

Sami Lång

ANNOSTELEVA KULJETIN

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2010

TIIVISTELMÄ

| | | |
|---|---|------------------------------------|
| Yksikkö Tekniikan ja liiketalouden yksikkö, Kokkola | Aika 23.4.2010 | Tekijä/tekijät Sami Lång |
| Koulutusohjelma Automaatiotekniikka | | |
| Työn nimi Annosteleva kuljetin | | |
| Työn ohjaaja Hannu Ala-Pöntiö | Sivumäärä 13 sivua + 2 liitettä | |
| Työelämäohjaaja Hannu Ala-Pöntiö | | |
| <p>Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun Tekniikan ja liiketalouden yksikön, automaatiotekniikan koulutusohjelmalle oli rakennettava pienoismalli annostelevasta kuljettimesta. Logiikkaohjattua kuljetinlaitteistoa tulisi käyttää logiikan ohjelmointiin liittyvässä koulutuksessa.</p> <p>Konkreettisen laitteiston myötä opiskelijan olisi näin helpompi ymmärtää logiikkaohjelman toiminta sekä mahdollisesti ohjelmassa esiintyvät virheet ja niiden vaikutus ns. kenttäolosuhteissa.</p> <p>Rakentamisen ja mitoittamisen myötä työ opetti ottamaan huomioon rakenteelliset ja laadulliset seikat, kuten myös kustannustehokkuuden merkityksen.</p> | | |
| Avainsanat: logiikkaohjattu, kuljetin, tasavirtamoottori, laakerointi | | |

ABSTRACT

| | | |
|--|--|----------------------------|
| CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Department of Technology and Business Kokkola | Date 23.4.2010 | Author Sami Lång |
| Degree programme Automation technology | | |
| Name of thesis Ration conveyor | | |
| Instructor Hannu Ala-Pöntiö | Pages 13 pages + 2 attachments | |
| Supervisor Hannu Ala-Pöntiö | | |
| <p>In the Degree Programme for Automation Technology in Central Ostrobothnia University of Applied Sciences there was a need for a miniature ration conveyor. The logic controlled conveyor system would be used in the logic programming education of the forthcoming age groups.</p> <p>Due to concrete equipment, it would be easier for a student, to comprehend the operation of the logic programme and the possible defects and their influence in so called field circumstances.</p> <p>Because of the building and dimensioning, I was educated to consider the structural and qualitative facts and also the importance of cost efficiency</p> | | |
| Key words: logic controlled, conveyor, DC-motor, bearing | | |

SISÄLTÖ

| | |
|--|-----------|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Työn tavoitteet | 1 |
| 1.2 Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu | 1 |
| 2 TEORIAA KULJETTIMISTA JA LOGIIKOISTA | 3 |
| 2.1 Yleistä kuljettimista | 3 |
| 2.2 Logiikkaohjaimet | 3 |
| 2.3 Logiikka laitteena | 4 |
| 3 LAITTEISTO | 5 |
| 3.1 Siemens PLC-logiikka ja virtaläde moottoreille | 5 |
| 3.2 Omron valokennoanturit | 5 |
| 3.3 Tasavirtamoottorit | 6 |
| 3.4 Operointipaneeli | 7 |
| 4 RAKENTAMINEN | 8 |
| 4.1 Osien hankinta | 8 |
| 4.2 Hihna- ja telamateriaali | 8 |
| 4.3 Laakerointi | 8 |
| 4.4 Kokoaminen | 9 |
| 4.5 Liitännät ja ohjelmointi | 9 |
| 5 JOHTOPÄÄTÖKSET | 12 |
| LÄHTEET | 13 |
| LIITTEET | 14 |
| Liite 1. Sähkökaavio | 14 |
| Liite 2. Ohjelma | 15 |

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella, rakentaa ja ohjelmoida Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun, Tekniikan ja liiketalouden yksikön, automaatiotekniikan koulutusohjelmassa koulutukseen käytettävä pienoismalli logiikkaohjattua, annosteluvasta varastokuljettimesta. Kuljetinparin ohjaus tapahtuu logiikalla ja operointipaneelilla.

Logiikkaohjattua kuljetinlaitteistoa tullaan käyttämään seuraavien ikäryhmien logiikan ohjelmointiin liittyvässä koulutuksessa. Konkreettisen laitteiston myötä opiskelijan on näin helpompi ymmärtää logiikkaohjelman toiminta sekä mahdollisesti ohjelmassa esiintyvät virheet ja niiden vaikutus ns. kenttäolosuhteissa.

Opiskelijoiden on myös mahdollista harjoitella operointipaneelin ohjelmointia ja graafisen ulkoasun toteuttamista.

Lisäksi työ opetti tekijälleen moottorien momenttien, jännitteiden sekä virta-arvojen mittaamista, kuten myös anturien, osien ja materiaalien valitsemista.

1.2 Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu

Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu on neljällä eri paikkakunnalla toimiva oppilaitos, joka vakinaistettiin 1.8.1998. Opintoja voi suorittaa suomen, ruotsin ja englannin kielillä. Opiskelija voi hakea kuudelle eri koulutusosalalle ja 22 koulutusohjelmaan. (Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu 2010.)

