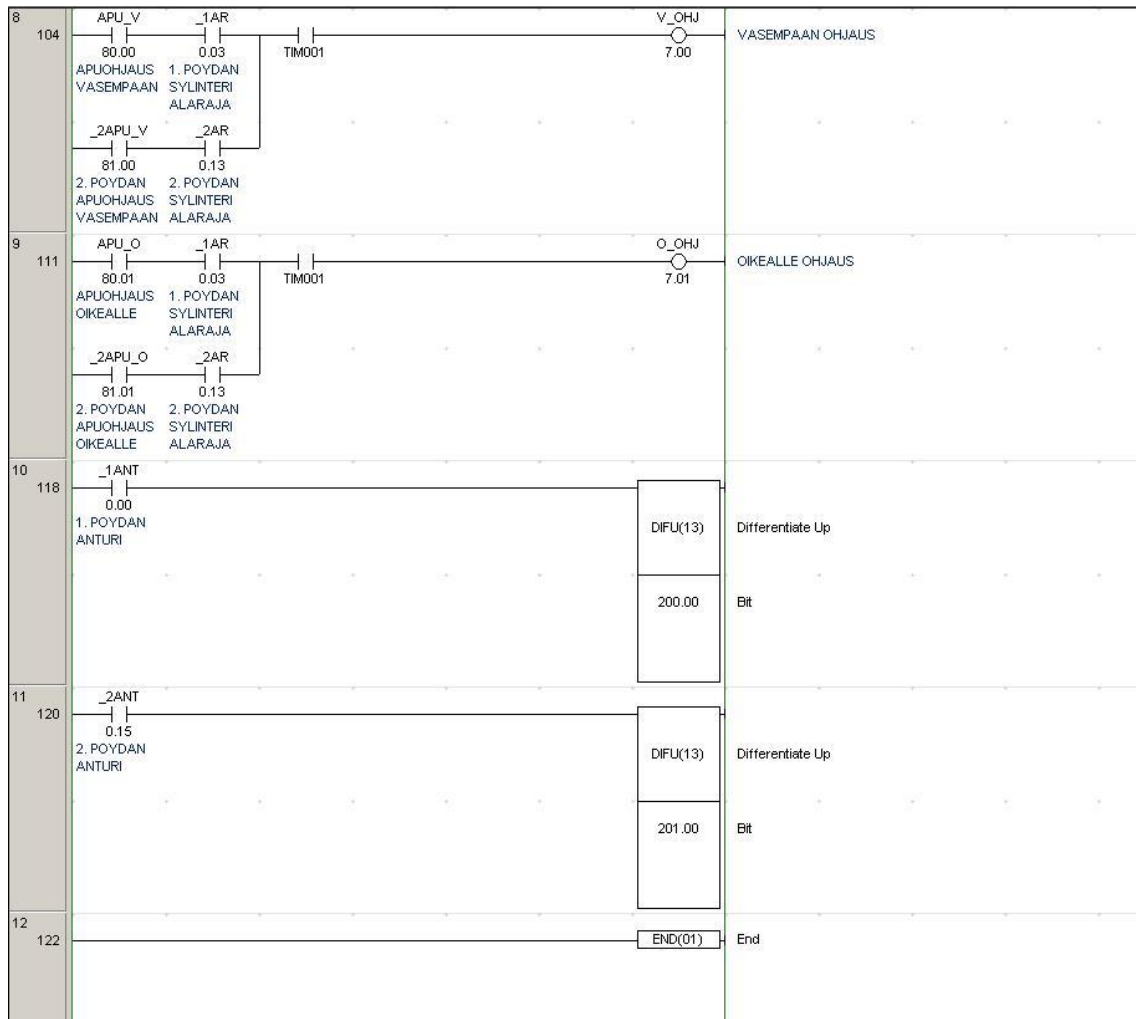
I/O-luettelo

INPUT	Osoite	Symboli	Kortti : pinni
1. pöydän anturi	0.00	1ANT	IM212_1 : 0
1. sylinteri yläraja	0.02	1YR	IM212_1 : 2
1. sylinteri alaraja	0.03	1AR	IM212_1 : 3
1. pöydän ohj. vasen	3.05	S3	ID212 : 5
1. pöydän ohj. oikea	3.06	S4	ID212 : 6
2. pöydän ohj. vasen	3.13	N7	ID212 : 13
2. pöydän ohj. oikea	3.14	N8	ID212 : 14
2. pöydän anturi	0.15	2ANT	IM212_1 : 15
2. sylinteri yläraja	0.14	2YR	IM212_1 : 14
2. sylinteri alaraja	0.13	2AR	IM212_1 : 13
Pysäytysnappi	3.15	STOP	ID212 : 15
Ulkoinen ohj. 1. vas	3.01	ROB_1_V	ID212 : 1
Ulkoinen ohj. 1. oik	3.02	ROB_1_O	ID212 : 2
Ulkoinen ohj. 2. vas	3.03	ROB_2_V	ID212 : 3
Ulkoinen ohj. 2. oik	3.04	ROB_2_O	ID212 : 4
OUTPUT			
TAMU:n päälleohj.	4.00	TAMU	OC225_1 : 0
K1 päälleohjaus	4.01	K1OHJ	OC225_1 : 1
K2 päälleohjaus	4.02	K2OHJ	OC225_1 : 2
Sylinterin alasohj.	4.03	SYL	OC225_1 : 3
TAMU:n ohj. vasen	7.00	V_OHJ	OC225_4 : 0
TAMU:n ohj. oikea	7.01	O_OHJ	OC225_4 : 1

Kortin nimen perässä oleva numero (IM212_1) tarkoittaa monesko kyseinen kortti on vasemmalta päin laskettuna. Esim IM212-kortteja on 3 kappaletta.







KÄYTTÖOHJE KÄSIOHJAUKSELLE

Painettaessa painiketta, jossa on nuoli vasempaan, 1. pöytä pyörii myötäpäivään.

Painettaessa painiketta, jossa on nuoli oikealle, 1. pöytä pyörii vastapäivään.

Painettaessa painiketta, jossa on nuoli ylös, 2. pöytä pyörii myötäpäivään.

