

**Olli Jyrkkä ja Jukka Kero**

**MEKATRONIIKKAOPETUSLAITTEISTON SANEERAUS**

**Opinnäytetyö**

**KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU**

**Automaatiotekniikka**

**Kesäkuu 2010**

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Tekniikan ja liiketalouden yksikkö, Kokkola	<b>Aika</b> [21.5.2010]	<b>Tekijä/tekijät</b> Olli Jyrkkä Jukka Kero
<b>Koulutusohjelma</b> Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<b>Työn nimi</b> Mekatroniikkaopetuslaitteiston saneeraus		
<b>Työn ohjaaja</b> (ylempi AMK) Mikko Mäki-Petäjä	<b>Sivumäärä</b> [31 + 4]	
<b>Työelämäohjaaja</b> (ylempi AMK) Mikko Mäki-Petäjä		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli saneerata Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun Tekniikan ja liiketalouden yksikössä automaatiotekniikan koulutusohjelman käytössä oleva mekatroniikkaopetuslaitteisto. Saneerauksen tarkoituksena oli laitteiston parempi hyödynnettävyys opetuskäytössä.</p> <p>Saneerauksen myötä osa laitteiston toimilaitteista modernisoitiin ja turhia ominaisuuksia karsittiin. Kunnostuksella ja edellä mainituilla toimenpiteillä laitteisto saadaan takaisin opetuskäyttöön. Tärkeänä osana työtä oli laitteiston dokumentointi, joka puuttui lähes kokonaisuudessaan.</p> <p>Rakentamisen ja dokumentoinnin myötä tuli selville dokumentoinnin tärkeys: kun dokumentaatiota ei ole, on todella vaikeaa ratkaista vika- ja ongelmatilanteet. Uusitun laitteiston on tarkoitus antaa hyvä alusta tutustua mekatroniikkaan ja logiikkaohjelmoinnin ongelmiin pienemmässä mittakaavassa.</p>		
<b>Asiasanat</b> mekatroniikkaopetuslaitteisto, saneeraus, opetuskäyttö		

**ABSTRACT**

<b>CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>	<b>Date</b> 19.5.2010	<b>Author</b> Olli Jyrkkä Jukka Kero
<b>Degree programme</b> Automation Engineering		
<b>Name of thesis</b> Renovation of the Mechatronics Training Equipment		
<b>Instructor</b> Mikko Mäki-Petäjä		<b>Pages</b> 31 + 4 Appendices
<b>Supervisor</b> Mikko Mäki-Petäjä		
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to renovate and modernize the mechatronics training equipment, which is used in the degree programme of Automation Engineering in Central Ostrobothnia University of Applied Sciences. Due to renovation the training equipment will be utilized better in education.</p> <p>Along with renovation some regulating units were modernized and some unnecessary functions were removed. With the help of these operations and repair the mechatronics training equipment will be useable in the laboratory. The documentation was made to be comparable with the renovated equipment.</p> <p>It became obvious in this thesis that without a good documentation the troubleshooting may be very difficult. The main purpose of the renovated equipment is that it will make it possible for the students to practice logic programming and to learn mechatronics in a smaller scale.</p>		
<b>Key words</b> mechatronics, training equipment, automation, renovation		

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 AUTOMAATION SANEERAUS</b>	<b>2</b>
<b>3 MEKATRONIIKKAOPETUSLAITTEISTON SANEERAUS</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Suunnittelu</b>	<b>3</b>
3.1.1 Automaatiosuunnittelu	3
3.1.2 Pneumatiikkasuunnittelu	5
3.1.3 Mekaniikkasuunnittelu	6
3.1.4 Ohjausjärjestelmät yleensä	7
<b>3.2 Lähtökohdat</b>	<b>7</b>
3.2.1 Proffa2000 -laitteiston historia	7
3.2.2 Harjoituslaitteiston käyttötarkoitus	9
3.2.3 Saneerauksen lähtökohdat	12
<b>3.3 Laitevalinnat</b>	<b>13</b>
3.3.1 Siemens S7-200 -sarja	13
3.3.2 Pneumatiikka	14
3.3.3 E1061-kosketuspaneeli	16
3.3.4 Releet, moottorit ja sulakkeet	18
3.3.5 Paikoituksen toteutus	19
<b>3.4 Asennus</b>	<b>21</b>
3.4.1 Laitekaapit	21
3.4.2 Laitteiston kaapelointi	21
3.4.3 Mitsubishi E1061-kosketusnäytön asennus	22
3.4.4 Mekaaninen toteutus	23
3.4.5 Pulssianturin asennus	23
<b>3.5 Ohjelmointi ja käyttöönotto</b>	<b>24</b>
3.5.1 Proffa 2000 -harjoituslaitteiston esimerkkiohjelma	24
3.5.2 Mitsubishi E1061 -kosketusnäytön ohjelmointi	25
3.5.3 Dokumentointi	26
<b>4 LAITTEISTON HYÖDYNTÄMINEN OPETUSKÄYTÖSSÄ</b>	<b>28</b>
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>29</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>31</b>
<b>LIITTEET</b>	
Liite 1/1–1/7. AutoCAD -kuvat	
Liite 2/1–2/3. Mitsubishi E1061 –valikoiden toiminnot	
Liite 3/1–3/21. Demo-ohjelma	
Liite 4/1–4/4. Positio -taulukot	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyönämme oli Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun tekniikan ja liiketalouden yksikön automaatiolaboratorion mekatroniikkaopetuslaitteiston Proffa 2000 saneeraaminen paremmin opetuskäyttöön soveltuvaksi.

Saneerauksen johdosta laitteistosta karsittiin turhia ominaisuuksia pois ja yksinkertaistettiin sekä korjattiin epäkunnossa olleita toimintoja. Kosketuspaneelin lisääminen tuo uuden käyttöliittymän painikeohjauksen rinnalle. Tämä myös tuo modernia ilmettä vanhentuneeseen laitteeseen. Myös osa toimilaitteista vaihdettiin paremmin laitteeseen soveltuviksi. Pneumatiikka sekä sähkö- ja automaatiokaapelointi uusittiin kokonaan. Laitteen puutteellinen dokumentointi korjattiin vastaamaan tämän päivän vaatimuksia. Tämä helpottaa jatkossa laitteen käyttöä, kuten huoltoa ja mahdollisia muutostöitä.

Laitteen suunnittelussa ja muutoksissa lähtökohtana oli opetuskäytön vaatimukset. Opinnäytetyössä pohdittiin mahdollisia harjoituksia ja ohjeita laitteiston hyödyntämiseksi. Valmiin laitteiston on tarkoitus toimia opetusalustana automaatiotekniikan kolmannen ja neljännen vuosikurssin opiskelijoille ohjaustekniikan laboratorioissa, sekä lisäksi sitä hyödynnetään automaatiolaboratorioharjoituksissa logiikkaohjelmoinnin harjoitteluun.

## 2 AUTOMAATION SANEERAUS

Saneerauksella yleensä tarkoitetaan peruskorjausta tai yleisesti ottaen kunnostamista. Saneeraus on terminä yleisimmin käytössä rakennusalalla, mutta sitä voidaan myös käyttää kuvaannollisesti esimerkiksi talous- ja yritysasioissa. (Nurmi, Rekiaro, Rekiaro & Sorjanne 2004, 393.)

Saneeraus-termiä käytetään myös sähkö- ja automaatioalalla. Alan yritykset käyttävät sitä rakennustöiden tai jonkin muun syyn johdosta tehtäviin muutoksista ja peruskorjauksista sähkö- ja automaatiojärjestelmiä koskevissa asioissa. Toisaalta sitä käytetään lähes synonyymina esimerkiksi modernisoinnille, järjestelmäpäivityksille sekä teknii-kanvaihtotöille. Yhteistä näille termeille on se, että jokaisella tarkoitetaan jo olemassa olevan laitteen tai järjestelmän uudistamista tai parantamista, ei niinkään kokonaan uuden suunnittelua ja rakentamista. (Siemens Oy 2006 a; Sivonen 2004, 232–246.)

Perushuoltaminen on välttämätöntä, ja sen avulla laitteet ja järjestelmät pysyvät kunnossa. Toisaalta välillä on pakko myös tehdä suurempia muutoksia ja saneerauksia, jotta laitteen tai järjestelmän elinkaari jatkuisi. Tämä ennaltaehkäisee suunnittelemattomia tuotantokatkoksia, kun esimerkiksi varaosia ja osaavaa henkilökuntaa on saatavissa tarvittaessa. Jos esimerkiksi teknistä tukea ei ole saatavissa eikä varaosia enää valmisteta voivat myös korjauskustannukset kohota. Mahdollisesti se aiheuttaa huomattavia tuotannon menetyksiä. Uusi tekniikka yleensä myös mahdollistaa laajennukset ja sovellukset paremmin kuin vanha. Koska työn osuus on kustannuksissa normaalisti suuri pyritään käyttämään vanhaa mahdollisimman paljon hyödyksi. Näin ollen voidaan järjestelmä modernisoida lähes uuden veroiseksi huomattavasti pienemmillä kustannuksilla. (Siemens Oy 2006; Sivonen 2004, 232–246.)

## 3 MEKATRONIIKKAOPETUSLAITTEISTON SANEERAUS

### 3.1 Suunnittelu

#### 3.1.1 Automaatiosuunnittelu

Automaatiosuunnittelun ensimmäinen vaihe yleensä on miettiä, minkälaisia ohjaus- ja säätöjärjestelmiä tullaan tarvitsemaan, mitä laitteita järjestelmässä tullaan tarvitsemaan ja mitä toimintavaatimuksia projektille on vaadittu. Asiakkaan tarpeet ja toivomukset otetaan huomioon ja noudatetaan olemassa olevia turvamääräyksiä. Sijoituspaikkaa mietittäessä kannattaa miettiä systeemin mekaanista toimintaa ja laitteiden mittoja. Järjestelmän energian siirto ja energian tarve tulee selvittää, kuten myös järjestelmän signaalit. Tärkeä asia suunnittelun alussa on selvittää aikataulu- ja kustannusrajoitukset, ja näin projekti lähtee heti alusta asti oikeille raiteille. Yleensä kannattaa miettiä, löytyisikö ratkaisumalleja vanhoista samantyyppisistä prosesseista, joita on jo olemassa. Tämöinen suunnittelu tarjoaa yleensä riskittömän vaihtoehdon. Tässä pitää kuitenkin muistaa ja osata soveltaa, että uuden tekniikan tarjoamat mahdollisuudet tulisi hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. (Fonselius, Pekola, Selosmaa, Ström & Välimaa 1996, 16; Sivonen 2004, 234.)

Kun edellä mainitut asiat on pohdittu, alkavat eri vaihtoehtojen vertailut. Tähän vaiheeseen kannattaa ottaa mukaan työryhmä, johon kuuluu automaatio- ja prosessisuunnittelijoita, ja mukana tulee olla myös käyttö- ja ylläpitohenkilöstöä. Näin saavutetaan paras asiantuntemus prosessin käyttäytymisestä ja toimenpiteistä, joita poikkeustilanteet vaativat. Sitten alkaa tiedonsiirron toteuttamisen suunnittelu. Vertaillaan antureita ja ohjauslaitteita. Selvitetään, paljonko tarvitaan tulo- ja lähtösignaaleja ja mietitään, miten toteutetaan ihmisen ja koneen välinen liitäntä. Seuraavaksi suunnitellaan elektroniikan toteuttaminen ja tarkistetaan minkälaisia valmiita komponentteja löytyy. Samalla myös vertaillaan erilaisia vaihtoehtoja järjestelmän kaapeloinneille ja liitinvaihtoehdoille. Kolmantena tulee mekaaninen toteuttaminen: runkorakenne, toimilaitteet, hydrauliiikka-

tai pneumatiikkajärjestelmät ja mekaaniset komponentit, kuten kytkimet ja kiinnitykset. (Fonselius, Pekola, Selosmaa, Ström & Välimaa 1996, 16; Sivonen 2004, 234.)

Seuraavaksi alkaa todellinen suunnitteluvaihe, jossa aletaan suunnitella ohjauslaitteiden ohjelmointia, kuten pääohjelman ja aliohjelmien tekoa. Pohditaan myös miten selvittää ja ratkaistaan ongelmat erilaisissa häiriötilanteissa. Tärkeää on selvittää, mitä parametreja on käyttäjän muutettavissa. Elektroniikan suunnittelussa aletaan tehdä valintoja. Valitaan teholähteet, kaapelit ja muut valmiina hankittavat yksiköt. Samalla myös suunnitellaan kytkentäkaaviot ja mahdolliset häiriönpoistajat. Mekaanisen suunnittelun osalta ratkaistaan runkorakenteet, sekä antureiden ja toimilaitteiden kiinnitysmekanismit ja sähkökaappien ja kaapeleiden sijoitus. Myös mahdollisten hydraulikka- tai pneumatiikkaventtiilien sijoitus mietitään, ja samalla suojien ja turvalaitteiden mitoitus on hyvä suunnitella. Kun nämä asiat alkavat olla selvitetty, niin on aika tehdä tarjouskyselyitä tilattavien osien ja mahdollisten ulkoisten työtehtävien suorittamista ajatellen. (Fonselius, Pekola, Selosmaa, Ström & Välimaa 1996, 16; Sivonen 2004, 234.)

Kun tarjoukset on vahvistettu, alkaa viimeinen vaihe eli viimeistely. Ensimmäisenä voi aloittaa ohjelmistojen testauksen ja dokumentoinnin eli tehdä ohjelmalistaukset ja ohjelman toimintakaaviot. Seuraavaksi kannattaa aloittaa elektroniikan testaamiset ja simuloinnit esimerkiksi erilaisilla simulointiohjelmilla ja samalla suorittaa dokumentointia koskien elektroniikan sijoittelua. Myös kaapelointikaaviot, kytkentäkaaviot ja kytkentäkeskukset on hyvä samalla dokumentoida. Mekaniikan osalta kannattaa tehdä kokoonpano- ja osakuvat, kuten myös mahdolliset koneenosat, hydraulikka- tai pneumatiikkakaaviot, osaluettelot ja prosessikaaviot. Viimeisenä osana projektia alkaa käyttöohjeiden laatiminen koneelle tai järjestelmälle, joka on suunniteltu. Tätä osa-aluetta koskevat mahdolliset pakkaus- ja kuljetusohjeet, takuuehdot, asennus- ja liitäntäohjeet, käyttö- ja turvallisuusohjeet, tarvittavat huoltotoimenpiteet, häiriötilanteet, varaosaluettelot ja viimeisenä komponenttien kierrätettävyys. (Fonselius, Pekola, Selosmaa, Ström & Välimaa 1996, 16; Sivonen 2004, 234.)



### 3.1.2 Pneumatiikkasuunnittelu

Kompressorilaitoksen sekä putkistojen mitoitus jätetään tarkastelematta lähemmin. Tähän voidaan kuitenkin todeta, että lähtökohtaisesti suunnitellaan itse kompressorikeskus, joka voi mahdollisesti sisältää mm. kompressorit, ilmasäiliöt, jäähdyttimet ja kuivaimet, suodattimet, puhaltimet sähkökaapit ja esimerkiksi lämmöntalteenottolaitteet. Vaadittava työpaine ja sen laatu asettavat vaatimukset paineilmajakelun mitoitukselle. Kompressorin tuotto ja säiliöiden koko mitoitetaan ilman käyttötarpeen mukaan. Putkisto mitoitetaan työpisteiden vaatimien ilmamäärien avulla. Konepajoissa ja teollisuudessa ei kannata alimitoitaa koskaan ulosottoja. 30–50 l/s on varmaan minimikoko, jotta voidaan käyttää normaaleja paineilmatyökaluja. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 83–91.)

Toimivaa laitetta varten suunnittelijalla pitää olla tarpeeksi tietoa pneumatiikkakomponenttien mitoituksesta ja standardisoinista. Yleisesti ottaen sylinterit ovat ISO-standardimitoitettuja, ja niillä määritellään mm. sylinterin halkaisija ja iskunpituus. Myös kiinnitys on standardisoitu. Sylinterien rakenne on muuttunut kevyempään ja valmistuksellisesti yksinkertaisempaan suuntaan. Ne ovat myös pääsääntöisesti huoltovapaita, esimerkiksi voitelua ei tarvita. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 92.)

Suunnittelun voisi yksinkertaistettuna ajatella toimivan näin. Ensimmäiseksi valitaan sylinterinhalkaisija kuorman (N) ja käyttöpaineen (bar) avulla. Hyötysuhteena voidaan käyttää 0.8. Tämä tarkoittaa sitä, että 20 % energiasta menee hukkaan eli muuttuu kitkan voimasta lämmöksi. Seuraavana pitää valita sylinterityyppi ja iskunpituus. Erityyppiset sylinterit ovat ulkomitoiltaan huomattavan erikokoisia, vaikka iskunpituus olisikin sama. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 93.)

Tämän jälkeen valitaan suuntaventtiili, jolla voidaan määrittää esimerkiksi toimilaitteen nopeus. Normaalisti sylinterien nopeudet vaihtelevat välillä 0,3–0,6 m/s. Tämän jälkeen tulee miettiä suuntaventtiilin ohjaustapaa ja rakennetta. Ohjauksena voi toimia

paineilma, jousi, sähkö tai erilainen mekaaninen ohjaus. Myös näiden erityyppiset kombinaatiot ovat käytössä yleisesti. Venttiilit asennetaan pohjalaatalle, josta kannattaa huomioida mm. liitântäkoot. Sylinterin ja suuntaventtiilin väliin tulevien vastusvastaventtiilien ja letkujen koot pitää myös huomioida. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 92-95.)