Automaatiotekniikan koulutusohjelmassa opiskelijoita valmennetaan tekniikan alan ammattilaisiksi. Opinnot aloitetaan matematiikalla, fysiikalla ja kemialla sekä kieliopinnoilla. Nämä kaikki osaltaan tukevat työelämässä menestymistä. Ammatillisesta asiantuntemuksesta Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu tunnetaan muun muassa kenttäväylätekniikan taitamisesta.

2 TEORIAA KULJETTIMISTA JA LOGIIKOISTA

2.1 Yleistä kuljettimista

Kuljetin on aineensiiirtoon tarkoitettu laite, joka saa käyttövoimansa yleensä sähköllä tai hydraulilla toimivasta moottorista. Hihnakuuljetin on eräs yleisimmistä kuljetintyypeistä. Hihnakuuljettimessa kuljetinmatto pyörii kahden tai useamman telan välissä, joista yhteen on asennettu moottoriveto. Hihnaa voidaan tukea sileää pintaa vasten, kuten polyetyyleeniä, tai tueksi voidaan asentaa laakeroituja tukiteloja. Jauhemaista tai rakeista ainetta siirrettäessä kuljetinmatto voidaan tukitelojen avulla pakottaa myös kourumaiseksi, jolloin aine pysyy paremmin kuljettimella suuremmassakin nopeudessa. Ylöspäin viettävissä kuljettimissa mattoon voidaan liittää laipioita kuljettamaan paremmin pyöreäprofiilista raetta tai valuvaa materiaalia. Hihnakuuljetinta, joka viettää ylöspäin eli nostaa ainetta korkeammalle, kutsutaan myös elevaattoriksi.

2.2 Logiikkaohjaimet

Teollistumisen vaikutus maailmalle on ollut suuri. Massatuotannon alettua on niin kutsuttu työväenluokkakin saanut osansa elämän pienistä nautinnoista, koska pieniä mukavuustuotteita on helppo ja halpa valmistaa. Seuraava industrialismin askel onkin automatisointi ja siten logiikkaohjaus.

Logiikan käytöllä pyritään laitteen tai teollisen prosessin automaattiseen toimintaan, jolloin ihmisen jatkuva työpanos on merkittävästi pienempi. Ihminen voi toimia eräänlaisena valvojana, mikä omalta osaltaan pienentää merkittävästi tehtaiden ja voimalaitosten palkkakustannuksia.

2.3 Logiikka laitteena

Logiikka on eräänlainen pieni tietokone, jonka lähtöjä voi ohjata erilaisilla tuloista saatavilla tiedoilla. Tulotieto voi olla digitaalinen tai analoginen. Digitaalista tietoa saadaan lähestymiskytkimiltä ja esimerkiksi nopeilta pulssiantureilta nopeutta mitattaessa. Analoginen tieto on yleensä milliampeeriviesti. Milliampeeriviestin suuruus voi olla 0...20 mA tai 4...20 mA. Tämä virtaviestialue jaetaan prosessisuureen, kuten esimerkiksi lämpötilan tai paineen, tyypilliselle arvoalueelle tasaisesti. Näin logiikka siis saa tietoa prosessisuureista.

Logiikan monipuolisuus johtuu sen modulaarisesta eli osista koostuvasta rakenteesta. Siihen voi liittää useita erilaisia moduuleita tyypillisimpinä I/O-yksiköt. Omat moduulinsa on myös askelmoottorin paikoittamiseen ja pneumaattisille laitteille.

Logiikoita voi käyttää ohjaamaan pienimpiä panosprosesseja, mutta myös mittavia jatkuvoimisia prosesseja. Tunnetuimpia valmistajia ovat Siemens, Omron ja Mitsubishi.

3 LAITTEISTO

3.1 Siemens PLC-logiikka ja virtalähde moottoreille

Logiikkavalmistajana saksalainen Siemens on yksi maailman suurimmista. Valittavana on niin sanotun mikroautomaation ohjaamiseen LOGO!-sarjasta lähtien logiikoita aina vaatimpiin teollisuuden käyttökohteisiin. Siemensin 200-, 300- ja 400-sarjat ovatkin laajalti käytössä muun muassa modulaarisuutensa vuoksi. Moduuleja on tarjolla GSM-yksiköistä aina askelmoottorin ohjausyksiköihin (Siemens S7-200 CPUs. 2010.)

Tähän työhän valittiin Siemensin 200-sarjan logiikka 224 XP. Kyseinen logiikka on mallisarjansa toiseksi ”järein”. 224 XP on suunniteltu yksinkertaisiin automaatioprosesseihin ja näin omiaan yksinkertaiseen sekvenssiprosessiin. Lisäksi siitä löytyy tarvittaessa kaksi analogista tuloa ja analoginen lähtö, kuten myös kaksi 100 kHz pulssilähtöä sekä kaksi 200 kHz laskuria. Päämoduulissa on myös valmiina 14 digitaalista tuloa ja 10 digitaalista lähtöä, joten tarvetta lisämoduuleille ei ollut, vaikkakin niitä voisi liittää logiikkaan seitsemän kappaletta. Lähdöt ovat releellä toteutetut (Siemens S7-200 CPUs. 2010.)