Painettaessa painiketta, jossa on nuoli alas, 2. pöytä pyörii vastapäivään.

Painettaessa punaista painiketta kaikki ohjaukset menee pois päältä, jolloin ohjattava pöytä pysähtyy ja sylinteri nousee yläasentoon pöydän asennosta riippumatta.

Molempia pöytiä ei voi ohjata yhtä aikaa.

SYSWIN-OHJELMAN KÄYTTÖÖNOTTO JA KÄYTTÖOHJE

Kun tietokone on käynnistynyt normaalisti, yhdistetään logiikan LK201-kortilta tuleva kaapeli tietokoneen USB-liitäntään. Kaapeli löytyy ohjauskaapin sisältä. Sen jälkeen avataan työpöydältä ohjelma Syswin.

Ohjelman käynnistyttyä valitaan File, josta klikataan Open ja valitaan PYORO-AUT-niminen tiedosto. Nimi tarkoittaa pyöröpöydän ohjausta, jossa on mukana automaattitila. Kyseinen ohjelma on lähtökohtaisesti ladattuna logiikalle.

Jos halutaan monitoroida, kuinka ohjelma toimii, valitaan yläpalkista Online ja sieltä Connect. Jos yhdistäminen ei onnistu, tarkista yhteyskaapelin liitännät.

Kun yhteys toimii, voidaan yläpalkista valita taas Online ja sieltä Monitoring. Tällöin ohjelman aktiiviset tulot muuttuvat mustiksi. Musta väri ilmoittaa, että virta kulkee läpi.

Mikäli epäillään, että ohjelma ei toimi oikein tai sisällä on eri ohjelma, voidaan se todeta avaamalla taas Online ja sieltä Verify program. Tämä toiminto vertaa Syswin-ohjelmassa auki olevaa ohjelmaa logiikan sisällä olevaan ohjelmaan ja ilmoittaa ovatko ne samat vai ei.