### 3.1.3 Mekaniikkasuunnittelu

Yleensä mekaaninen suunnittelu tehdään samalla, kun ajatellaan toimilaitteita. Näin ollen ne onkin hyvä tehdä yhden suunnittelijan toimesta. Useasti liikkeet ja toiminnot ovat niin monimutkaisia, että niihin tulee tehdä erilaisia apumekanismeja. Mekanismeja suunnitellessa on otettava huomioon mahdolliset vaaratekijät, joita on hyvinkin paljon. Kaikki terävät osat ja kulmat on suojattava, niin että niistä ei aiheudu vaaraa käyttäjälle. Samoin jos on liikkuvia osia, niin ne tulisi suunnitella niin, että ne on suojattu samoin kun nielut ja valssit. Koneen tai laitteen mahdollinen kaatumisvaara tulee estää. Myös usein ongelmana olevat asiat, kuten melu, värinä, vapautuvat suuret energiat, kuumuus, kylmyys, säteily, myrkylliset aineet ja pölyt, on huomioitava. (Heikkilä, Reunanen, Hänninen & Pietikäinen 1990, 13–14.)

Mahdollisia esiin tulevia ongelmia voidaan vähentää monellakin eri tapaa. Ensimmäinen on yrittää suunnitella mahdollisimman yksinkertaiset ja luotettavat rakenteet. Yksinkertainen ratkaisu mahdollisiin ulkoisiin häiriöihin, kuten jos esiintyy mahdollista sähkömagneettista säteilyä, joka aiheuttaisi häiriötä johtimilla tapahtuvassa tiedonsiirrossa, on käyttää optista tiedonsiirtoa. Myös kaikenlaiset varoituskyltit ja valoverhot ovat hyviä ratkaisuja, kun halutaan estää pääsyä vaara-alueelle. Joskus kuitenkin on päästävä vaara-alueelle tekemään esimerkiksi mahdollisia huoltotoimenpiteitä. Silloin kone tai laitteisto tulisi saada vaarattomaan tilaan eli pois käynnistä tai paineettomaksi. Kaksinkäsin käyttö on yksi hyvä turvakeino siihen, että käyttäjä ei pääse vaara-alueelle. (Heikkilä ym. 13–14.)

Kyseisten apulaitteiden kiinnitysratkaisujen lisäksi laitteiston muukin runkorakenne tarvitsee suunnittelua. Ennen on käytetty paljon teräspalkkirunkoja, mutta nykyään tehdään hyvin paljon alumiiniprofiileista. Alumiinin etuina ovat nopeat pystytysajat ja se, että sitä on helppo muunnella ajan kuluessa. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso & Putkonen 2001, 224.)

### **3.1.4 Ohjausjärjestelmät yleensä**

Ohjausjärjestelmä tarkoittaa käyttäjän ja koneen tai laitteiston välistä rajapintaa. Kyseinen käyttöliittymä sisältää yleensä erilaisia painikkeita tai jonkinlaisen näytön tai kosketusnäytön, ja näiden avulla käyttäjä voi antaa koneelle erilaisia toimintakäskyjä ja myös saa tietoja koneen toimintatilasta. Jos puhutaan hyvin yksinkertaisesta ohjauksesta, niin se voi olla yksittäinen katkaisijakin. Avoin ohjausjärjestelmä tarkoittaa sitä, että ohjaus antaa ohjausarvon lähtöliitännänsä kautta toimilaitteille. Esimerkkinä voi olla venttiili, joka ohjaa sylinteriä. Takaisinkytkennällä toteutettu systeemi on suljettu säätöjärjestelmä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi paikkatietoa, joka toteutuu, kun mitataan ohjausarvon toteutumista takaisinkytkennän kautta ja taas ohjaussuureta muutetaan vastaamaan muuttunutta tilannetta. (Keinänen ym. 2001, 206.)

## **3.2 Lähtökohdat**

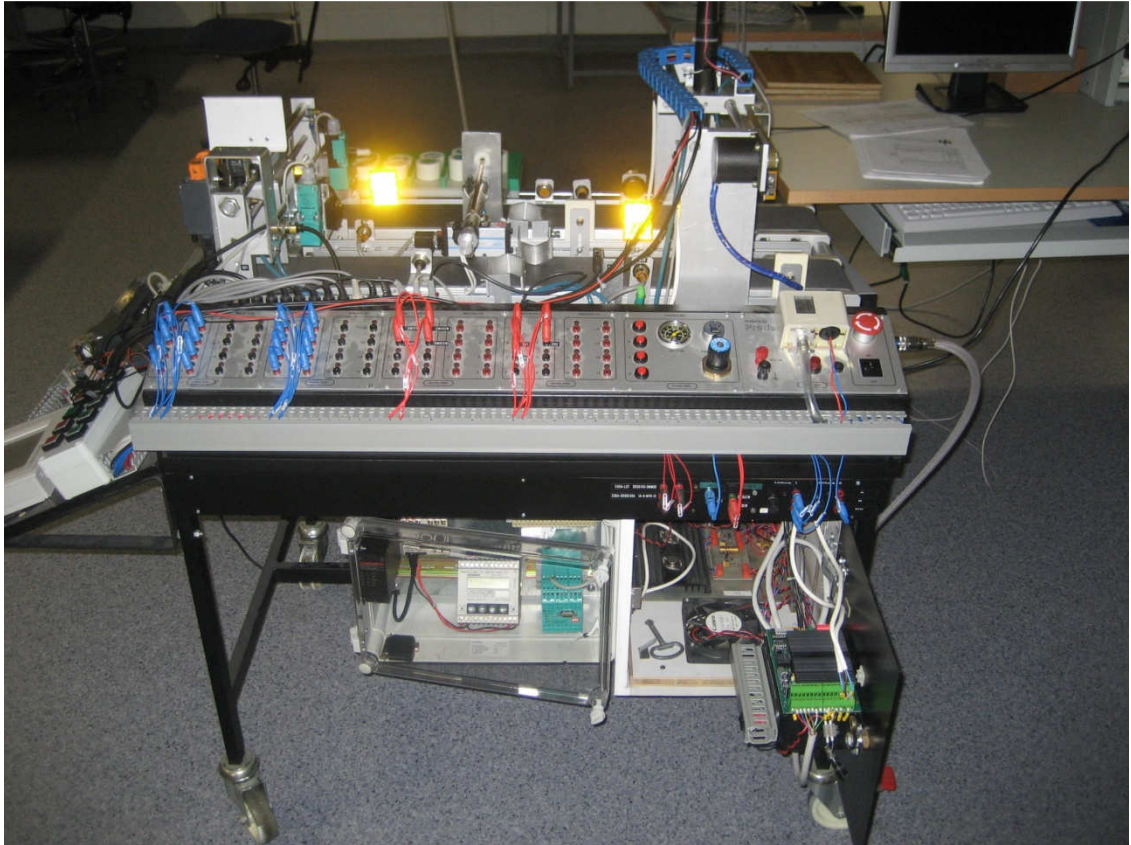
### **3.2.1 Proffa2000-laitteiston historia**

Saneerauskohteemme Proffa 2000 –mekatroniikkaopetuslaitteiston on alun perin valmistanut Avalance Oy yhteistyössä Ammattikasvatustieteiden keskuksen kanssa. Kokkolaan laite on päätyttyä vuonna 1990 silloiselle Kokkolan tekniselle oppilaitokselle. Proffa 2000 -laitteisto on ollut muutosten kohteena myös aiemmin. Laitteistoa hyödyntäen on tehty kaksi opinnäytetyötä aikaisemmin. Vuonna 1993 laitteistoa modernisoitiin vastaamaan paremmin insinöörikoulutuksen tarpeita. Alun perin koko systeemiä ohjattiin mikrotietokoneella, mutta ensimmäisen modernisoinnissa aikana sekin muutettiin, jolloin ohjauslaitteeksi tuli ohjelmoitava logiikka. Tämä oli Siemensin valmistama S5-

sarjan logiikka. Myös kappaleiden tunnistamista varten asennettiin saattomuistijärjestelmä, tutummin RFID. Samalla laitteistoon asennettiin uudenlaisia ja eri periaatteella toimivia antureita, joilla oli mahdollista suorittaa monipuolisia mittaustehtäviä. Laitteiston sivulle rakennettiin ns. kappalevarasto, joka on servo-ohjattu, ja pneumaattinen työntölaite, jolla kappaleet voidaan siirtää kappalevarastoon. (Salanne & Valtanen 1993; Kotamäki & Nyberg 1992.)

Myöhemmin on tapahtunut logiikoiden modernisointia. Siemensin S5-sarjan logiikat on muutettu Siemensin S7-sarjan logiikoihin. Ohjauslogiikaksi on valittu malli 226 ja laajennusmoduuleiksi on liitetty EM221 ja EM223, joilla on saavutettu haluttu digitaalitulojen ja lähtöjen määrä. Analogiasignaalien käsittelyä varten on valittu laajennusmoduuli EM235. Samassa yhteydessä on lisätty Siemensin Simatic TP 070 -kosketuspaneelinäyttö. Logiikan tehonsyöttö on toteutettu Siemensin LOGO!Power-moduulilla. (Salo 2003.)

Vuonna 2003 laitteistoon on tehty toinen opinnäytetyö, jossa tarkoituksena on ollut laitteiston jatkokehitys. Ensimmäisessä vaiheessa laitteistoon on lisätty langattomaan tiedonsiirtoon mahdollistava Siemensin MC35T GSM/GPRS -modeemi ja samassa on luotu sovellusohjelma kirjasto. Toisessa vaiheessa on uusittu laitteistossa olleen vanhan askelmoottorijärjestelmän asemointiratkaisu. Laitteistoon on liitetty Siemensin EM 253 -asemointimoduuli ja LP&P 2706 -askelmoottoriohjain. Kuviossa 1 esitetään harjoituslaitteisto ennen saneerausta. (Salo 2003.)



KUVIO 1. Proffa 2000 -harjoituslaitteisto projektin alussa

### 3.2.2 Harjoituslaitteiston käyttötarkoitus

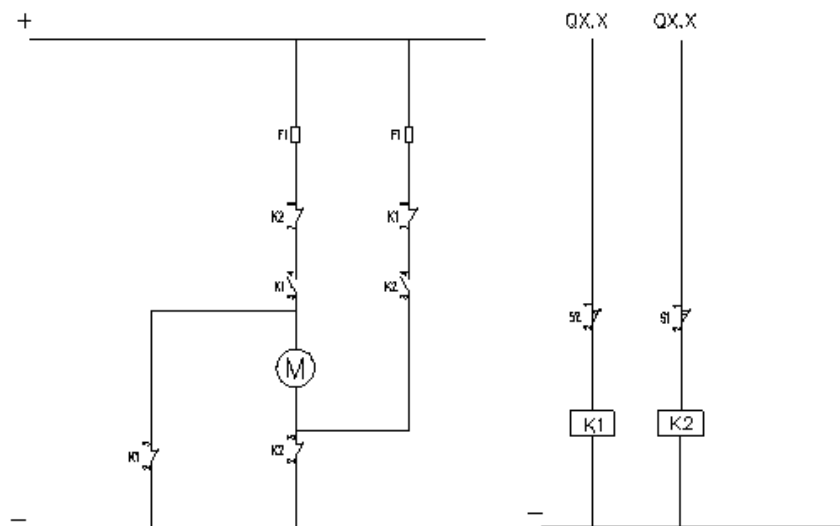
Mekatroniikan ja ohjaustekniikan opiskelun mielekkyyteen vaikuttavat tavat, joilla aiheetta lähestytään. Teorian lisäksi konkreettiset harjoitukset helpottavat hahmottamista ja lisäävät opiskelumotivaatiota. Tekniikka kehittyy nopeaa vauhtia, ja oppilaitosten on ponnisteltava kehityksen mukana. Tämän opinnäytetyöprojektin tarkoitus edesauttaa opetusta.

Mekatroniikkalaitteistolla halutaan antaa laaja käsitys ja ymmärrys automaattisen koneen ja järjestelmän rakenteesta ja toiminnasta opiskelijoille. Harjoituslaitteiston avulla opiskelijan on helpompi myös ymmärtää suurempia teollisuuden kokonaisuuksia. Mielestämme kokemattomalta suunnittelijalta saattaa jäädä huomioimatta monia tärkeitä asioita. Virheitä lähestytään väärällä tavalla tai ei osata ottaa huomioon mahdollisia on-

gelmatilanteita. Harjoituslaitteiston avulla on helpompi hahmottaa esimerkiksi logiikkaohjelmoinnin yhteydessä itse tehdyt virheet. Konkreettinen laitteisto antureineen auttaa myös etsimään vaihtoehtoisia toteutustapoja ja näin ollen kehittää opiskelijan perustaitoja työelämän vaatimuksia varten.

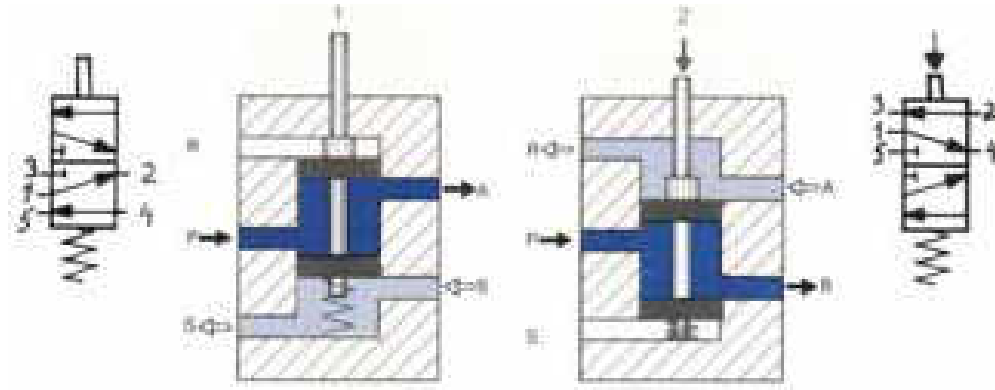
Pohditaan komponenttitasolla laitetta opiskelun näkökulmasta. Ensimmäiseksi laite tarjoaa hyvän lähtökohdan tutustua perusanturointiin. Laitteistossa on esimerkiksi läsnäoloa tunnistavia mekaanisia antureita, kuten mikrokytkimiä. Lähestymiskytkiminä on induktiivisia, kapasitiivisia, sekä erilaisia optisia antureita. Proffa 2000 sisältää myös pulssianturin ja analogisella lähdöllä varustetun kapasitiivisen etäisyyden mittaustunturin. Anturityypit ovat yleisesti käytössä teollisuudessa kappaleautomaation piirissä.

Proffa 2000 mahdollistaa myös tutustumisen laajaan kirjoon eri toimilaitteita. Se sisältää tavallisia tasavirtamoottoreita eli DC-moottoreita sekä askelmoottorin. Tasavirtamoottoreiden suunnanvaihtokytkenät on toteutettu releillä, joka on esitetty kuviossa 2. Askelmoottoria pääsee ohjaamaan MicroWin-ohjelmiston avulla. Kytkentöjen dokumentointi mahdollistaa tarkemman perehtymisen asiaan.

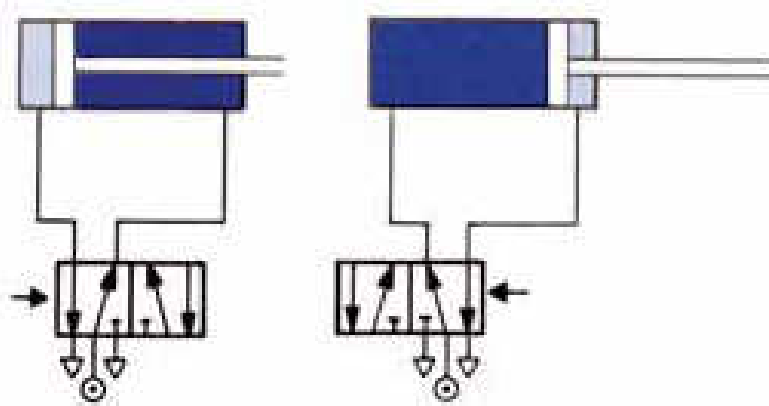


KUVIO 2. Moottorinsuunnanvaihtokytkenä

Pneumaattisia toimilaitteitakin löytyy, kuten männänvarreton sylinteri, tavallinen paineilmasylinteri ja portaalirobotin tarttuja. Edellä mainittuja laitteita ohjataan nykyaikaisilla paineilmaventtiileillä, joista opiskelija saa myös hyvän kuvan niiden käytöstä ja toiminnasta. Kuviossa 3 on esitetty 5/2-suuntaventtiilin toiminta. Kuviossa 4 tarkastellaan 5/2-suuntaventtiilin käyttöä.



KUVIO 3. 5/2-suuntaventtiilin toiminta: Lähtöaukot 2 ja 4, poistoaukot 3 ja 5 ja tuloaukko 1 (Hulkkonen 2008.)



KUVIO 4. 5/2-suuntaventtiilin käyttöesimerkki: Vasemmassa kuvassa paine ohjataan männänvarren puolelle, ja männän takaa paine poistuu. Tällöin sylinteri liikkuu sisään-päin. Oikealla paine pääsee männän taakse ja männänvarren puolelta poistuu. Tuloksena sylinteri liikkuu ulospäin. (Hulkkonen 2008.)

Laitteistosta löytyy kappalevarasto ja kaksi kuljetinta, jotka antavat hyvän kuvan kappalevara-automaatiosta. Tärkeimpiä ovat laitteiston ohjausjärjestelmä ja käyttöliittymä. Laitteistossa on Siemensin S-200-logiikkaperheen logiikat käytössä ja hyvin nykyaikainen Mitsubishiin E-1061-kosketuspaneeli. Nämä antavat todella hyvänharjoittelu pohjan logiikkaohjelmoinnille ja paneelin ohjelmoinnille ja näiden yhteen sovittamiselle.