Kumpaakin hihnaa pyörittää oma 12 V:n moottori, joita varten laitteistoon lisättiin LOGO!-sarjan virtalähde, jossa on kaksi erillistä lähtöä. Virtalähde muuttaa 230 V:n vaihtovirran moottoreille sopivaksi 12 V:n tasavirraksi. Yksi tärkeä syy erillisen virtalähteen lisäämiseen oli myös se, että ulostulojännitettä voi säätää 10,5 V...16,1 V välillä sopivan moottorien pyörintänopeuden löytämiseksi.

3.2 Omron valokennoanturit

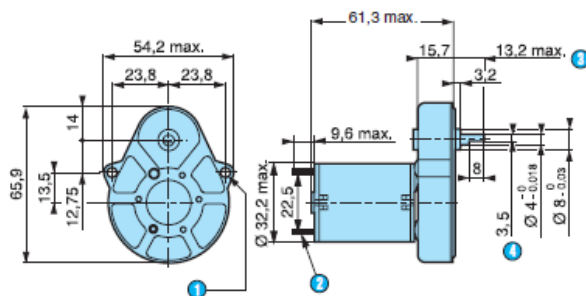
Valokennoanturit ovat yksinkertainen ja tyypillinen ratkaisu teollisuudessa esimerkiksi kappaleen tunnistuksen yhteydessä, kun tarvitaan vain tietoa siitä onko kappale paikallaan vai ei. Anturityyppejä on useita erilaisia. On niin sanottuja haarukkavalokennoja, jossa lä

hetinvastaanotin-pari on samaan runkoon integroitu. Tällaiset ovat siis hyvin pienille etäisyyksille. Erittäin suurille etäisyyksille käytetään yleensä erillistä lähetintä ja vastaanotinta. Tällöin laitteiden erilleen sijoittaminen mahdollistaa suuret tunnistusetäisyydet. Laserdiodien käyttö lähettimissä pidentää tunnistusmatkaa ja samalla säilyttää tunnistusresoluution korkeana. Tarkennusetäisyydet voidaan asettaa erittäin täsmällisesti. Yleensä moneen sovellukseen riittää peiliheijasteinen valokenno, jolloin lähetin ja vastaanotin ovat samassa yksikössä ja lähetetty säde heijastetaan takaisin vastaanottimeen niin sanotun kissansilmän kautta. Tunnistusetäisyys vaihtelee peiliheijasteisilla kennoillakin nollasta kymmeneen metriin.

Tässä työssä päädyttiin käyttämään peiliheijasteisia valokennoja. Sopivat anturit löytyivät Omronin mallistosta. Näin päädyttiin malliin: E3F2-R2B4. Kyseinen anturi on sylinterin muotoinen, muovikuorinen ja juuri siksi halpa. Sylinterimäinen valokenno on lisäksi helppo asentaa, koska runko on M18-kierteinen. Tämä anturi havaitsee 0,1 m...2 m etäisyyksillä ja siksi sopiva ”pienoismalliin” (Omron optic sensor datasheet. 2010.)

3.3 Tasavirtamoottorit

Kuljettimien käyttöön oli valittava sopivat moottorit. Tarjonnan paljoudesta johtuen valinta oli vaikeaa. Internetistä löytyi useiden sivujen selauksen tuloksena kuitenkin sopivat moottorit. Farnell tuo maahan kuvion 1 mukaisia Crouzet-merkkisiä moottoreita, joista löytyi 12 V:n moottori, jossa on 0,5 Nm:n jatkuva vääntömomentti ja sopiva välitysvaihteisto, sopivaan hintaan (Geared DC-motor datasheet. 2010.)