Jos halutaan ladata uusi ohjausohjelma logiikalle, täytyy ensin muistaa asettaa logiikka ohjelmointitilaan. Avataan Online, ja sieltä Mode. Avautuu valikko, josta vaihdetaan tilaksi STOP/PRG.

Kun logiikka on ohjelmointitilassa (programming) valitaan Online-valikosta Download program to PLC. Kun ohjelma on ladattu, käydään vaihtamassa logiikan tila taas takaisin RUN-tilaan. (Online → Mode → RUN)

LOGIIKKAOHJAUKSEN KUVAUS

Vaihtoehto 1

Alkutilanne:

Pöytä 1 on pysähtyneenä paikalla 1, jolloin anturi 1 (0.00) on tilassa 1, sylinteri on ylhäällä (0.02 = 1 & 4.03 = 0) ja käsiohjaus on päällä (3.15 = 0):

Tehtävä: 1. pöydän pyöritys vasempaan (myötöpäivään)

Painettaessa painiketta vasempaan (3.05), apuohjaus vasempaan kytkeytyy päälle (80.00 = 1).

Apuohjaus vasempaan (80.00) ohjaa taajuusmuuttajan käyntiin (4.00 = 1), jolloin TIM000 käynnistyy.

TIM000 päästyä loppuun, ohjelma olettaa että taajuusmuuttaja on käynnistynyt oikein.

Kun TIM000 on päässyt loppuun, kytkeytyy sylinterin alasoitus (4.03 = 1) päälle. Ja kun apuohjaus vasempaan on päällä (80.00 = 1) yhtä aikaa TIM000 kanssa, saa kontaktori 1 (4.01 = 1) luvan toimia, jonka seurauksena 1. pöydän moottori saa virrat sekä sylinteri laskeutuu alarajalle. (HUOM! sylinteri toimii vasta kun jompikumpi kontaktoreista saa luvan toimia)

Seuraavaksi ohjelmassa on TIM001 odotus, TIM001 menee päälle sylinterin ohjauksesta (4.03 = 1).

TIM001 on lisätty varmistukseksi, että sylinterillä on riittävästi aikaa tulla alas.

Tässä vaiheessa anturi antaa vielä tilatietoa 1, koska pöytä on pysähtyneenä anturin kohdalle.

Kun apuohjaus vasempaan on päällä (80.00 = 1) ja tieto sylinterin alarajasta (0.03 = 1) sekä TIM001 päästessä loppuun (TIM001 = 1), kytkeytyy moottorin

ohjaus vasempaan päälle (7.00 = 1). Vasempaan ohjaus on kytkettynä taajuusmuuttajan pinniin 9, joka ohjaa moottoria taaksepäin (myötäpäivään).

Kun moottori pyörähtää, anturi 1 (0.00) menee tilaan 0. Tästä huolimatta moottori pyörii, koska anturin tilatieto on kytketty DIFU-toimilohkoon (200.00), joka reagoi ainoastaan nousevan reunan ohjaukseen.

Kun anturi saa uudelleen tilatiedon 1 (pöytä paikassa 2), DIFU-toimilohko (200.00) katkaisee apuohjauksen vasempaan (80.00), jolloin katkeaa kaikki muutkin ohjaukset ja moottori pysähtyy. Kun kumpikaan kontakteista ei saa ohjaukskäskyä (4.01 / 4.02) sylinteri työntyy ylös.

Vaihtoehto 2

Alkutilanne:

Pöytä 1 on pysähtyneenä paikalla 1, jolloin anturi 1 (0.00) on tilassa 1, sylinteri on ylhäällä (0.02 = 1 & 4.03 = 0) ja käsiohjaus on päällä (3.15 = 0):

Tehtävä: 1. pöydän pyöritys oikealle (vastapäivään)

Painettaessa painiketta oikealle (3.06) apuohjaus vasempaan kytkeytyy päälle (80.01 = 1).