### 3.2.3 Saneerauksen lähtökohdat

Saneerauksen suunnittelu aloitettiin pitämällä palaveri lehtori Mikko Mäki-Petäjän kanssa. Tapaamiset olivat hyvin vapaamuotoisia, ja niissä pyrittiin hahmottamaan saneerauksen kulkua sekä kartoittamaan ehdot ja toivomukset opinnäytetyön teetättäjän puolelta. Myös turvallisuusasiat oli tärkeä huomioida heti alkuun sekä laitteen suunnittelussa että itse kokoamisen yhteydessä.

Koska laite tulee opetuskäyttöön, tulisi sen olla tarpeeksi yksinkertainen ja selkeä käyttää. Saneerauksen luonteeseen kuuluen budjetti haluttiin pitää matalana. Näin ollen päätettiin heti alusta asti, että vanha S-200-sarjan logiikka lisämoduuleineen säilytetään. Laitteiston anturit vastasivat hyvin pitkälti laitteen käyttövaatimuksia. Suurimman osan kohdalla ei olisi tarvetta muuttaa tai uusia mitään. Muutaman anturin sijoituspaikkaa kuitenkin mietittiin muutettavaksi. Proffan tulevien muutosten takia laitteistossa jäisi ylimääräisiä antureita ja toimimattomia antureita. Nämä päätettiin poistaa laitteesta luonnollisesti. Myös toiselle hihnalle paikoitusta varten ajateltiin lisätä uusi pulssianturi. Vanhat toimimattomat pyörintävahdit päätettiin poistaa myös. Antureiden sijoituspaikkojen toimivuutta mietittiin yleisesti, jotta laite toimisi käytännöllisesti.

Jännitteen syötön osalta tultiin siihen tulokseen, että vanhat virtalähteet poistetaan ja tilalle tulee yksi LOGO!Power -virtalähde, jonka avulla koko laitteiston jännitteen syöttö hoidetaan. Jo projektin alussa tuli esiin mahdollisuus hankkia operointipaneeli tuo-



maan monipuolisuutta laitteiston ohjaukseen. Tämä myös olisi hyvä lisä opetuksen kannalta. Myös pneumatiikka päätettiin uusia melkein kokonaisuudessaan lukuun ottamatta kahta toimilaitetta. Samoin kaapelointi ja kytkennät päätettiin uusia lukuun ottamatta antureiden kaapelointia.

Suunnittelun aikana piti ottaa huomioon mahdollinen laajennettavuuden tarve. Käytännössä tämä näkyi pneumatiikkaterminaalin valinnassa sekä siinä, että suunnittelimme laitteeseen reilusti riviliittimiä ja sulaketerminaaleja. Myös virtalähteen riittävyys varmistettiin.

Laitteiden ja tarvikkeiden hankinnasta tulisimme osaltaan vastamaan itse ja hankinnat tehtäisiin lähinnä Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun yleisesti käyttämistä tukku- liikkeistä. Pneumatiikan ja operointipaneelin valintaa ohjaamassa sekä hankinnoissa mukana oli lehtori Mäki-Petäjä.

Opinnäytetyön jälkeen laite tulisi olla toimiva kaikin puolin. Tähän pitäisi sisältyä demo-ohjelma, jonka avulla laitetta voisi esitellä. Keskusteluissa kävi heti aluksi ilmi, että laitteen dokumentointi on varsin puutteellista. Sen takia pyrimme tekemään riittävät dokumentit kytkennöistä ja laitteesta. Tämä tarkoittaa lähinnä kytkentäkaavioita ja -listoja sekä ns. layoutkuvia laitteesta. Nämä päätettiin toteuttaa autoCAD - yleissuunnitteluohjelmalla sekä Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelman avulla.

### **3.3 Laittevalinnat**

#### **3.3.1 Siemens S7-200 sarja**

Harjoituslaitteiston ohjauksesta vastaa Siemens S7-200-sarjan CPU 226. Kyseinen loogikka on vanha ja ollut harjoitus- ja laboratoriokäytössä aikaisemmin. Siemensin S7-

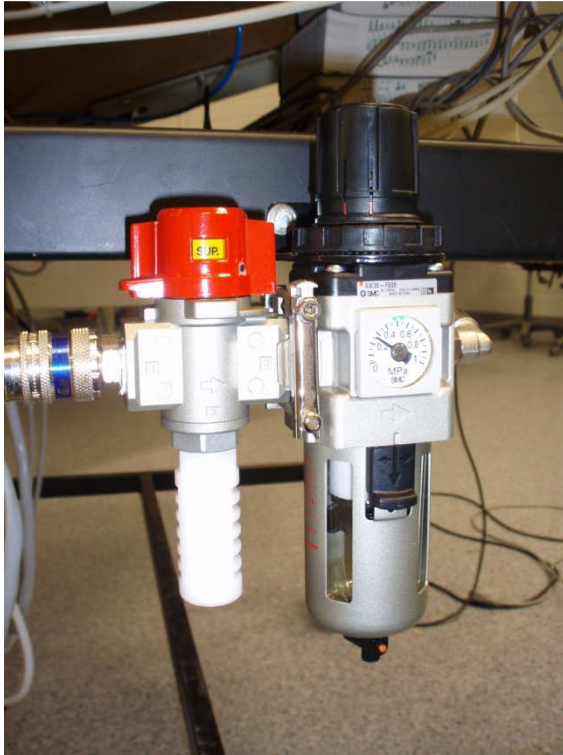
200-sarjan valinta oli helppo, koska Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoululla suuri osa harjoitustöistä on toteutettu S7-200-sarjan logiikoilla. Myös harjoitustyön kustannukset haluttiin pitää mahdollisimman matalana, mikä puolsi logiikan valintaa. Myös opetushenkilökunta tuntee hyvin Siemensin ohjelmointityökalun STEP7/Win 32, mikä on tärkeää ajatellen laitteiston käyttötarkoitusta eli opetuskäyttöä.

Siemens CPU 226 on S7-200-sarjan järein malli. Se sisältää 24 tuloa ja 16 lähtöä. Logiikkaan on mahdollista liittää lisämoduuleita seitsemän kappaletta. CPU 226 ei sisällä ollenkaan analogisia tuloja tai lähtöjä. Proffa-harjoituslaitteisto sisältää kuitenkin analogisia antureita, joten niitä varten logiikkaan liitettiin analogiamoduuli EM 235. (Siemens Oy, Laiteopas. )

CPU 226 ei itsessään sisällä virtalähdettä vaan tarvitsee toimiakseen ulkoisen virtalähteen. Virtalähteeksi valitsimme Siemensin oman LOGO!Power-sarjan 24VDC:n 5A:n virtalähteen. Virtalähde vastaa logiikan lisäksi kaikista harjoituslaitteen virransyötöistä. Sen takia on perusteltua ottaa jopa 5A:n virtalähde, vaikkei itse logiikka niin isoa tarvitsikaan.

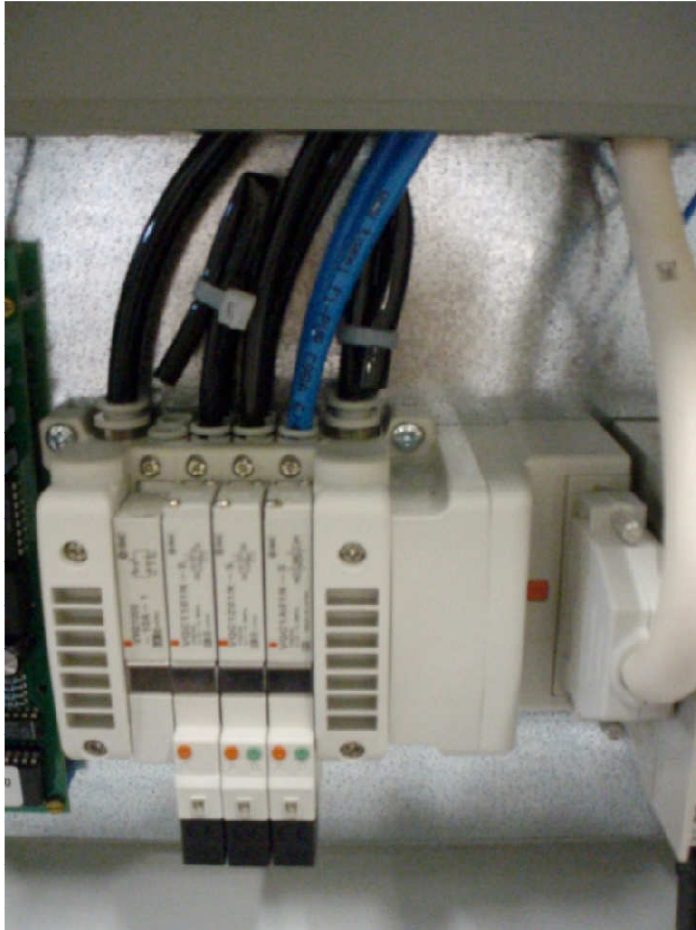
### **3.3.2 Pneumatiikka**

Opetuslaitteiston vanha pneumatiikkajärjestelmä korvattiin kokonaan SMC:n valmistamalla VQC-sarjan asennuslaatalla ja venttiileillä. Lisäksi laitteistoon asennettiin uusi huoltoyksikkö, joka sisältää käsikäyttöisen sulkuventtiilin, paineensäätimen sekä suodattimen. Vanhassa järjestelmässä käytössä olleet sulkuventtiili ja paineensäädin olisivat olleet käyttökelpoisia. Näiden vanha sijoituspaikka oli laitteiston edessä olevassa ohjauspaneelissa. Koska näiden sijoituspaikkaa haluttiin muuttaa ja järjestelmä haluttiin huoltovapaammaksi lisäämällä suodatin, päädyttiin hankkimaan uusi huoltoyksikkö, joka on kuvattu kuviossa 5.



KUVIO 5. Uusi SMC:n valmistama huoltoyksikkö

Pneumaattisia toimilaitteita laitteistossa on kolme kappaletta. Manipulaattoriin ei tehty muutoksia, kuten ei myöskään tarttujaan. Ainoastaan varastotyöntäjä uusittiin kokonaisuudessaan. Vanha Pimatic P1020A -sarjan kaksitoimisylinteri vaihdettiin koululla oleeseen uuteen SMC MDUB25 -sylinteriin. Uuteen sylinteriin asennettiin myös kaksi SMC:n valmistamaa D-M9P reed -kytkintä, joilla saadaan ohjelmallisesti määrättyä sylinterin haluttu työntöpituus. Aikaisemmin toimilaitteita on ohjattu magneettisilla 5/2-suuntaventtiileillä. Nämä kaikki poistettiin käytöstä ja kaikille toimilaitteille asennettiin uudet VQC -sarjan venttiilit. Tarttujaa ohjataan VQC1101N-5 5/2 -monostabiililla venttiilillä. Manipulaattoria taas ohjataan bistabiililla VQC1201N-5 5/2 -venttiilillä. Varastotyöntimen ohjaus on toteutettu VQC1A01N-5 2x3/2 -venttiilillä. Vanhat 6 mm:n paineilemät uusittiin kokonaisuudessaan uusilla saman kokoisilla letkuilla. Ainoastaan huoltoyksiköltä asennuslaatalle tuleva paineilemäletku on 8 mm. Kuviossa 6 on VQC -sarjan nelipaikkainen asennuslaatta, jossa on kiinni yllämainitut venttiilit. (SMC Oy, Www-dokumentti.)



KUVIO 6. SMC:n VQC-sarjan asennuslaatta ja venttiilit, oikealla logiikalta tuleva kaapeli

### 3.3.3 E1061-kosketuspaneeli

Projektissa oli päästy siihen vaiheeseen, että alettiin suunnitella eri käyttöliittymävaihtoehtoja nappikaluston rinnalle. Koska laitteisto on suunniteltu opetuskäyttöön ja kosketuspaneelit ovat tärkeä osa nykyajan teollisuutta huomattiin, että laitteistoon tulisi saada operointipaneeli. Tähän voitaisiin ohjelmoida muutamia painikkeita, joista laitetta voisi ohjata. Yhtenä vaihtoehtona oli Siemensin uuden 1200 -sarjan paneeli, mutta se suunnitelma havaittiin toimimattomaksi, koska näitä uusia paneeleja ei saisi asennettua vanhaan S-200 -sarjan logiikkaan. Logiikatkin olisi pitänyt vaihtaa uusiin, mutta se ei ollut mahdollista kustannuksellisista syistä.

Lopulta valittiin Mitsubishiin E1061 -operointipaneeli (KUVIO 7.), joka on hyvä valinta, sillä näitä löytyy koululta muistakin harjoituslaitteista. Jos laitteiston logiikat joskus halutaan vaihtaa erimerkkisiksi, sekään ei tuota ongelmaa, koska paneeli voidaan liittää hyvin monen valmistajan logiikkaan. Ohjelma, jolla Mitsubishiin paneeleita ohjelmoidaan, löytyy valmiiksi koulun koneilta. E-Designer-ohjelma on kohtuullisen helppokäyttöinen. Valitussa paneelissa on 5,7”-n värillinen näyttö. (Beijer Electronics 2010.)



KUVIO 7. Operointipaneeli E-1061 (Beijer Oy 2010.)

### 3.3.4 Releet, moottorit ja sulakkeet

Proffassa paikalla olleita toimivia moottoreita ei koettu tarpeelliseksi vaihtaa. Ne olivat valmiiksi kaikki 24VDC -mallia ja mitoitettu laitteeseen alun perin. Moottorien suunnanvaihtokytkentöjä varten hankittiin kahdeksan kappaletta Omronin 24VDC -releitä kahdella koskettimella ja merkkivalolla varustettuna. Tarkka malli on G2R-2-SN(S). Sulakkeet ovat ns. Plug-in -mallia, eli ne vain työnnetään DIN-kiskolla olevaan terminaaliin kiinni. Sulaketerminaalit olivat myös DIN-kiskolle asennettavaa mallia. Ylikuormitussuojana toimivat 3,15 A:n hitaat lasiputkisulakkeet (KUVIO 8).

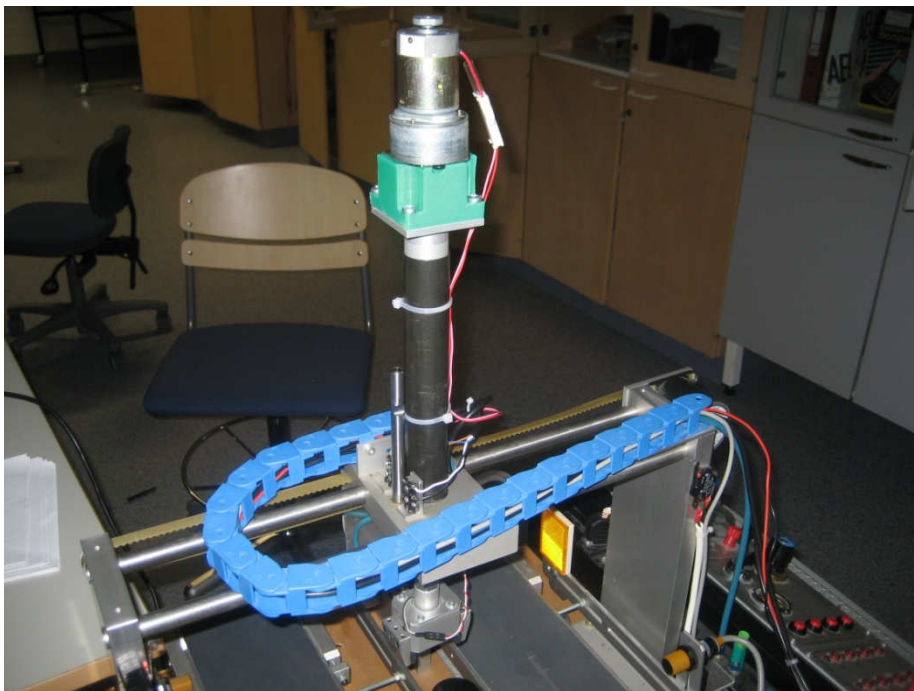


KUVIO 8. Vasemmalta oikealle: LOGO!Power-virtalähde 5A, sulakkeet ja Omronin valmistamat releet

### 3.3.5 Paikoituksen toteutus

Portaalirobotin sivuttaista liikettä ohjataan askelmoottorijärjestelmällä. Se sisältää Siemens S-200 -sarjan EM 253 -asemointimoduulin ja LP&P 2706 -askelmoottoriohjaimen. Moottori on Rapsidsyn Divisioin bipolaarinen askelmoottori. Tässä on kahdeksan johdinta, ja se on nelivaiheinen. (Salo 2003, 61.)

Portaalirobotin vertikaalinen liike toimii normaalilla 24 V:n sähkömoottorilla. Suunnanvaihto on toteutettu samaan tapaan kuin kuljettimien moottoreissa. Moottoria suojaamassa on rajakytkimet, joilla estetään turhat törmäykset. Lisäksi portaalirobotin kourassa on anturi, jonka avulla moottorit voidaan pysäyttää törmäys- ja kosketustilanteissa (KUVIO 9).