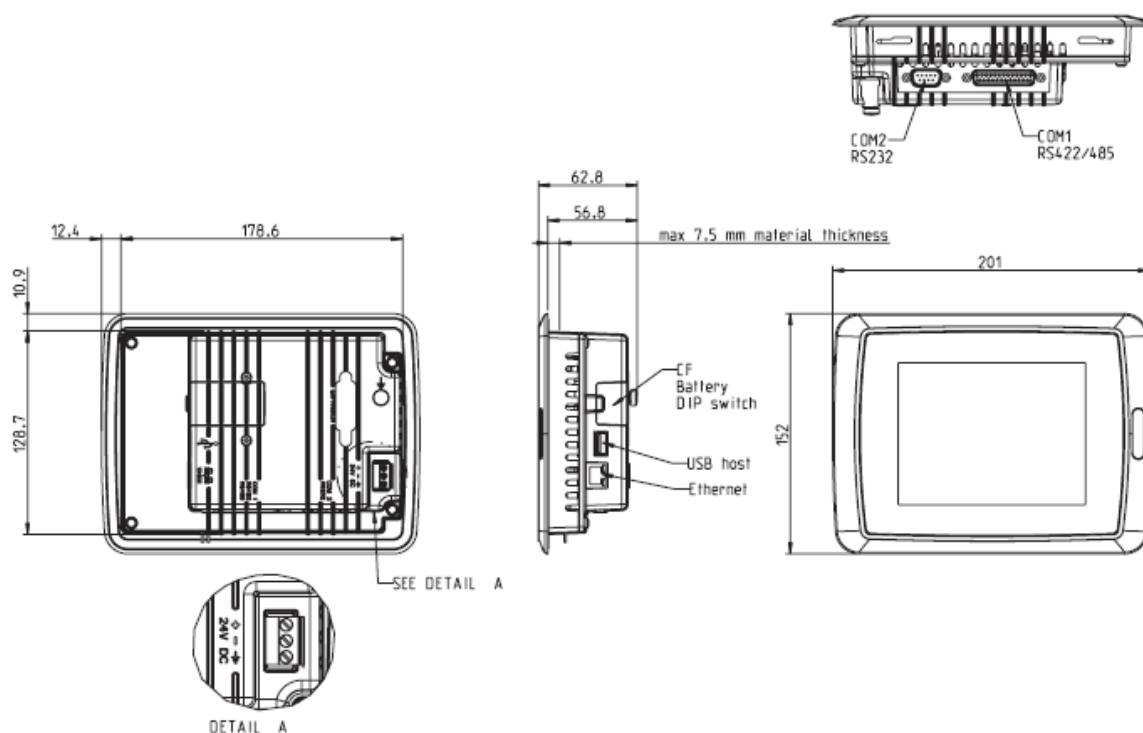
KUVIO 1. Crouzet 82861010 -moottori (Geared DC-motor datasheet. 2010.)

3.4 Operointipaneeli

Prosessin voi käynnistää ja pysäyttää operointipaneelia käyttäen. Paneeliin on mahdollista suunnitella täysin räätälöity, graafinen käyttöpääte, josta voi ohjaamisen lisäksi saada monenlaista tietoa. Kuvaan voi lisätä mittareita, säiliön täyttymiskuvia ja kuvaajia mielensä mukaan. Näytössä on myös sisäinen kello, jonka avulla voi käyttää ajastimia.

Työssä käytettiin kuvion 2 mukaista Mitsubishin E1061 landscape –operointipaneelia. Tässä edistyksellisessä paneelissa on kosketusnäyttö, Windows CE –käyttöjärjestelmä sekä edistykselliset yhteydet mukaan lukien RS-232, USB ja Ethernet (Mitsubishi E1061 manual. 2010.)

Logiikan ja operointipaneelin eri merkeistä huolimatta niiden yhteistoiminta ja ohjelmointi sujuu mutkitta. Vakaan asennuksen varmistamiseksi paneeli asennettiin taustalevyyn kiinnitettyyn sähkökoteloon.



KUVIO 2. E1061 landscape -operointipaneeli (Mitsubishi E1061 manual. 2010.)

4 RAKENTAMINEN

4.1 Osien hankinta

Rakennusvaihe oli selvästi opinnäytetyön haastavin ja vaikein osa-alue. Alkuun oli tietysti tärkeää hahmotella laitteiston koko ja layout toimivaan muotoon. Sitten oli hankittava pohjalevy, anturit, moottorit ja paneelille kotelo. Suurin osa automaatiolaitteista löytyikin sopivasti Kokkolan sähkö ja automaatio Oy:stä. Pohjalevy on haettu ilmaiseksi Oy Finespo Ab:ltä. Sitten alkoi hihnaston suunnittelu ja mitoitus.

4.2 Hihna- ja telamateriaali

Moottorien kierrosluvun oli oltava suurin piirtein oikea tai välitetty oikeaksi, ettei hihnan nopeus olisi liian suuri. Hihnan etenemisnopeuteen vaikuttaisivat siis moottorin kierrosluku ja telojen halkaisija. Antistaattisen hihnamateriaalin valinnan yhteydessä keskustelin myyjän kanssa hihnojen sopivista kääntösäteistä ja näin päädyttiin polyetyleenistä valmistettuun telamateriaaliin, jonka halkaisija on 50 mm. Polyetyleni on halpaa ja helppoa työstää, joten se on omiaan telamateriaaliksi. Lisäksi on se erittäin kemiallisesti reagoimaton polymeeri. Telojen lisäksi hihnamateriaali lähetettiin Tampereelle liitettäväksi.

4.3 Laakerointi

Telojen laakerointi oli vaikeaa, koska asiaan perehtymättömänä mietin, miten saan telat laakeroitua molemmin puolin ja vielä vetävän telan akseliin vietyä laakeroinnin läpi moottorin tuottaman momentin. Samaista polyetyleenää, jota teloissakin käytettiin, käytetään myös liukulaakerimateriaalina, joten ajattelin asentaa kiinteän akselin vain pyörimään polyetyleenistä rakennettuun pukkiin. Päädyin kuitenkin lopulta pienimpiin tarjolla oleviin,

10 mm:n kuulalaakereihin huomattavasti pienemmän kitkan ansiosta. Pukkeihin koneistettiin Kokkolan ammattioppilaitoksessa oppilastyönä laakereille paikat. Päätypukkien reiät koneistettiin ovaaleiksi hihnan kohdistuksen ja kiristämismahdollisuuden takia.