Apuohjaus oikealle (80.01) ohjaa taajuusmuuttajan käyntiin (4.00 = 1), jolloin TIM000 käynnistyy.

TIM000 päästyä loppuun, ohjelma olettaa että taajuusmuuttaja on käynnistynyt oikein.

Kun TIM000 on päässyt loppuun, kytkeytyy sylinterin alasohtaus (4.03 = 1) päälle. Ja kun apuohjaus vasempaan on päällä (80.01 = 1) yhtä aikaa TIM000 kanssa, saa kontaktori 1 (4.01 = 1) luvan toimia, jonka seurauksena 1. pöydän moottori saa virrat sekä sylinteri laskeutuu alarajalle. (HUOM! sylinteri toimii vasta kun jompikumpi kontakteista saa luvan toimia)

Seuraavaksi ohjelmassa on TIM001 odotus, TIM001 menee päälle sylinterin ohjauksesta (4.03 = 1).

TIM001 on lisätty varmistukseksi, että sylinterillä on riittävästi aikaa tulla alas.

Tässä vaiheessa anturi 1 antaa vielä tilatietoa 1, koska pöytä on pysähtyneenä anturin kohdalle.

Kun apuohjaus vasempaan on päällä (80.01 = 1) ja tieto sylinterin alarajasta (0.03 = 1) sekä TIM001 päästessä loppuun (TIM001 = 1), kytkeytyy moottorin ohjaus oikealle päälle (7.01 = 1). Ohjaus oikealle on kytkettynä taajuusmuuttajan pinniin 8, joka ohjaa moottoria eteenpäin (vastapäivään).

Kun moottori pyörähtää, anturi 1 (0.00) menee tilaan 0. Tästä huolimatta moottori pyörii, koska anturin tilatieto on kytketty DIFU-toimilohkoon (200.00), joka reagoi ainoastaan nousevan reunan ohjaukseen.

Kun anturi 1 saa uudelleen tilatiedon 1 (pöytä paikassa 5), DIFU-toimilohko (200.00) katkaisee apuohjauksen oikealle (80.01), jolloin katkeaa kaikki muutkin ohjaukset ja moottori pysähtyy. Kun kumpikaan kontaktoreista ei saa ohjauksikäskyä (4.01 / 4.02) sylinteri työntyy ylös.

Vaihtoehto 3

Alkutilanne:

Pöytä 2 on pysähtyneenä paikalla 1, jolloin anturi 2 (0.15) on tilassa 1, sylinteri on ylhäällä (0.14 = 1 & 4.03 = 0) ja käsiohjaus on päällä (3.15 = 0):

Tehtävä: 2. pöydän pyöritys vasempaan (myötäpäivään)

Painettaessa painiketta ylös (3.13) apuohjaus 2 vasempaan (2. pöydän) kytkeytyy päälle (81.00 = 1).

Apuohjaus 2 vasempaan (81.00) ohjaa taajuusmuuttajan käyntiin (4.00 = 1), jolloin TIM000 käynnistyy.

TIM000 päästyä loppuun, ohjelma olettaa että taajuusmuuttaja on käynnistynyt oikein.

Kun TIM000 on päässyt loppuun, kytkeytyy sylinterin alasoitus (4.03 = 1) päälle. Ja kun apuohjaus 2 vasempaan on päällä (81.00 = 1) yhtä aikaa TIM000 kanssa, saa kontaktori 2 (4.02 = 1) luvan toimia, jonka seurauksena 2. pöydän moottori saa virrat sekä sylinteri laskeutuu alarajalle. (HUOM! sylinteri toimii vasta kun jompikumpi kontakteista saa luvan toimia)

Seuraavaksi ohjelmassa on TIM001 odotus, TIM001 menee päälle sylinterin ohjauksesta (4.03 = 1).

TIM001 on lisätty varmistukseksi, että sylinterillä on riittävästi aikaa tulla alas.

Tässä vaiheessa anturi 2 antaa vielä tilatietoa 1, koska pöytä on pysähtyneenä anturin kohdalle.