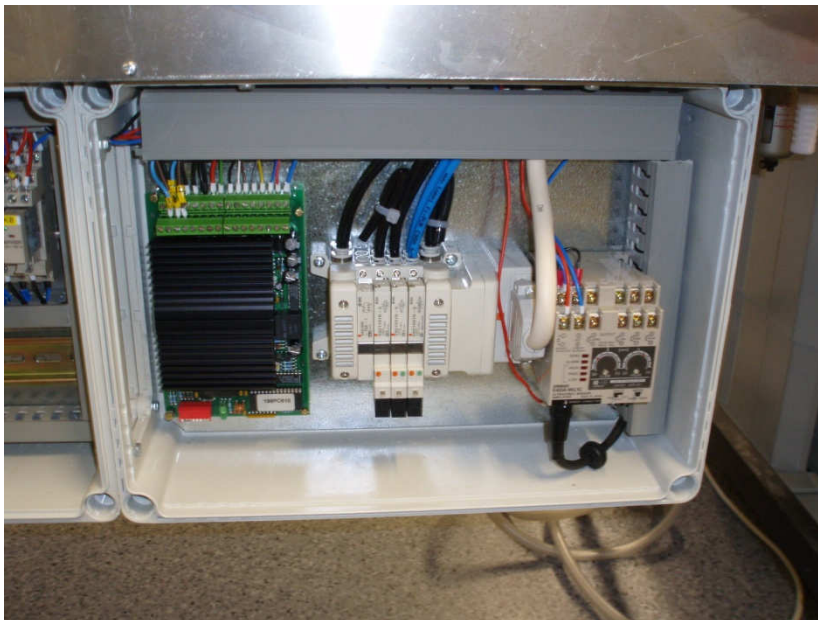


KUVIO 9. Portaalirobotti

Bipolaarisessa moottorissa sähkövirta ohjataan moottorin eri puolille erimerkkisenä, jolloin moottori vetää roottorin vastakkaisia kestopagneetteja puoleensa. Näin moottori saadaan pyörähtämään aina tietyn kulman verran eli askeleen.

Siemens EM 253 -asemointimoduuli soveltuu servo- ja askelmoottorikäyttöihin. Moduulilta saadaan ohjaimen tarvitsemat asema-, askel- ja suuntatiedot. Nämä ovat pulssimuotoisia. Asemointimoduulia ohjelmoidaan Step 7-MicroWin -ohjelman tools-valikosta löytyvä Position Control Wizardin avulla. Askelmoottoria voidaan myös käyttää erillisen Control -paneelin kautta, jolloin logiikan ei saa olla toimintatilassa.

LP&P 2706 -askelmoottoriohjain on aikanaan valittu järjestelmään soveltuvien teknisten ominaisuuksien perusteella (KUVIO 10). Ohjain tarvitsee toimiakseen pulssitiedot asemointimoduulilta ja erikseen käyntiluvan. Askelmoottoriohjain tukee 4–12 V:n tai 12–24 V:n jännitepulsseja. Käyntilupa on kytkentöjen muutosten jälkeen koko ajan päällä, eikä sitä tarvitse ohjelmallisesti erikseen tehdä. Askelmoottoria ja samalla koko portaalirobotia on suojaamassa rajakytkimet. Nämä on kytketty suoraan askelmoottoriohjaimelle. Position Control Wizardia käyttämällä ohjelmoija luo antamiensa parametrien avulla alirutiineja, joita sitten voidaan käyttää ohjelmoinnissa.



KUVIO 10. Vasemmalla näkyvä tumma kortti on askelmoottoriohjain LP & P 2706



## **3.4 Asennus**

### **3.4.1 Laitekaapit**

Laitteet on asennettu kahteen Fibox Solid -kotelosarjan koteloihin, jonka mitat ovat 280 x 380 x 100. Koteloiden kannet ovat kirkkmaat. Kotelot on asennettu vierekkään kiinni opetuslaitteiston alapuolelle. Koteloiden väliseinät on avattu, mikä mahdollistaa laatikoiden sisällä tapahtuvan kaapeloinnin kotelosta toiseen. Ylös laitekoteloihin on tehty läpiviennit, jotka mahdollistavat kaapeleiden vedon muualle laitteistoon. Ensimmäisen laitekaapin sisällä olevaan metalliseen pohjalevyyn on asennettu kaksi DIN-kiskoa ja johtokourut ylös, alas, keskelle ja reunoille. Ylempään DIN-kiskoon on asennettu Siemens LOGO!Power, sulaketerminaalit ja releet. Alemmassa DIN-kiskossa ovat riviliitimet. Toisessa laitekaapissa on ylhäällä ja oikealla reunalla johtokourut ja keskellä DIN-kisko. Kiskoon on asennettu paineilmatermiinali ja analogiavahvistin. Koteloon on myös asennettu vasemmalle laidalle LP&P 2706 -askelmoottoriohjain. Toinen laitekaapeista oli ollut aikaisemmin käytössä Proffa 2000 -laitteistossa. Päädyimme hankimaan toisen samanmoisen lisätilan tarpeeseen lähinnä ulkonäön vuoksi. Valintaan vaikutti myös se, että laitekaappien sisällä oleviin laitteisiin ja kytkentöihin tulee päästä käsiksi helposti.

### **3.4.2 Laitteiston kaapelointi**

Vanhan opetuslaitteiston koko alkuperäinen kaapelointi on uusittu, lukuun ottamatta antureita joiden kaapelointiin ei ole tehty minkäänlaisia muutoksia. Peruskaapelointi on toteutettu 0.75 mm<sup>2</sup> :n hienolankaisella johtimella. Johdinväreinä on käytetty punaista, sinistä ja mustaa. Jännitteen syötössä on pääasiassa käytetty punaista positiiviselle jännitteelle ja sinistä negatiiviselle jännitteelle. Musta on yleisesti kytketty logiikan tuloihin ja lähtöihin, mutta poikkeuksiakin on, kuten painonappien tulo- ja lähtötiedot on kytketty sinisellä ja punaisella johtimella. Moottoreiden käyntitiedot releiltä on kytketty

sinisellä kuten myös askelmoottorin ohjaustiedot. Osa rajakytkimistä ja moottoreista jouduttiin kaapeloimaan uudelleen virransyötön ja releiden muuttuneen sijoituspaikan vuoksi. Niiden kaapeloinnit on toteutettu muovivaippaisella kaksijohtimisella asennuskaapelilla. Kaikki antureiden kaapeloinnit ja toimilaitteiden ohjaukset on vedetty riviliittimien kautta logiikoille. Kaapelointi- ja riviliittintiedot löytyvät positiointi-luettelosta liitteenä.

Pneumatiikkaterminalille tilattiin oma 25 johtimen asennuskaapeli SMC:ltä. Kosketuspaneelille tilattiin tehtaalta myös RS-232-kaapeli, jonka avulla paneeli kommunikoi logiikan kanssa. Askelmoottorihjaimelle on oma monijohtiminen kaapeli, joka on vedetty askelmoottorille.

### **3.4.3. Mitsubishi E1061 -kosketusnäytön asennus**

Mitsubishin E1061 -operointipaneeli asennettiin laitteiston etupuolella olevaan alumiinilevyyn mukana tulleilla kiinnikkeillä. Tämä oli luonnollisin paikka asentaa se. Kosketuspaneelia käyttäessä käyttäjä kykenee havaitsemaan samanaikaisesti Proffan liikkeitä ja toiminnot. Paneelin ulkomitat olivat hieman turhan suuret, mutta saimme kuitenkin sen istumaan laitteistoon kohtuullisesti.

Paneelin jännitteen syöttö toteutettiin vetämällä johdin sulakkeen kautta paneelille. Paneeli on kytketty logiikkaan RS-232 -kaapelilla, ja ohjelmointi tapahtuu tietokoneen sarjaliikenneportin kautta.

### 3.4.4 Mekaaninen toteutus

Proffan mekaanisiin ominaisuuksiin ei paljon tehty muutoksia, mutta jonkin verran kuitenkin. Päädyssä oleva taso, jossa logiikat ja riviliittimet sijaitsevat, vaihdettiin hieman isompaan levyyn. Näin ollen logiikka ja riviliittimet saatiin paremmin asennettua paikoilleen. Uusilla laitekotelolla korvattiin vanha puinen laitekaappi. Laitekotelot kiinnitettiin Proffa 2000 –laitteiston runkoon alapuolelle. Vanhat vaunupyörät vaihdettiin uusiin, jotta laitetta voitaisiin siirtää paikasta toiseen helpommin. Etupaneeli, johon kosketusnäyttö ja napit asennettiin, tehtiin 3 mm:n paksuisesta alumiinilevystä. Häätäseiskytin ja päävirtakatkaisija sijoitettiin alkuperäisille paikoille laitteiston oikeaan laitaan. Myös laitekoteloiden ja etupaneelin väliin jäänyt väli peitettiin samanlaisella alumiinilevyllä ulkonäkösyistä. Varastotyöntimenä toiminut paineilmasylinteri vaihdettiin. Sen vuoksi uudelle sylinterille jouduttiin tekemään kannattimet. Ne toteutettiin alumiinilevystä pokkaamalla. Kiinnitystä varten porattiin reiät kannattimiin, ja itse kiinnitys tapahtui pulteilla. Ratkaisu oli yksinkertainen mutta toimiva. Liitteessä 1 olevista layout-kuvista näkee rakennetta tarkemmin.

### 3.4.5 Pulssianturin asennus

Koska mahdollisissa harjoitustöissä halutaan kuljetin 2 pysäyttää kohtaan, jossa varastotyönnin puskee kappaleen varastoon tai pysäyttää kappale portaalirobotin alle, jouduttiin lisäämään pulssianturi, jolla saadaan toteutettua paikoitus kyseiseen kohtaan. Tämä olisi saatu ratkaistua rajakytkimilläkin, mutta pulssianturilla toteutettu ratkaisu on paljon parempi ja tulee vähemmän asentamistakin. Sivonen (2004) mukaan pyörivän liikkeen paikoituksessa käytetään joko absoluuttianturia tai inkrementtianturia. Yleensä absoluuttianturi on luotettavampi valinta. Inkrementtianturi on häiriöaltis toimintaperiaatteensa vuoksi, ja luotettavan asemointitiedon takia jouduttaisiin tekemään referenssimittauksia. Kun kyseessä on inkrementtianturi ja tieto haluttaisiin säilyttää esimerkiksi sähkökatkojen aikana, niin jouduttaisiin lisäämään erillinen laite sitä varten. Absoluuttianturilla on jatkuvasti tieto saatavilla sen rakenteen vuoksi. (Sivonen 2004, 126.)

Laitteistoon valittiin Baumer electricin BDK 24K500/400009 -inkrementti-anturi. Kyseinen anturi on ihan riittävä laitteistoon, koska sillä saavutetaan riittävä tarkkuus harjoitustöissä ja asemointitiedon tallennusta ei tarvita. Kuviossa 11 kuva anturista.



KUVIO 11. Baumer electric BDK 24K500/400009 -inkrementtipulssianturi

### **3.5 Ohjelmointi ja käyttöönotto**

#### **3.5.1 Proffa 2000 -harjoituslaitteiston esimerkkiohjelma**

Laitteiston esittelyä varten laadittu esimerkkiohjelma on hyvin yksinkertainen. Tarkoitus ei ollut esitellä kaikkia mahdollisia laitteen toimintoja ja ominaisuuksia. Ohjelman rakenne koostuu pääohjelmasta ja useasta aliohjelmasta. Aliohjelmien avulla ohjataan mm. portaalirobotin liikkeitä. Itse ohjelmaa pyrimme kommentoimaan mahdollisimman tarkasti, jotta ulkopuolinen logiikkaohjelmointia taitava henkilö tarvittaessa pystyisi muokkaamaan tai tutkimaan sitä helposti.

Perusohjelmointi ei tuottanut hankaluuksia, mutta askelmoottorin ohjelmointi Siemensin Position Control Wizardin avulla oli melkoisen hankalaa. Koululta löytyy aikaisemmassa opinnäytetyön yhteydessä tehdyt kohtuullisen kattavat ohjeet Wizardin käytöstä. Näiden ohjeiden pohjalta onnistuimme myös itse tekemään ohjelmaversiomme. Position Control Wizardia käyttämällä ohjelmoija luo antamiensa parametrien avulla alirutiineja, joita sitten voidaan käyttää ohjelmoinnissa. Tällainen alirutiini on esimerkiksi liikeprofiilin ajo. Tätä käytimme ohjelmassa, kun portaalirobotti piti siirtää sivu-

suunnassa hihnalta toiselle. Toinen käytössä oleva alirutiini on nolla-aseman määrittäminen. Ilman aseman määrittämistä askelmoottori ei toimi logiikan ohjaamana. Ohjelma kierrättää automaattiasennossa palikkaa Proffa 2000 -laitteiston ympäri toistuvasti. Se kulkee manipulaattorin ja portaalirobotin avulla kuljettimelta toiselle.

Käsiohjauksella voidaan ajaa portaalirobottia kuljettimien välillä. Sillä voidaan myös poimia sekä laskea kappaleita. Käsiohjauksesta löytyy lisäksi myös varastotyöntimen sekä manipulaattorin ohjaus.

Ohjelmaa kirjoittaessa Mitsubishin E-1061 -kosketuspaneeli ei ollut vielä saapunut. Paneelin saavuttua jouduimme tekemään melkoisia muutoksia ohjelmaan, jotta ohjaus toimisi myös kosketuspaneelin avulla. Paneelilla ohjataan muistibittejä päälle ja pois, joten periaatteessa lisäys ei ole hankala. Käytännössä jouduimme miettimään ohjaukset uudelleen välttääksemme mm. tuplaohjauksia. Ohjelma löytyy liitteestä 3.

### **3.5.2 Mitsubishi E1061 -kosketusnäytön ohjelmointi**

Mitsubishi E1061 -kosketusnäytön ohjelmointiin tarvitaan E-Designer-ohjelma. Itse ohjelmalla oli kohtuullisen helppoa luoda yksinkertainen käyttöliittymä. Näyttöä eli sovellusta voidaan rakentaa helposti pick and place -toiminnolla. Käytännössä tämä tarkoittaa, että ruudulle raahataan valikoista halutut objektit ja toiminnot, jotka konfiguroidaan toimimaan. Ohjauspaneeliin luodulla painikkeella voidaan ohjata esimerkiksi logiikan muistibittiä tai sillä voidaan siirtyä toiseen ikkunasta toiseen. Hyviä puolia ohjelmassa on mm. se, että siitä pystytään havainnoimaan, miltä lopputulos näyttää paneelissa. Ohjelma pystytään siirtämään paneeliin kolmella eri tavalla. Helpoimmin se onnistuu sarjakaapelin avulla. Toinen hyvä vaihtoehto on käyttää paneelissa olevaa USB-porttia. Laite tunnistaa normaalin USB-muistitikun. Myös Ethernetiä voidaan käyttää, mutta se on ehkä pelkästään ohjelman siirtämistä varten hieman työläs, koska joudutaan määrittämään tietokoneen ja paneelin IP-asetukset. (Beijer Oy 2008)

Itse paneelin käyttöliittymästä pyrittiin muodostamaan yksinkertainen ja looginen. Päävalikosta valitaan suoraan automaattinen toiminta tai vaihtoehtoisesti käsiohjaukset. Päävalikosta siirrytään alasivuille, joissa itse ohjaus tapahtuu. Visuaalisesti eri näytöt näyttävät samalta. Näppäimien paikat pyrittiin pitämään samana. Esimerkiksi päävalikonäppäimet ja edellinen jne. löytyvät samasta paikasta jokaisella alisivulla. Muutenkin graafinen ilme pyrittiin pitämään pelkistettynä ja ammattikäyttöön viittavana. Värimaailma on harmaa, koska se mielestämme sopii tyyliin paremmin kuin kirkkaat värit. Liitteestä kaksi löytyy ohjelmarakenne ja valikoiden toimintakuvaukset.

### **3.5.3 Dokumentointi**

Dokumentointi, joka suoritettiin projektimme osalta, oli tarkkaa kirjallista kuvaamista, joka tapahtui projektin ehdoilla. Muutosten huomioiminen ja dokumentoinnin pitäminen tarkasti ajan tasalla tekee asiasta koko ajan mukana olevan prosessin. Pyrimme tuottamaan hyvin tarkkaa ja selkeästi ymmärrettävää materiaalia, koska laitteisto tuli opetuskäyttöön ja muutenkin edellä mainittu toiminta on aina suotavaa. Laitteistosta ei aikaisemmin ollut minkäänlaista dokumentaatiota, joten kaikki jouduttiin luomaan alusta alkaen uudestaan. Dokumentoinnin merkitys tässä projektissa on todella huomattava, koska laitteiston monimutkainen rakenne on vaikea ymmärtää ongelma- ja vikatilanteissa ilman hyvää dokumentaatiota.

Projektista on luotu hyvin kattava kuva laitteistosta ja varustelusta useine layoutkuviineen ja valokuvineen. Samoin myös sähkökytkennät on piirretty autoCAD -ohjelmalla, kuten moottoreiden suunnanvaihtokytkentä, joka on toteutettu releillä, päävirtapiirikuva, jossa näkyy virran syöttö logiikoille, moottoreille, analogiavahvistimelle, kosketuspaneelille ja askelmoottoriohjain kortille. Pneumatiikkajärjestelmästä on kuva, jossa näkyy toimilaitteet ja venttiilit, joilla niitä ohjataan. Anturit ja ohjaukset on vedetty rivi-liittimien kautta logiikoille. Nämä on numeroitu ja niistä on tehty johdotuskaavio Excel-

taulukko -ohjelmalla, josta näkee loogisesti kaikki liitännät. Excel-taulukot ovat liitteessä nro 4.

Ohjelmien osalta dokumentointi on tehty jo siinä vaiheessa, kun logiikkaohjelmat on hyvin kommentoitu. Osana dokumentointia ovat myös malliharjoitukset tuleville opiskelijoille. Uusien laitteiden ja osien datalehdet ovat myös esillä opinnäytetyössämme.