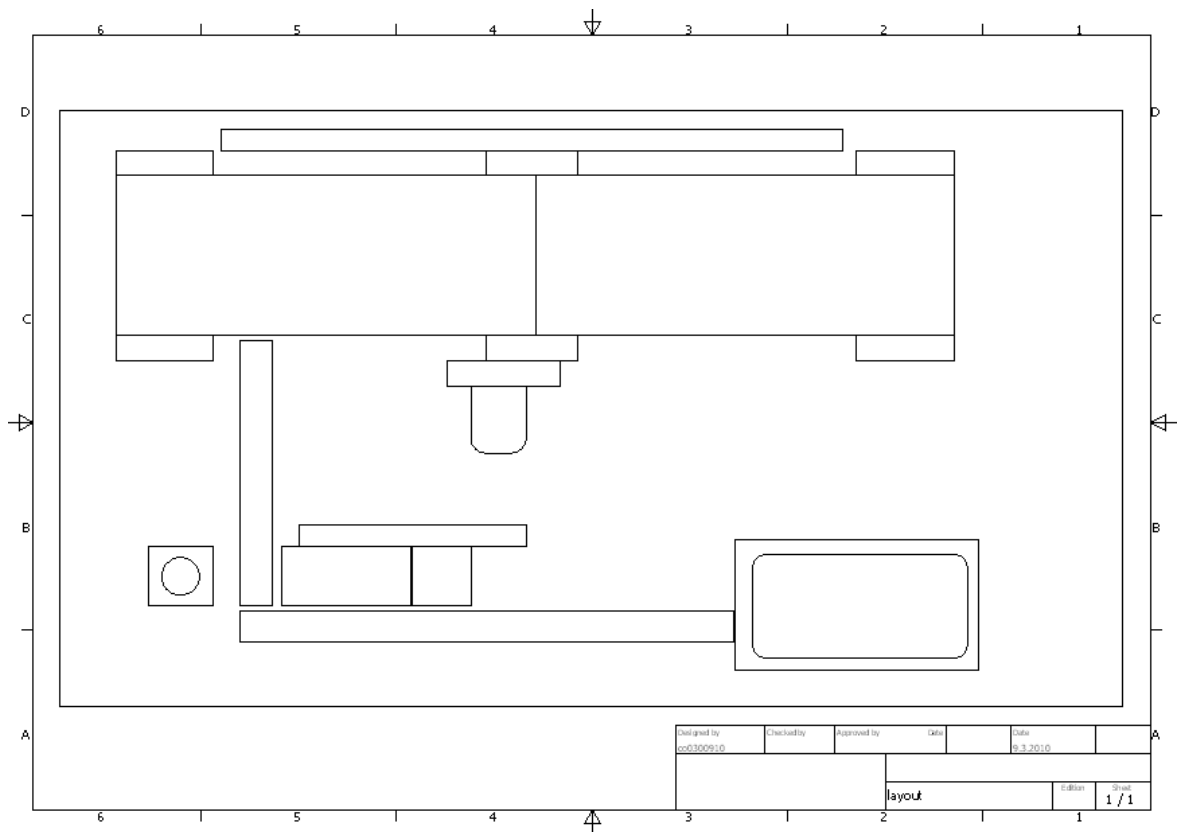
4.4 Kokoaminen

Kun suurin osa laitteista ja materiaaleista oli valittu, alkoi rakennusvaihe. Päätin rakentaa laitteiston tuttavani hallilla, jossa normaalisti huolletaan maansiirtokoneita ja muuta raskaskalustoa. Niinkin pienen laitteen rakentaminen ei ollutkaan niin helppoa ja nopeaa kuin olin ajatellut. Työkaluista, ruuveista ja pulteista ei löytynyt riittävän pieniä kokoja, ja jos jotain puuttui, oli se haettava kävellen parin kilometrin päästä olevasta kaupasta. Oli myös sovitettava työnteko ja hallin omistajan aikataulu yhteen omien menojeni kanssa.

Viikkojen kuluessa vapaata aikaa töistä löytyi onneksi sen verran, että pohjalevyyn kiinnitettiin laakeripukit teloineen ja hihnoineen. Moottorien kiinnittäminen keskimmäiseen pukkiiin oli vaikeaa juuri moottorien minimalististen kiinnitysreikien johdosta, joita jouduin avartamaan saadakseni työkalut sopimaan. Pohjalevyyn asensin hihnaston lisäksi myös turvakytkimen, logiikkayksikön ja operointipaneelin kotelon. Anturit asennettiin laakeripukkeihin kiinni oikeille paikoilleen.