Kun apuohjaus 2 vasempaan on päällä (81.00 = 1) ja tieto sylinterin alarajasta (0.13 = 1) sekä TIM001 päästessä loppuun (TIM001 = 1), kytkeytyy moottorin ohjaus vasempaan päälle (7.00 = 1). Vasempaan ohjaus on kytkettynä taajuusmuuttajan pinniin 9, joka ohjaa moottoria taaksepäin (myötäpäivään).

Kun moottori pyörähtää, anturi 2 (0.15) menee tilaan 0. Tästä huolimatta moottori pyörii, koska anturin tilatieto on kytketty DIFU-toimilohkoon (201.00), joka reagoi ainoastaan nousevan reunan ohjaukseen.

Kun anturi saa uudelleen tilatiedon 1 (pöytä paikassa 2), DIFU-toimilohko (201.00) katkaisee apuohjauksen 2 vasempaan (81.00), jolloin katkeaa kaikki muutkin ohjaukset ja moottori pysähtyy. Kun kumpikaan kontakteista ei saa ohjaukskäskyä (4.01 / 4.02) sylinteri työntyy ylös.

Vaihtoehto 4

Alkutilanne:

Pöytä 2 on pysähtyneenä paikalla 1, jolloin anturi 2 (0.15) on tilassa 1, sylinteri on ylhäällä (0.14 = 1 & 4.03 = 0) ja käsiohjaus on päällä (3.15 = 0):

Tehtävä: 2. pöydän pyöritys oikealle (vastapäivään)

Painettaessa painiketta oikealle (3.14) apuohjaus 2 oikealle kytkeytyy päälle (81.01 = 1).

Apuohjaus 2 oikealle (81.01) ohjaa taajuusmuuttajan käyntiin (4.00 = 1), jolloin TIM000 käynnistyy.

TIM000 päästyä loppuun, ohjelma olettaa että taajuusmuuttaja on käynnistynyt oikein.

Kun TIM000 on päässyt loppuun, kytkeytyy sylinterin alasoitus (4.03 = 1) päälle. Ja kun apuohjaus vasempaan on päällä (81.01 = 1) yhtä aikaa TIM000 kanssa, saa kontaktori 2 (4.02 = 1) luvan toimia, jonka seurauksena 2. pöydän moottori saa virrat sekä sylinteri laskeutuu alarajalle. (HUOM! sylinteri toimii vasta kun jompikumpi kontaktoreista saa luvan toimia)

Seuraavaksi ohjelmassa on TIM001 odotus, TIM001 menee päälle sylinterin ohjauksesta (4.03 = 1).

TIM001 on lisätty varmistukseksi, että sylinterillä on riittävästi aikaa tulla alas.

Tässä vaiheessa anturi 2 antaa vielä tilatietoa 1, koska pöytä on pysähtyneenä anturin kohdalle.

Kun apuohjaus vasempaan on päällä (81.01 = 1) ja tieto sylinterin alarajasta (0.13 = 1) sekä TIM001 päästessä loppuun (TIM001 = 1), kytkeytyy moottorin ohjaus oikealle päälle (7.01 = 1). Ohjaus oikealle on kytkettynä taajuusmuuttajan pinniin 8, joka ohjaa moottoria eteenpäin (vastapäivään).

Kun moottori pyörähtää, anturi 2 (0.15) menee tilaan 0. Tästä huolimatta moottori pyörii, koska anturin tilatieto on kytketty DIFU-toimilohkoon (201.00), joka reagoi ainoastaan nousevan reunan ohjaukseen.

Kun anturi saa uudelleen tilatiedon 1 (pöytä paikassa 5), DIFU-toimilohko (201.00) katkaisee apuohjauksen oikealle (81.01), jolloin katkeaa kaikki muutkin ohjaukset ja moottori pysähtyy. Kun kumpikaan kontakteista ei saa ohjauskäskyä (4.01 / 4.02) sylinteri työntyy ylös.

Käsiohjauksen vuokaavio