#### 4 LAITTEISTON HYÖDYNTÄMINEN OPETUSKÄYTÖSSÄ

Kuten harjoituslaitteiston käyttötarkoituksesta kävi ilmi, Proffa 2000 -laitteisto on mainio alusta toteuttaa laboratorio harjoituksia. Proffa 2000 -laitteistoa voisi hyödyntää logiikkaohjelmoinnissa jo yksinkertaisissa laboratorioharjoituksissa. Sillä olisi hyvä havainnoida kuljetinjärjestelmiä. Painikkeiden ja ohjauspaneelin avulla on helppo toteuttaa esimerkiksi yksinkertainen varastointiharjoitus. Palikoiden korkeutta voidaan seuloa analogisella etäisyyden mittausanturilla. Paikoitusta voisi harjoitella Step 7-MircroWin -ohjelman tools-valikosta löytyvä Instruction Wizardin avulla. Wizardilla voidaan luoda nopeita anturituloja hyödyntäen erittäin tarkka paikoitus. Järjestelmässä on kaksi pulssianturia, toinen sijaitsee hihnalla kaksi ja toinen varaston ruuvia tarkkailemassa.

Portaalirobotia voi harjoitella ohjaaman asemointimoduuli EM 253:n apuohjelmien Position Control Wizardin sekä EM 253 Control Panelin avulla. Suurempien harjoitusten ohjelmointi on mahdollista myös. Kaikki toimilaitteet ovat kunnossa, jolloin ohjelmointitaidot sekä kekseliäisyys rajaavat Proffa 2000 -laitteiston käyttömahdollisuuksia. Kuljettimia, ja manipulaattoria sekä portaalirobotia voidaan ajaa luonnollisesti molempiin suuntiin.



## 5. YHTEENVETO

Projektilla ei ollut kovinkaan tarkkaa aikataulutusta. Muutostyöt aloitettiin tammikuussa ja huhtikuun lopulla työ oli esittelykunnossa. Työn valmistumista hieman pidensi toimilaitteiden odottelu. Kaikkia laitteita ei saatu luvattuun ajankohtaan mennessä. Tämän vuoksi viikoittaiset työtunnit vaihtelivat suuresti. Rakentamisen lomassa pyrimme tekemään dokumentointia esimerkiksi CAD-kuvia piirtämällä. Itse työn kirjoitusprosessia olisi voinut myös kuljettaa rakentamisen lomassa. Tällöin kaikki toimenpiteet olisi voitu kirjata hieman päiväkirjamaisesti ylös, mikä olisi helpottanut lopullista kirjoitusprosessia.

Purkuvaiheen jälkeen huomasimme konkreettisesti dokumentoinnin tärkeyden. Portaalirobotin askelmoottoria ohjaavasta kortista ei löytynyt aluksi tietoa, mikä aiheutti päänsärkyä kytkevien osalta. Myös itse askelmoottorin ohjauksessa käytettävä Wizard-lisäosan käyttö aiheutti ongelmia. Position Control Wizardista löytyi jonkinlaiset ohjeet koululta, mutta käyttö oli silti alkuun vaikeata. Käytännössä opettelu vei aikaa tosi paljon, koska emme olleet aikaisemmin perehtyneet Step 7-MicroWin -lisäohjelmointi työkaluihin.

Tavoitteenamme oli saneerata mekatroniikkaopetuslaitteisto paremmin opetuskäyttöä vastaavaksi ja tehdä kattavat dokumentaatiot. Itse saneerauksessa tehdyt muutokset onnistuivat hyvin. Kaikki hankitut toimilaitteet ja kosketusnäyttö saatiin toimimaan odotetulla tavalla. Mitä tulee laitteen ulkonäköön, työn jälki on mielestämme asiallista. Kaapelointia olisi voinut miettiä paremmin. Esimerkiksi Proffa 2000 -laitteiston alla kulkevat anturikaapelit olisi voinut sijoittaa kouruihin. Tämä olisi kuitenkin edellyttänyt kaapeleiden uusimista, mutta koska nämä eivät kuitenkaan ole näkyvissä, emme ryhtyneet tähän.

Esimerkkiohjelmasta tuli lopulta toimiva. Se ei poikkea juurikaan normaalista laboratorioharjoituksen vaatimustasosta. Se on ainoastaan hieman laajempi. Ohjelmointia joutui silti kertaamaan, ja siitä myös opittiin roimasti lisää. Lopputuloksena on hyvin toimiva laitteisto, joka vastaa paremmin opiskelun tarpeita. Jos kustannukset jätettäisiin huomioida, olisi ehkä ollut järkevämpää uusia laitteita voimakkaammin. Esimerkiksi logiikat olisi voitu päivittää uudempiin sekä myös askelmoottorin ohjausta olisi voinut miettiä toteutettavaksi eri tavalla. Tietenkään muutokset eivät olisi käyttötarkoitusta ja hyödyn-tämismahdollisuuksia juurikaan muuttaneet. Mielestämme onnistuimme toteuttamaan projektin hyvin, ja lopputuloksena on toimivampi harjoituslaitteisto kuin ennen saneerausta. Tältä osin tavoitteisiin päästiin hyvin. Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja opettavainen meille molemmille.

**LÄHTEET:**

Baijer Oy. 2010 Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.automation.beijer.fi/web/web\\_aut\\_fi.nsf/alldocuments/C125701A003AA919C1256F660045FF4D](http://www.automation.beijer.fi/web/web_aut_fi.nsf/alldocuments/C125701A003AA919C1256F660045FF4D). Luettu: 22.4.2010.

Fonselius, J, Pekkola, K, Selosmaa, S, Ström, M & Välimaa, T. 1996. Automaatiolaitteet – Koneautomaatio. Helsinki: Oy Edita Ab.

Heikkilä, Jouko, Reunanen, Markku, Hänninen, Seppo & Pietikäinen Markku. 1990. Mekatronisen tuotteen turvallisuuden ja luotettavuuden suunnittelu. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Hulkkonen, V. 2008. Fluid klinikka No 18, Pneumatiikka, venttiilit. Saatavissa:

<http://www.fluidfinland.fi/content/download/239/1432/file/venttiilit.pdf>. Luettu: 13.5.2010.

Keinänen, T, Kärkkäinen, P, Metso, T & Putkonen, K. 2001. Logiikat ja ohjausjärjestelmät – Koneautomaatio 2. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy.

Keinänen, T. & Kärkkäinen, P. 2009. Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka WSOY.

Kotamäki, M & Nyberg, T. 1992. Koneautomaatio 2000. Helsinki: VAPK-kustannus.

Nurmi, T. & Rekiaro, I. & Rekiaro, P. & Sojonen, T. 2004. Uusi suomen kielen sanakirja. 6.painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Salanne, J & Valtanen, T. 1993. Mekatroniikkaopetuslaitteiston modernisointi. Opinnäytetyö. Kokkolan teknillinen oppilaitos.

Salo, T. 2003. Langattoman tiedonsiirron soveltaminen mekatroniikkaopetuslaitteistossa. Opinnäytetyö. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu.

Siemens Oy. 2006 a. Modernisointi esite. Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.siemens.fi/is.nsf/E1D03BB5CE3A24B6C22572B100260D1C/\\$file/Modernisointi%20esite.pdf](http://www.siemens.fi/is.nsf/E1D03BB5CE3A24B6C22572B100260D1C/$file/Modernisointi%20esite.pdf). Luettu: 12.4.2010.

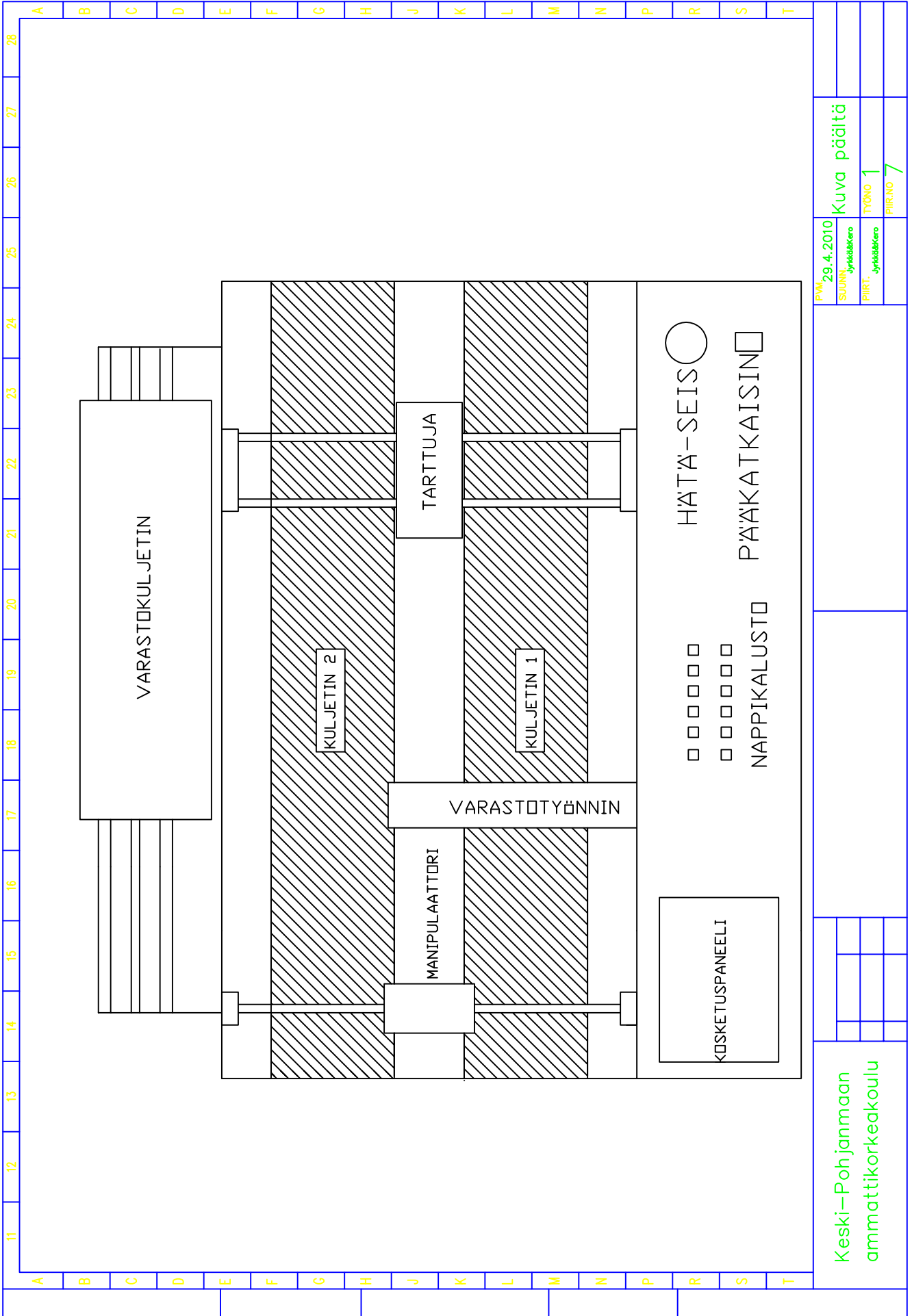
Siemens Oy. 2006 b Siemens Industry Laiteopas. Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.siemens.fi/CMSADfiles.nsf/all/AA8575DF80A8A5C7C225714E003F5297/\\$file/S7\\_200\\_laiteopas\\_0406.pdf](http://www.siemens.fi/CMSADfiles.nsf/all/AA8575DF80A8A5C7C225714E003F5297/$file/S7_200_laiteopas_0406.pdf) . Luettu: 23.3.2010.

Siemens Simatic S7-200 programmable Controller System Manual. 2007.

Sivonen, M. 2004. Teollisuuden instrumentointi – Rakenne ja suunnittelu. Helsinki: AEL Palvelut Oy.

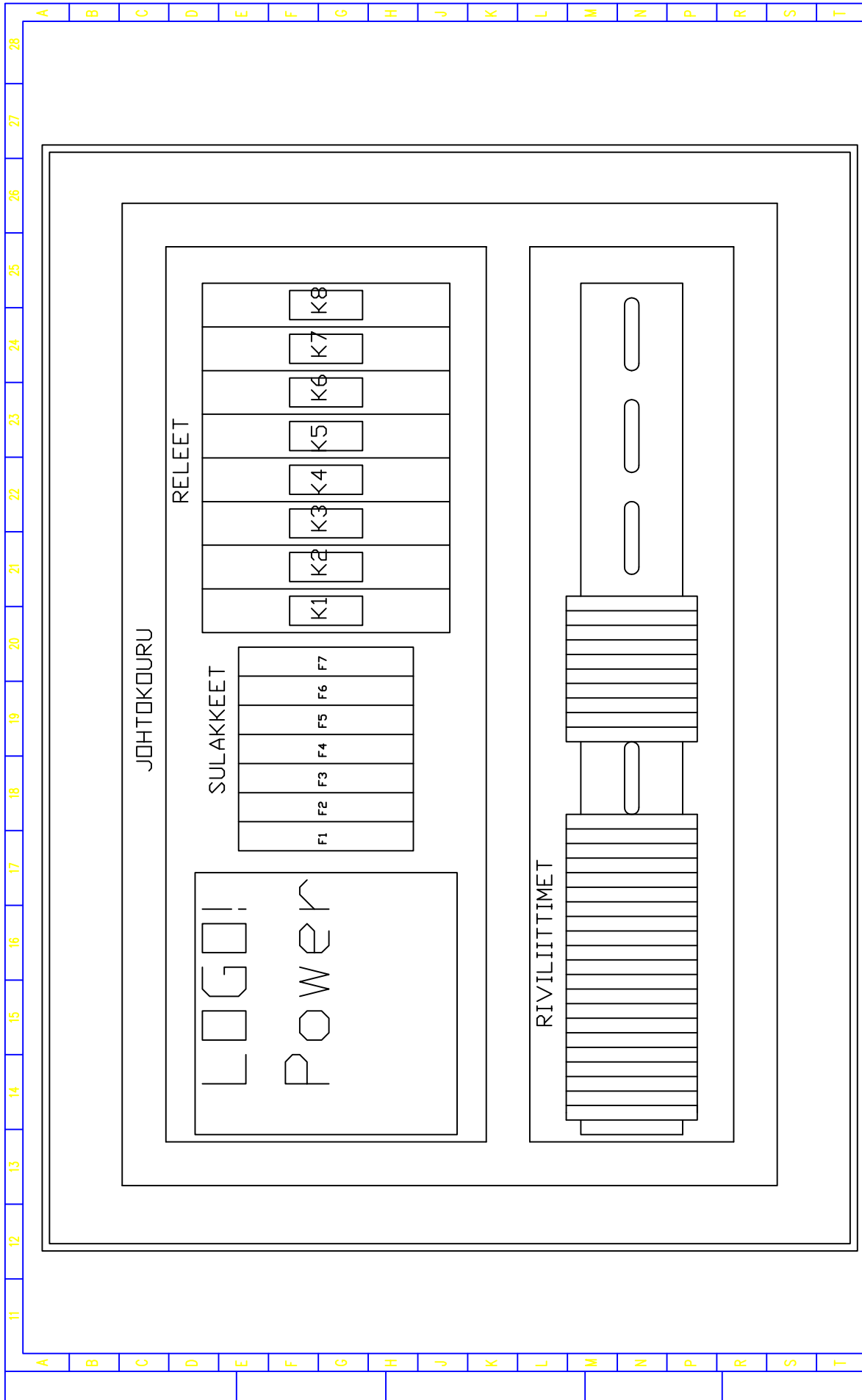




Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu

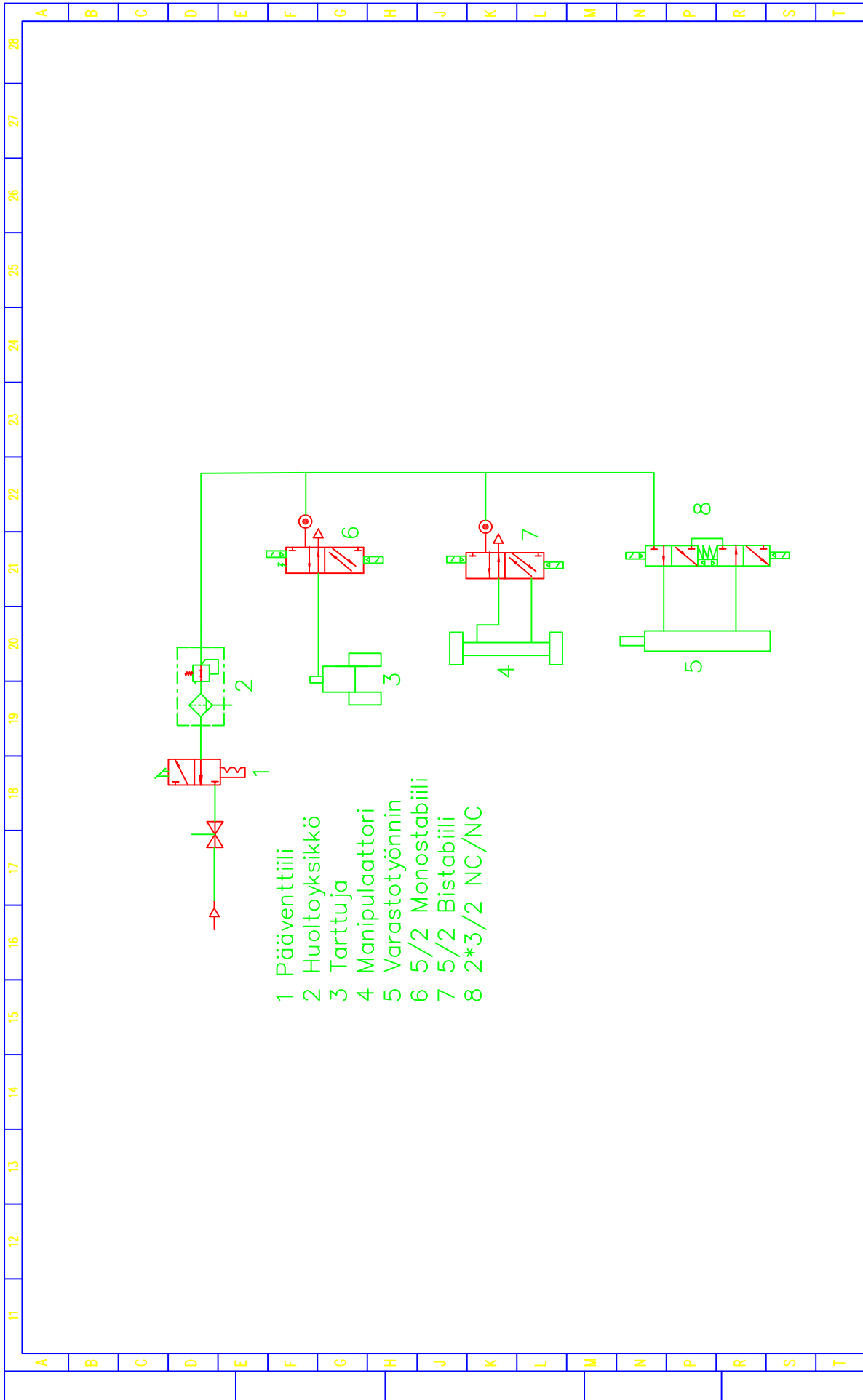
PVM: 29.4.2010  
 SUUNN. Jyväskylä  
 PIIRT. Jyväskylä  
 TYÖNO. 1  
 PIIR.NO 7