4.5 Liitännät ja ohjelmointi

Nyt työ olikin sähköliitännät ja logiikkaohjelmointia vaille valmis, joten toin laitteiston koululle. Seuraavaksi asensin pohjalevyyn johtokiskot siistimään laitteiston ulkonäköä kuviossa 3 esitettyihin kohtiin.



KUVIO 3. layout laitteistosta

Logiikan ja operointipaneelin kommunikaatiokaapeli sekä anturien kaapelit asennettiin suurempaan kiskoon. Paneelille vedettiin logiikalta 24 V:n käyttöjännitejohdot, jolloin paneelin johdotus oli valmis. Logiikan ja moottoreiden virtalähde kytkettiin rinnan verkkovirtaan turvakytkimen taakse tieteenkin.

Moottorien maajohdot kytkettiin suoraan kiinni, mutta ”virtajohdot” kierrätettiin logiikan relelähtöjen kautta. Tässä vaiheessa tarkistin yleismittarilla, ettei virtalähde tuota liian suurta jännitettä moottoreille.

Enää piti liittää anturit logiikkaan. Käyttämässäni antureissa voi valita tilanteen, jossa anturi lähettää 1-signaalin logiikalle, ja kytkin anturit lähettämään 1-signaalia, kun jokin katkaisee valonsäteen (LIITE 1).

Logiikkaohjelman tekeminen oli helppo vaihe. Liitin logiikkaan tietokoneen kommunikatiokaapelin ja avasin MicroWin-ohjelmiston. Ohjelma on erittäin yksinkertainen käyttää, ja ohjelmointi on sujuvaa ladder-esitysmuotoa käyttämällä. Määrittämällä anturien käyttämät tulot ja moottorien lähdöt itse ohjelma on erittäin yksinkertainen, sillä kyseessä on erittäin lyhyt sekvenssiohjaus (LIITE 2).

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaiken kaikkiaan työ oli haastava, mutta suurimmalta osin juuri olosuhteista johtuen. Laitteisto on täysin toimiva ja palvelee tarkoituksenmukaisesti tehtävässään, mutta toki paranneltavaa löytyy, kun tutkiskelee laitetta viimeisessä muodossaan.

Suurin asia, jonka tekisin työssä toisin, olisi kuljettimet. Rakenne on nyt hieman kömpelö ja suurpiirteinen. Valitsisin vieläkin voimakkaammat moottorit, minkä muistan tulevissa projekteissa kyllä ikuisesti. Lisäksi tekisin koko hinnaston pituudelta kaksi kiinteää kylkeä, jolloin linjaus olisi tarkempi ja laitteisto yhtenäisemmän näköinen. Olisin myös voinut valita erilaiset anturit eri kohtiin ihan mielenkiinnon kannalta. Toiminnan ja taloudelliselta kannalta valintani on kylläkin mielestäni ihan oikea.

Työ perehdytti minut kyllä erinomaisesti aikataulujen suunnitteluun. Myös varsin mielenkiintoista oli perehtyä erilaisiin teollisuudessa yleisesti käytettäviin materiaaleihin ja laakerityyppeihin.

Yhteenvedon voisi todeta, että työ täytti tavoitteensa ainakin tekijänsä kohdalla ja toivottavasti täyttää myös kohderyhmänsä tarpeet. Tästä on hyvä jatkaa työelämän projekteihin, jotka mittaluokaltaan ovat toki eri luokkaa, mutta se ei haittaa, koska oppiminen ei varmasti lopu tällä alalla ennen eläkeikää.

LÄHTEET

Geared DC-motor datasheet. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.farnell.com/datasheets/30394.pdf>

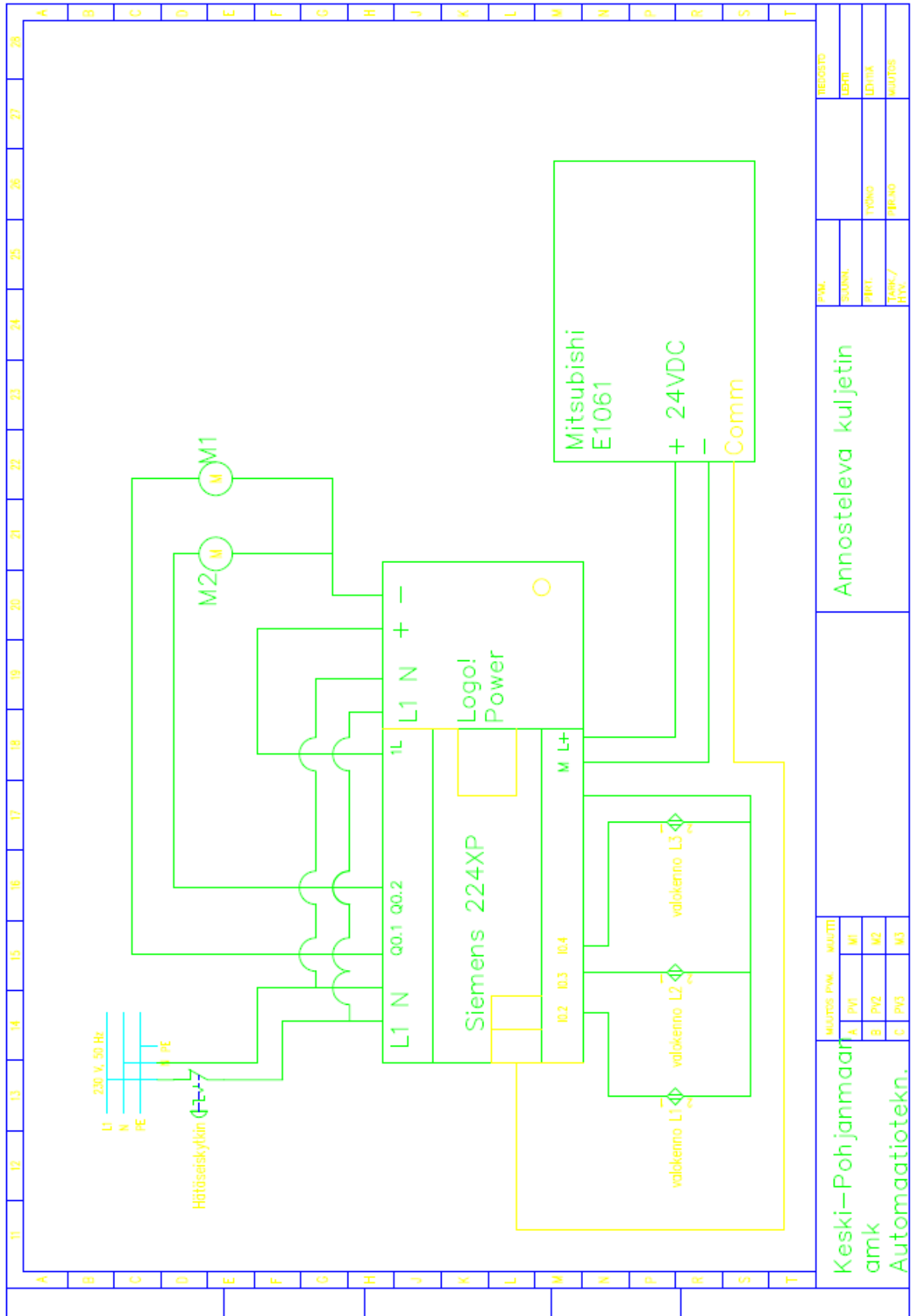
Keski-pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <http://www.cou.fi/>. Luettu 2010

Mitsubishi E1061 manual. Www-dokumentti. Saatavissa:
http://download.mitsubishi-automati-on.com/resources/manuals/E1061_E1063_HW_Installation.pdf?form_submit=View+now

Omron optic sensor datasheet. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.farnell.com/datasheets/30394.pdf>

Siemens S7-200 CPUs. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-200/cpu/Pages/Default.aspx>