Kuva päältä



Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu	PVM 29.4.2010 SUUNN. Jyväskylän ammattikorkeakoulu PIIRIT. Jyväskylän ammattikorkeakoulu	Laatikko 1
		TYÖNO 1
		PIIRINO 2

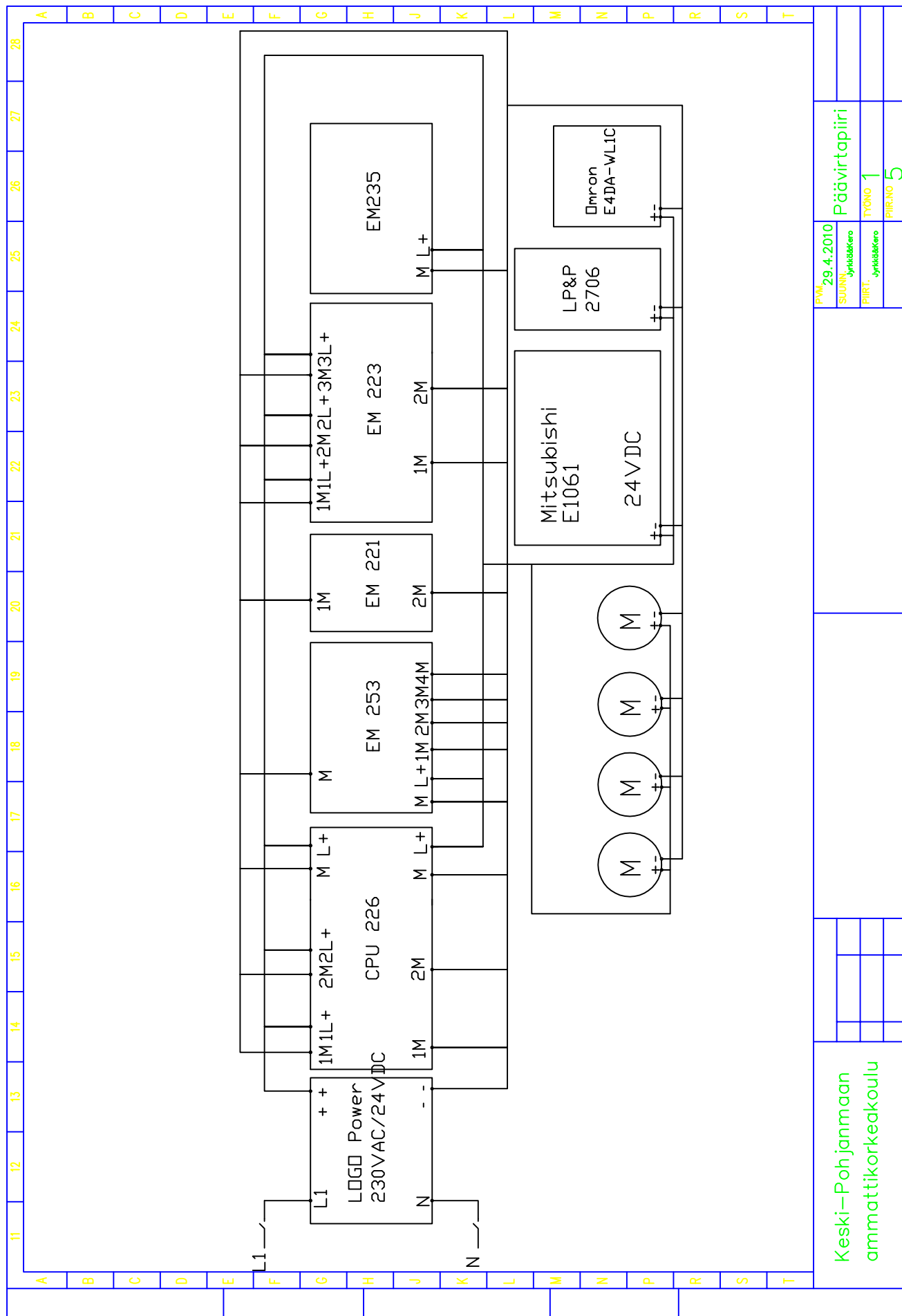
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28					
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S	T						
		<p><b>JOHTOKOURU</b></p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">           ASKELMOOTTORI- OHJAIN LP&amp;P 2706         </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">           RYHMÄASENNUSLAATTA VV5QC11-04C6SDD-S         </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">           OMRON E4DA-WL1C         </div> </div>																						
		<p style="text-align: center;">Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu</p>																	<p style="text-align: center;">PVM: 29.4.2010 SUUNN: Jyväskylän PIIRT: Jyväskylän</p>		<p style="text-align: center;">Laatikko2 TYÖNO 1 PIIR.NO 3</p>			



- 1 Pääventtiili
- 2 Huoltoyksikkö
- 3 Tarttuja
- 4 Manipulaattori
- 5 Varastotyönnin
- 6 5/2 Monostabiili
- 7 5/2 Bistabiili
- 8 2\*3/2 NC/NC

Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu		Pneumatiikka	
		SUUNN. Jyrkkäskero	TYÖNO 1
		PIIRT. Jyrkkäskero	PIIR.NO 4
		PVM 29.4.2010	





Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu

PVM: 29.4.2010

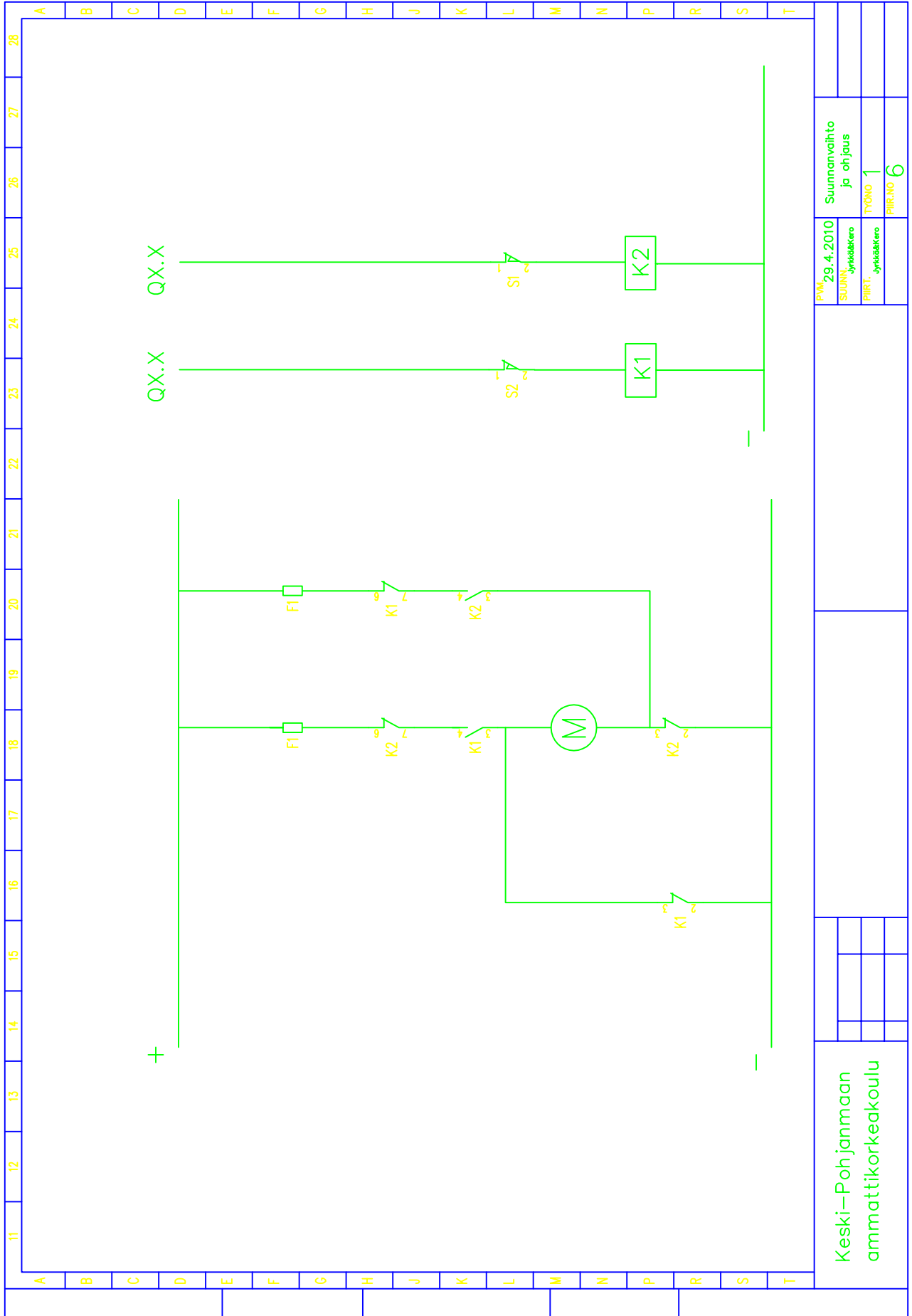
SUUNNITTELIJA: Jyrki Kätkö

PIIRIT: Jyrki Kätkö

Päävirtapiiri

TYÖNO: 1

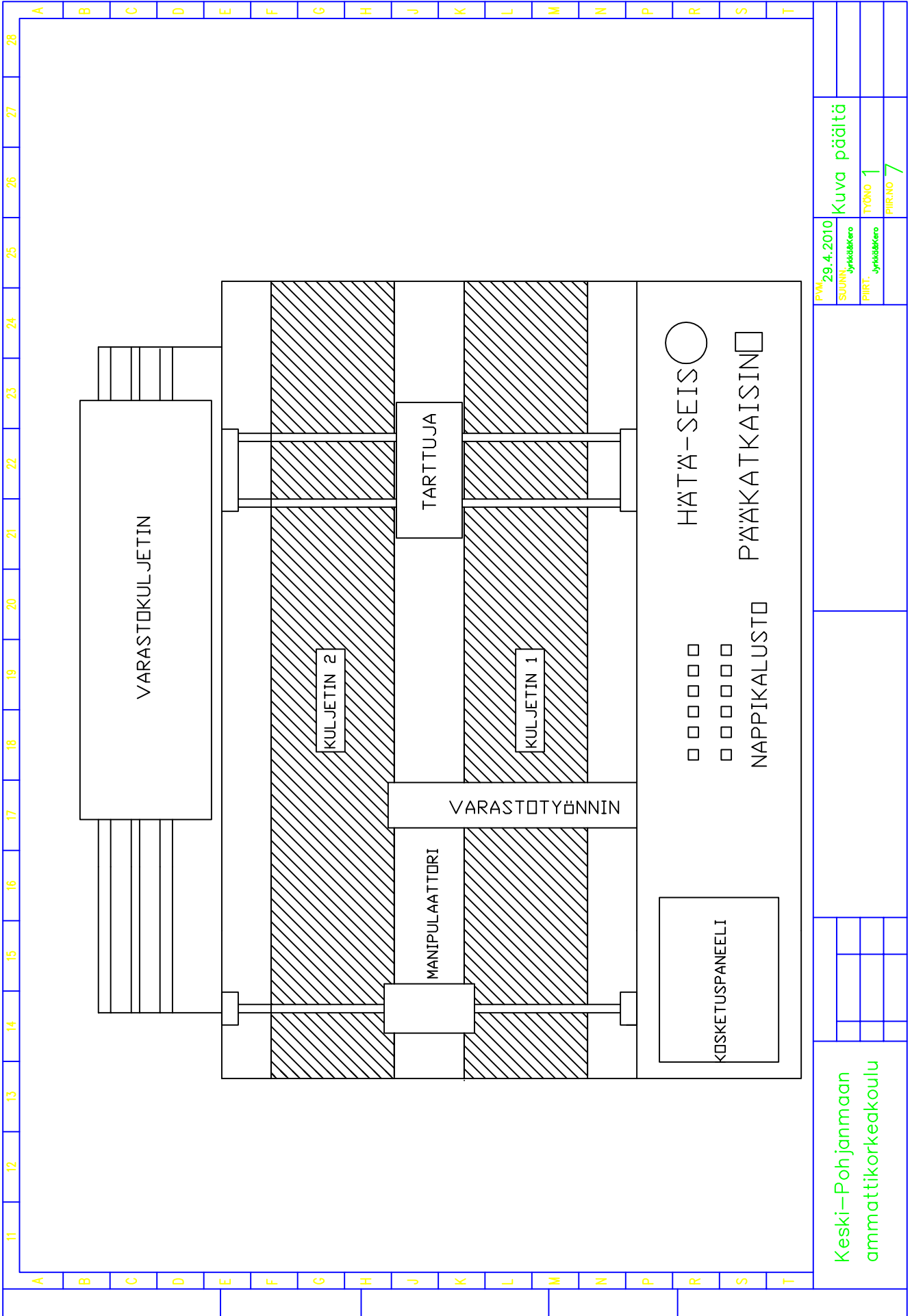
PIIR.NO: 5



PVM	29.4.2010	Suunnanvaihto ja ohjaus
SUUNNITTELEJA	Jyrki Kätkö	
PIIRIT	Jyrki Kätkö	TYÖNO 1
		PIIRILNO 6




Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu

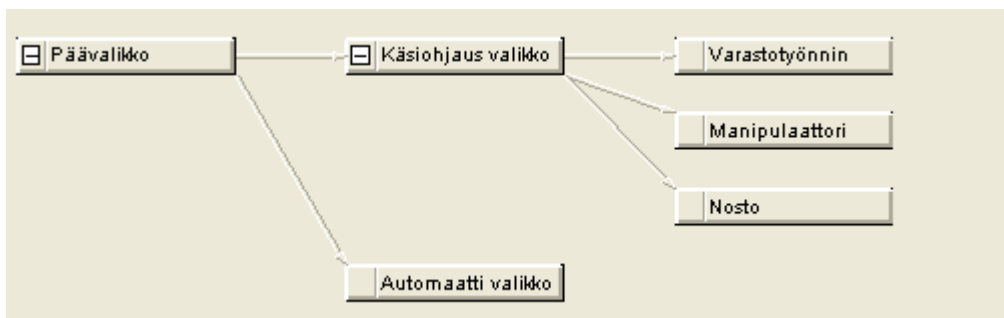


PVM: 29.4.2010	Kuva päältä
SUUNN. Jyväskyläere	TYÖNO 1
PIIRT. Jyväskyläere	PIIR.NO 7


Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu

## Mitsubishi E1061- valikoiden toiminnot

### Valikoiden rakennekuva



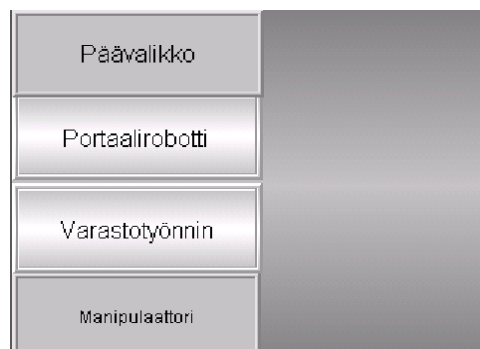
### Päävalikko

Päävalikossa näkyy valinnat automaatti valikolle ja manuaalivalikolle eli käsiohjausvalikolle. Kun halutaan käyttää käsiohjausta, niin tulee kuvan oikeassa laidassa oleva pyöreä painike olla painettuna ala asentoon.



### Käsiohjausvalikko

Valikossa on valittavana käsiajo mahdollisuudet portaalirobotille, varastotyöntimelle ja manipulaattorille. Valinta tapahtuu painamalla kyseistä painiketta. Päävalikkoon pääsee takaisin painamalla Päävalikko-painiketta.

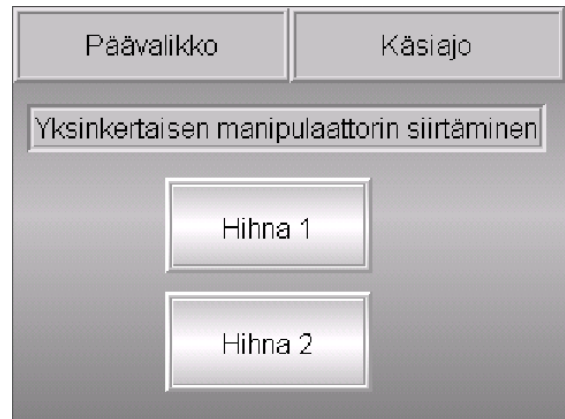


**Varastotyönnin**

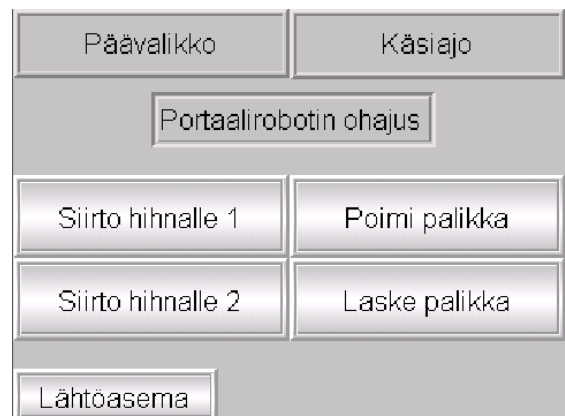
Ohjaus on hyvin yksinkertainen, eli painamalla sisään tai ulos saadaan varastotyönnin liikkumaan haluttuun suuntaan. Myös paluu päävalikkoon ja käsiajo valikkoon on mahdollista.

**Manipulaattori**

Valittavana on yksinkertainen manipulaattorin siirtäminen hihnalla yksi hihnalle kaksi tai päinvastoin. Päävalikkoon ja käsiajoon pääsee myös.

**Portaalirobotti**

Kun aloitetaan portaalirobotin ohjaus tulee portaalirobotin ollessa hihnalla kaksi painaa Lähtöasema-painiketta, joka asettaa nolla-aseman. Sen jälkeen voi valita painikkeista, mitä haluaa portaalirobotin tekevän. Ylhäällä on valinnat päävalikkoon ja käsiajoon paluulle.



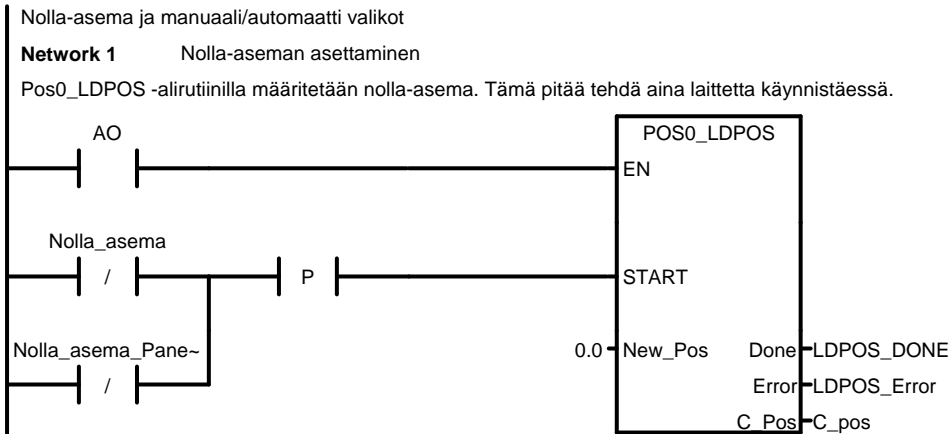
**Automaatti valikko**

Tässä valikossa on mahdollisuus ajaa askelmoottori-demoa, joka ajaa asetettua ramppia edestakaisin. Demo-ohjelma-painiketta painamalla ja laittamalla vipukytkin start-asentoon saadaan käynnistettyä demo-ohjelma. Ohjelma pyörittää palikkaa koko radan ympäri. Paluu päävalikkoon löytyy ylhäältä.

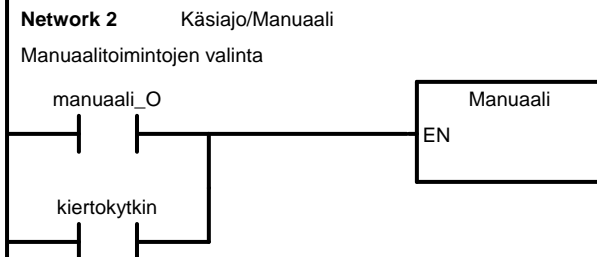


Block: OB\_1  
 Author:  
 Created: 05/18/2010 04:23:38 pm  
 Last Modified: 06/08/2010 05:34:43 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		



Symbol	Address	Comment
AO	SM0.0	Always_On
C_pos	VD1201	nykyinen asema
LDPOS_DONE	M0.3	LDPOS_DONE
LDPOS_Error	VB1200	LDPOS_error
Nolla_asema	I4.1	nolla-aseman asetuspainike
Nolla_asema_Paneeli	M7.7	Nolla-asema paneeli

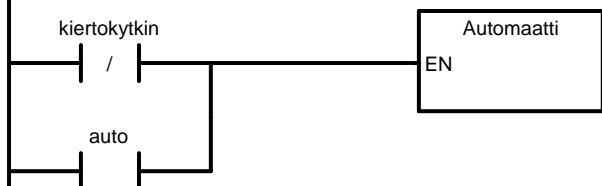


Symbol	Address	Comment
kiertokytkin	I4.5	kiertokytkin
manuaali_O	M5.3	manuaalipainike kosketuspaneelissa

Demo-ohjelma	19.5.2010	KPAMK
	Olli Jyrkkä ja Jukka Kero	

**Network 3** Automaatti

Automaatti, eli ajaa edestakaisin liikeprofiili 1-2



Symbol

auto  
kiertokytkin

Address

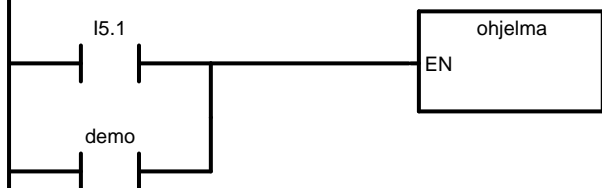
M8.4  
I4.5

Comment

käsi/autopainike kesketuspaneelissa  
kiertokytkin

**Network 4**

Demo-ohjelma



Symbol

demo

Address

M5.5

Comment

demo

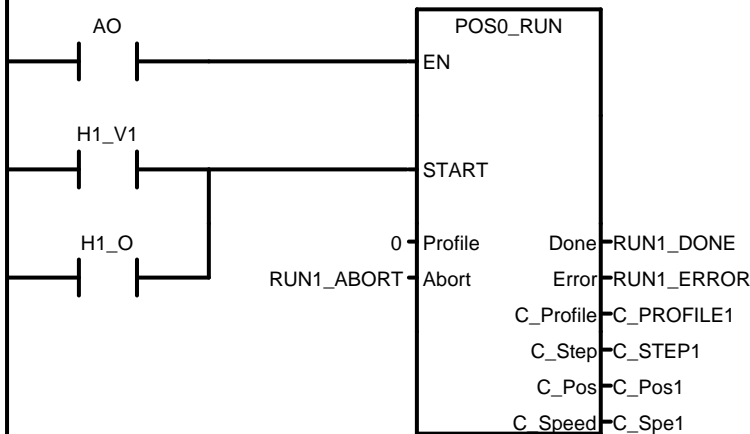
Demo-ohjelma	19.5.2010	KPAMK
	Olli Jyrkkä ja Jukka Kero	



Block: Manuaali  
 Author:  
 Created: 05/18/2010 04:23:38 pm  
 Last Modified: 05/19/2010 08:31:42 am

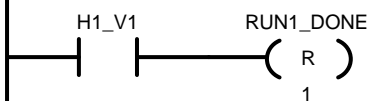
Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

**Network 1** Siirtyminen hihnalle 1  
 Portaalirobotin siirtäminen hihnalle 1 painikkeella vihr1 tai käyttäen muistibittiä 5.6



Symbol	Address	Comment
AO	SM0.0	Always_On
C_Pos1	VD1003	liikeprofili 1 asema
C_PROFILE1	VB1001	liikeprofili 1
C_Spe1	VD1005	liikeprofili 1 nopeus
C_STEP1	VB1002	liikeprofili 1 käytössä oleva askel
H1_O	M5.6	hihnalle 1 ajon käynnistäminen ohjauspaneelin painikkeesta
H1_V1	I4.0	hihnalle 1 ajon käynnistäminen vihr1
RUN1_ABORT	I4.6	liikeprofili 1 keskeytys
RUN1_DONE	M0.1	hihnalle 1 ajo valmis
RUN1_ERROR	VB1000	liikeprofili 1

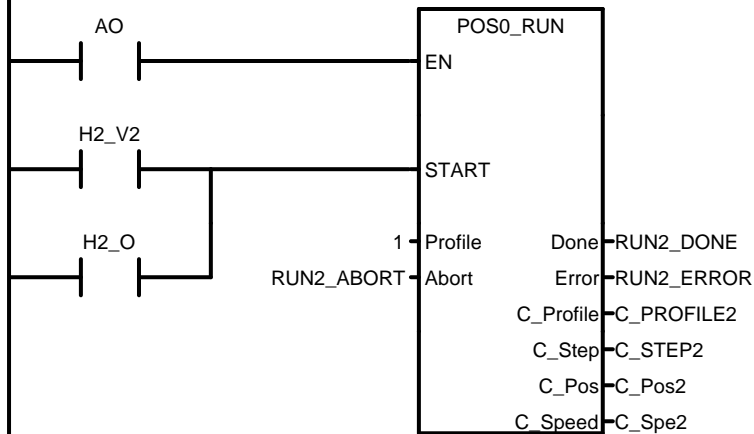
**Network 2** Resetoidaan valmis tieto  
 Painikkeella Vihr1 resetoidaan liikeprofili1 valmis-bitti.



Symbol	Address	Comment
H1_V1	I4.0	hihnalle 1 ajon käynnistäminen vihr1
RUN1_DONE	M0.1	hihnalle 1 ajo valmis

**Network 3** Siirtyminen hinnalle 2

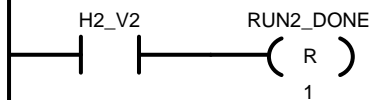
Porttaalirobotin siirtäminen hinnalle 2 painikkeella vihr2 tai käyttäen muistibittiä 5.7



Symbol	Address	Comment
AO	SM0.0	Always_On
C_Pos2	VD1103	liikeprofiili 2 asema
C_PROFILE2	VB1101	liikeprofiili 2
C_Spe2	VD1105	liikeprofiili 2 nopeus
C_STEP2	VB1102	liikeprofiili 2 käytössä oleva askel
H2_O	M5.7	hinnalle 2 ajon käynnistäminen ohjauspaneelin painikkeesta
H2_V2	I4.2	hinnalle 2 ajon käynnistäminen vihr2
RUN2_ABORT	I5.0	liikeprofiili 2 keskeytys
RUN2_DONE	M0.2	hinnalle 2 ajo valmis
RUN2_ERROR	VB1100	liikeprofiili 2 virhe

**Network 4** resetoidaan valmis tieto

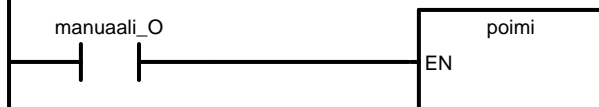
Painikkeella Vihr2 resetoidaan liikeprofiili2 valmis-bitti.



Symbol	Address	Comment
H2_V2	I4.2	hinnalle 2 ajon käynnistäminen vihr2
RUN2_DONE	M0.2	hinnalle 2 ajo valmis

**Network 5**

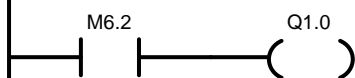
Kosketuspaneelista ohjaus aliohjelmiaan



Symbol	Address	Comment
manuaali_O	M5.3	manuaalipainike kosketuspaneelissa

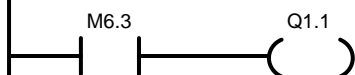
**Network 6**

sylinteri ulos

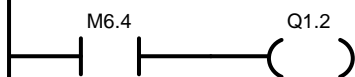


**Network 7**

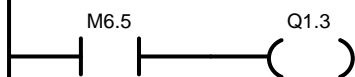
sylinteri sisään

**Network 8**

manipulaattori hihnalle 2

**Network 9**

manipulaattori hihnalle 1



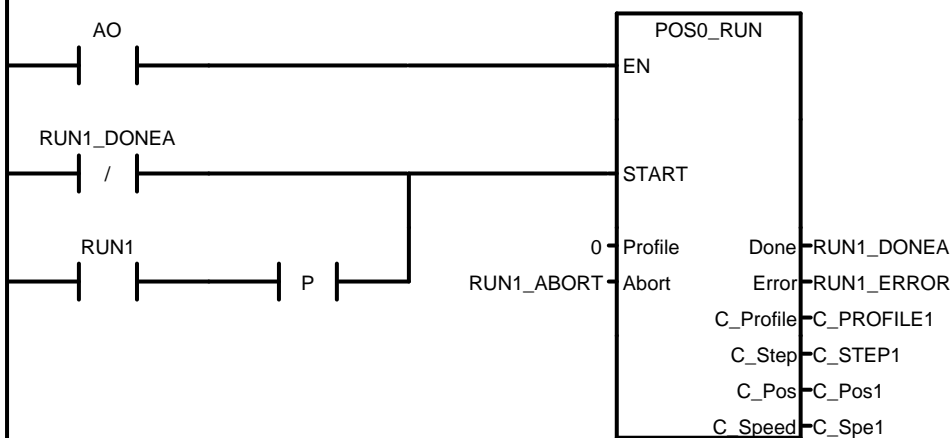
Block: Automaatti  
 Author:  
 Created: 05/19/2010 07:11:40 am  
 Last Modified: 05/19/2010 08:32:01 am

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

Automaattinen ajo hihnalle toiselle.

**Network 1** Liike hihnalle 1

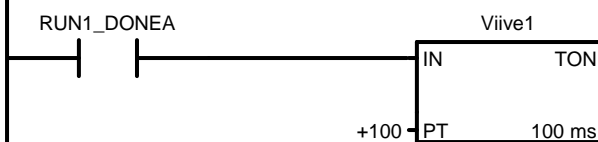
POS0\_RUN -alirutiiniilla portaalirobotti siirtyy hihnalle1 liikeprofili1:n avulla. Toiminto heti aliohjelmaan siirtyessä tai hihnalle 2 paluun yhteydessä.



Symbol	Address	Comment
AO	SM0.0	Always_On
C_Pos1	VD1003	liikeprofili 1 asema
C_PROFILE1	VB1001	liikeprofili 1
C_Spe1	VD1005	liikeprofili 1 nopeus
C_STEP1	VB1002	liikeprofili 1 käytössä oleva askel
RUN1	M1.3	hihnalle 1 paluu, automaattitoiminta
RUN1_ABORT	I4.6	liikeprofili 1 keskeytys
RUN1_DONEA	M1.0	hihnalle 1 ajo valmis, automaattitoiminta
RUN1_ERROR	VB1000	liikeprofili 1

**Network 2** Kymmenen sekunnin paluuviive

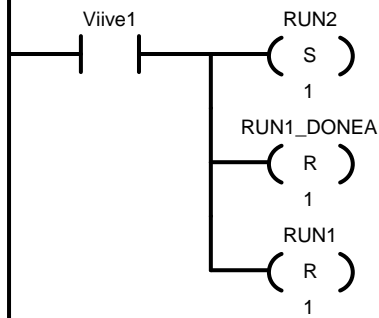
Portaali odottaa kymmenen sekuntia ennen paluuta hihnalle 2



Symbol	Address	Comment
RUN1_DONEA	M1.0	hihnalle 1 ajo valmis, automaattitoiminta
Viive1	T37	Kymmenen sekunnin viive

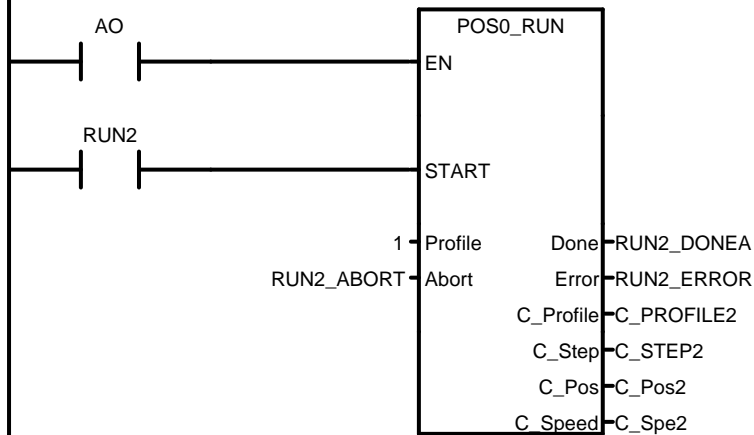
Demo-ohjelma	19.5.2010 Olli Jyrkkä ja Jukka Kero	KPAMK
--------------	--	-------

**Network 3** Paluu hinnalle 2.  
Hihnalle 2 paluuta varten setataan ja resetoadaan merkkierit.



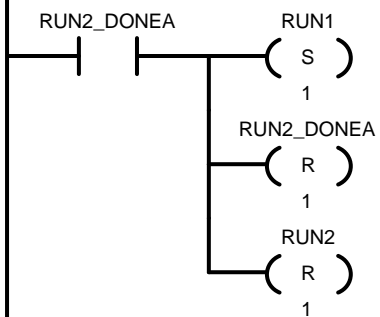
Symbol	Address	Comment
RUN1	M1.3	hihnalle 1 paluu, automaattitoiminta
RUN1_DONEA	M1.0	hihnalle 1 ajo valmis, automaattitoiminta
RUN2	M1.1	hihnalle 2 paluu, automaattitoiminta
Viive1	T37	Kymmenen sekunnin viive

**Network 4** Liike hinnalle 2  
Liikeprofiili 2 käynnistyy 10 timerilla.



Symbol	Address	Comment
AO	SM0.0	Always_On
C_Pos2	VD1103	liikeprofiili 2 asema
C_PROFILE2	VB1101	liikeprofiili 2
C_Spe2	VD1105	liikeprofiili 2 nopeus
C_STEP2	VB1102	liikeprofiili 2 käytössä oleva askel
RUN2	M1.1	hihnalle 2 paluu, automaattitoiminta
RUN2_ABORT	I5.0	liikeprofiili 2 keskeytys
RUN2_DONEA	M1.2	hihnalle 2 ajo valmis, automaattitoiminta
RUN2_ERROR	VB1100	liikeprofiili 2 virhe

**Network 5** Paluu hinnalle 1



Symbol

RUN1

RUN2

RUN2\_DONEA

Address

M1.3

M1.1

M1.2

Comment

hihnalle 1 paluu, automaattitoiminta

hihnalle 2 paluu, automaattitoiminta

hihnalle 2 ajo valmis, automaattitoiminta

Demo-ohjelma	19.5.2010 Olli Jyrkkä ja Jukka Kero	KPAMK
--------------	--	-------

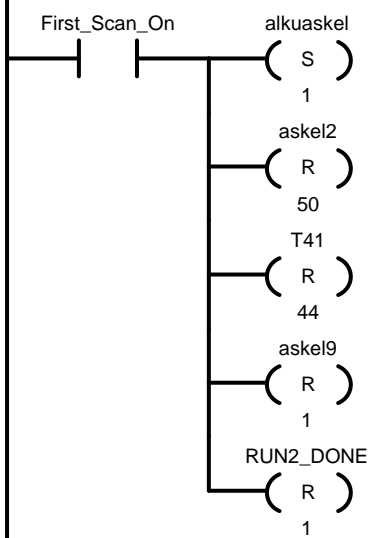
Block: ohjelma  
 Author:  
 Created: 05/19/2010 07:13:44 am  
 Last Modified: 05/19/2010 08:32:16 am

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

Demo-ohjelma

**Network 1** Network Title

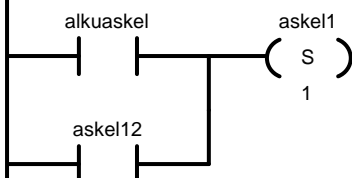
settaa alkuaskeleen ja resetoit muistibittejä.