Liite 1. Sähkökaavio

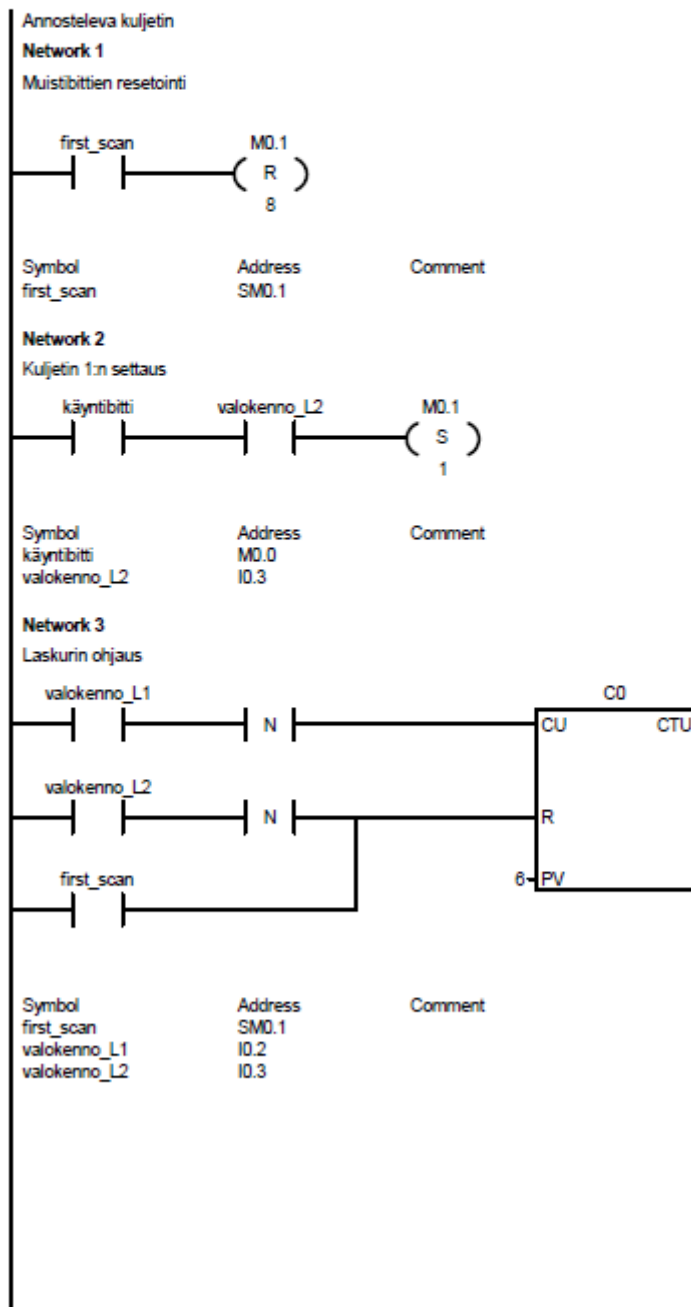


Liite 2. Ohjelma

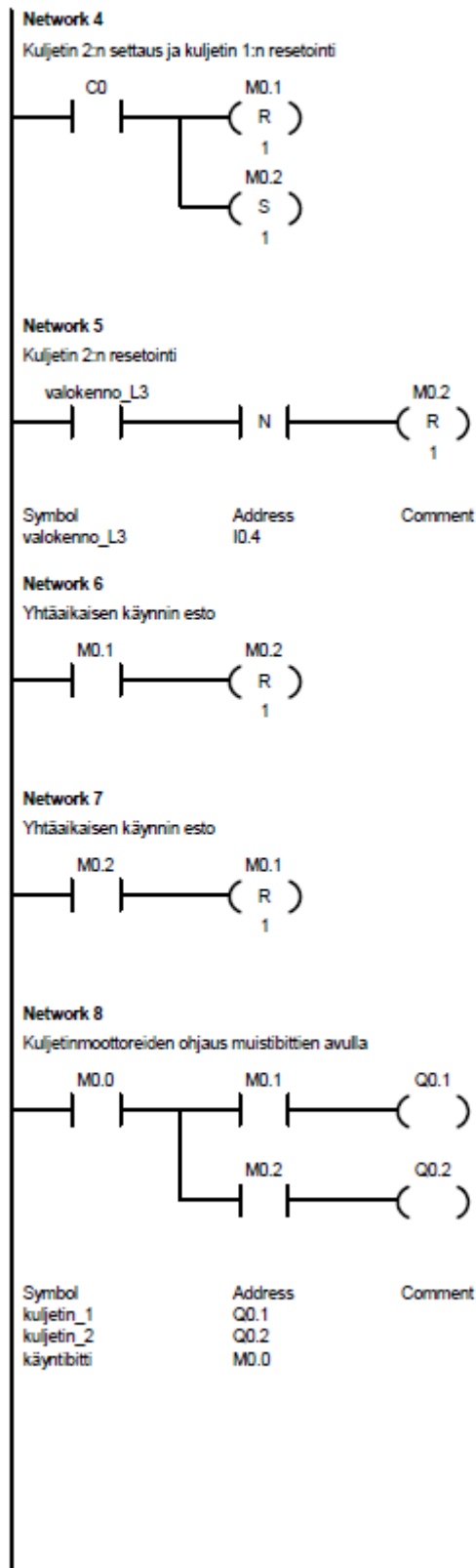
kuljetin1 / MAIN (OB1)

Block: MAIN
 Author:
 Created: 02/10/2010 09:20:30 am
 Last Modified: 03/09/2010 03:34:08 pm

| Symbol | Var Type | Data Type | Comment |
|--------|----------|-----------|---------|
| | TEMP | BOOL | |
| | TEMP | | |
| | TEMP | | |
| | TEMP | | |



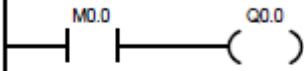
kuljetin1 / MAIN (OB1)



kuljetin1 / MAIN (OB1)

Network 9

Käyntitiedon indikointi operointipaneelia varten

Symbol
käyntibittiAddress
M0.0

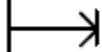
Comment

kuljetin1 / SBR_0 (SBR0)

Block: SBR_0
Author:
Created: 02/10/2010 09:20:30 am
Last Modified: 02/10/2010 09:20:30 am

| Symbol | Var Type | Data Type | Comment |
|--------|----------|-----------|---------|
| EN | IN | BOOL | |
| | IN | | |
| | IN_OUT | | |
| | OUT | | |
| | TEMP | | |

SUBROUTINE COMMENTS
Network 1 Network Title
Network Comment



kuljetin1 / INT_0 (INT0)

Block: INT_0
Author:
Created: 02/10/2010 09:20:30 am
Last Modified: 02/10/2010 09:20:30 am

| Symbol | Var Type | Data Type | Comment |
|--------|----------|-----------|---------|
| | TEMP | | |
| | TEMP | | |
| | TEMP | | |
| | TEMP | | |

INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

Network 1 Network Title

Network Comment