Symbol	Address	Comment
alkuaskel	M2.0	
askel2	M2.2	kuljetin 1 vasemmalle
askel9	M3.1	ajastin nostaa kouraa
First_Scan_On	SM0.1	
RUN2_DONE	M0.2	hihnalle 2 ajo valmis

**Network 2**

asettaa askeleen 1.

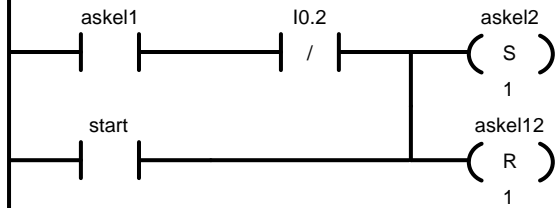


Symbol	Address	Comment
alkuaskel	M2.0	
askel1	M2.1	
askel12	M3.4	siirtyminen hihnalle2

Demo-ohjelma	19.5.2010	KPAMK
	Olli Jyrkkä ja Jukka Kero	

**Network 3**

sd 12 tunnistaa kappaleen ja käynnistää hihnan 1



Symbol

askel1

askel12

askel2

start

Address

M2.1

M3.4

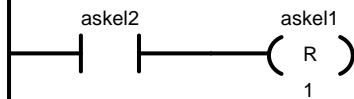
M2.2

M7.6

Comment

siirtyminen hihnalle2  
kuljetin 1 vasemmalle  
paneelin hihna käyntiin**Network 4**

kuljetin 1 pyörii vasemmalle



Symbol

askel1

askel2

Address

M2.1

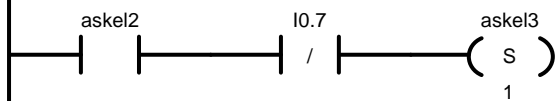
M2.2

Comment

kuljetin 1 vasemmalle

**Network 5**

anturi sd7 tunnistaa. asettaa askeleen 3



Symbol

askel2

askel3

Address

M2.2

M2.3

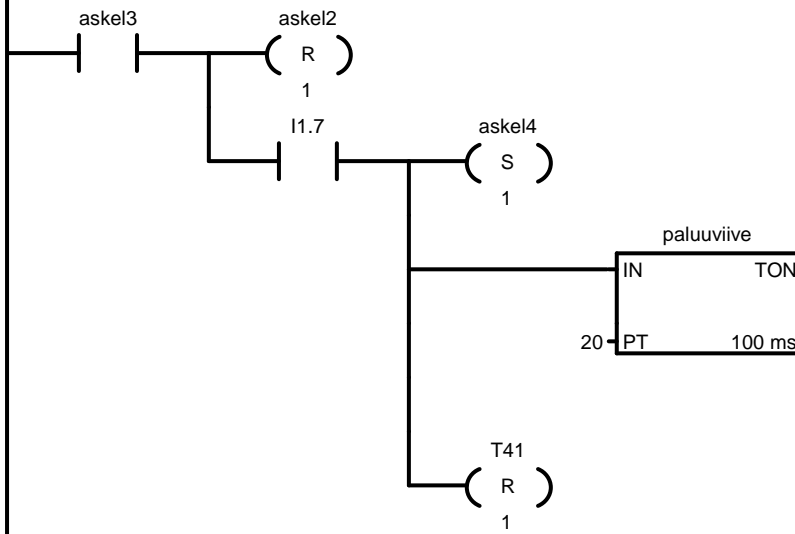
Comment

kuljetin 1 vasemmalle



**Network 6**

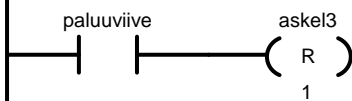
Kolmas askel sirtää manipulaattorin hinnalta 1 hinnalle 2. Pysäyttää hinnan 1 ja käynnistää hinnan 2. T40 manipulaattorin paluuviive



Symbol	Address	Comment
askel2	M2.2	kuljetin 1 vasemmalle
askel3	M2.3	
askel4	M2.4	kuljetin 2 oikealla
paluuviive	T40	

**Network 7**

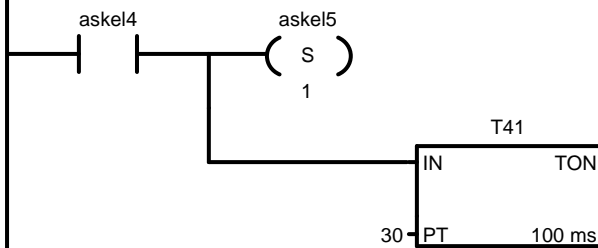
Paluuviivelaskuri resetoit askeseen 3



Symbol	Address	Comment
askel3	M2.3	
paluuviive	T40	

**Network 8**

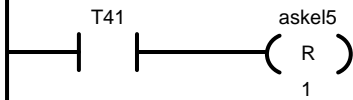
higna 2 pyörii. Asettaa askeseen 5. Manipulaattori hinnalta 2 hinnalle 1. T41 resetoit askeseen 5



Symbol	Address	Comment
askel4	M2.4	kuljetin 2 oikealla
askel5	M2.5	

**Network 9**

T41 resetoi askeleen 5



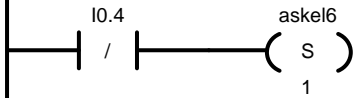
Symbol  
askel5

Address  
M2.5

Comment

**Network 10**

anturi sd10 asettaa askeleen 6.



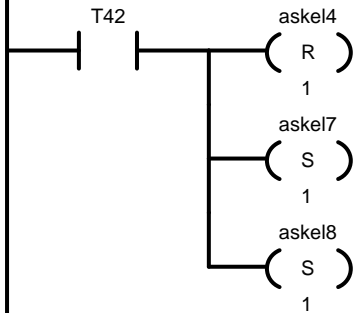
Symbol  
askel6

Address  
M2.6

Comment

**Network 11**

Ajastin T42 pysäyttää kuljettimen 2 ja palikan pitäisi olla tarttujan alla. Tarttuja avataan ja lasketaan alas.



Symbol  
askel4  
askel7  
askel8

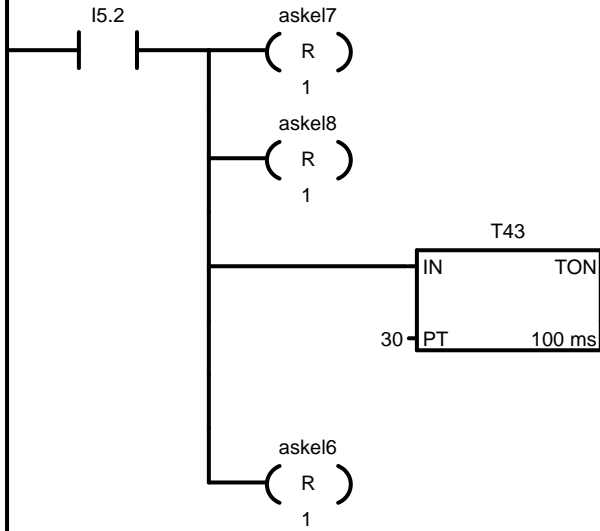
Address  
M2.4  
M2.7  
M3.0

Comment  
kuljetin 2 oikealla  
koura alas  
koura auki

Demo-ohjelma	19.5.2010 Olli Jyrkkä ja Jukka Kero	KPAMK
--------------	--	-------

**Network 12**

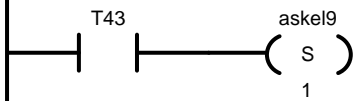
Tarttujan rajakytkin pysäyttää alaspäin ajon ja sulkee tarttujan. Käynnistää ajastimen T43 joka on jonka aikana tarttujaa ajetaan ylöspäin



Symbol	Address	Comment
askel6	M2.6	
askel7	M2.7	koura alas
askel8	M3.0	koura auki

**Network 13**

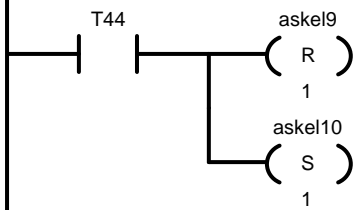
t43 settaa askeleen 9



Symbol	Address	Comment
askel9	M3.1	ajastin nostaa kouraa

**Network 14**

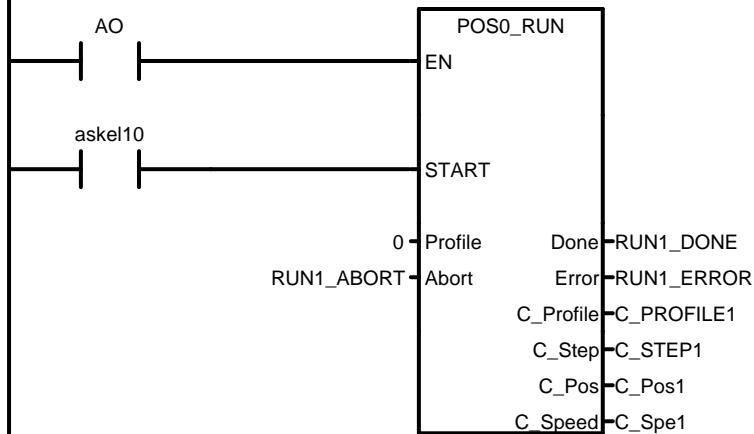
koura ylös ajastin...



Symbol	Address	Comment
askel10	M3.2	kouran siirtosuunta1
askel9	M3.1	ajastin nostaa kouraa

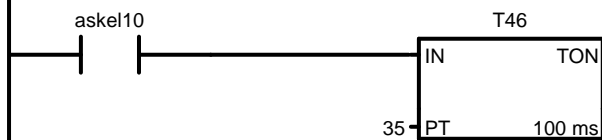
**Network 15**

ajastin käynnistää liikeprofiili1, jolloin portaalirobotti siirtyy hinnalle 1.



Symbol	Address	Comment
AO	SM0.0	Always_On
askel10	M3.2	kouran siirtosuunta1
C_Pos1	VD1003	liikeprofiili 1 asema
C_PROFILE1	VB1001	liikeprofiili 1
C_Spe1	VD1005	liikeprofiili 1 nopeus
C_STEP1	VB1002	liikeprofiili 1 käytössä oleva askel
RUN1_ABORT	I4.6	liikeprofiili 1 keskeytys
RUN1_DONE	M0.1	hinnalle 1 ajo valmis
RUN1_ERROR	VB1000	liikeprofiili 1

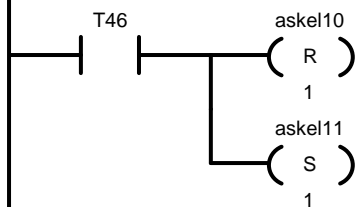
**Network 16**



Symbol	Address	Comment
askel10	M3.2	kouran siirtosuunta1

**Network 17**

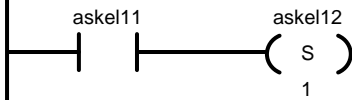
Tarttuja avautuu



Symbol	Address	Comment
askel10	M3.2	kouran siirtosuunta1
askel11	M3.3	koura auki

**Network 18**

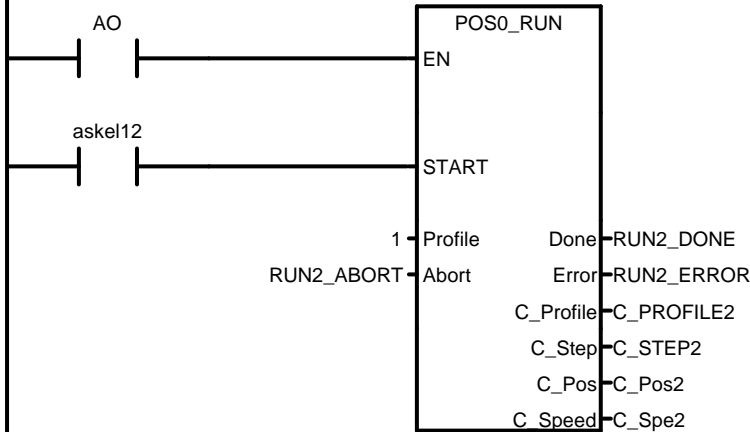
liikeprofiili2;n settaus



Symbol	Address	Comment
askel11	M3.3	koura auki
askel12	M3.4	siirtyminen hihnalle2

**Network 19**

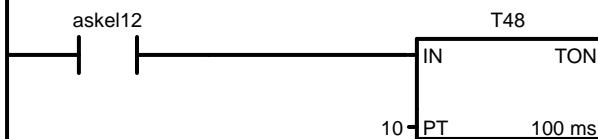
liikeprofiili2 eli siirtyminen hihnalta 1 hihnalle 2.



Symbol	Address	Comment
AO	SM0.0	Always_On
askel12	M3.4	siirtyminen hihnalle2
C_Pos2	VD1103	liikeprofiili 2 asema
C_PROFILE2	VB1101	liikeprofiili 2
C_Spe2	VD1105	liikeprofiili 2 nopeus
C_STEP2	VB1102	liikeprofiili 2 käytössä oleva askel
RUN2_ABORT	I5.0	liikeprofiili 2 keskeytys
RUN2_DONE	M0.2	hihnalle 2 ajo valmis
RUN2_ERROR	VB1100	liikeprofiili 2 virhe

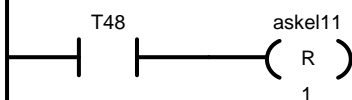
**Network 20**

ajastin jolla resetoidaan edellinen askel



Symbol	Address	Comment
askel12	M3.4	siirtyminen hihnalle2

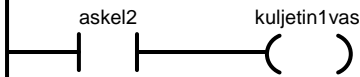
**Network 21**



Symbol	Address	Comment
askel11	M3.3	koura auki

**Network 22**

kuljetin 1 pyörii vasemmalle



Symbol

askel2  
kuljetin1vas

Address

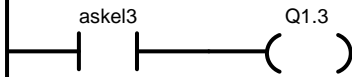
M2.2  
Q0.5

Comment

kuljetin 1 vasemmalle

**Network 23**

manipulaattori hihnalle 2



Symbol

askel3

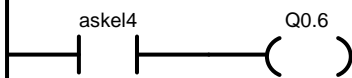
Address

M2.3

Comment

**Network 24**

hihna 2 oikealle



Symbol

askel4

Address

M2.4

Comment

kuljetin 2 oikealla

**Network 25**

manipulaattori palaa hihnalle 1



Symbol

askel5

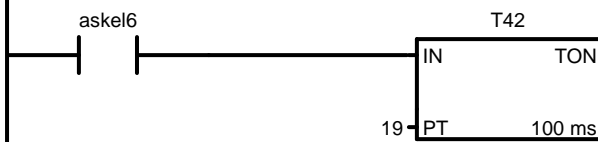
Address

M2.5

Comment

**Network 26**

hihnan 2 pysäytys ajastimella



Symbol

askel6

Address

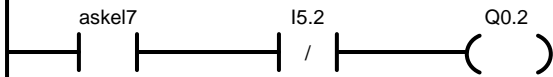
M2.6

Comment

<p>Demo-ohjelma</p>	<p>19.5.2010 Olli Jyrkkä ja Jukka Kero</p>	<p>KPAMK</p>
---------------------	--	--------------

**Network 27**

koura alas. I5.2 rajakytkin



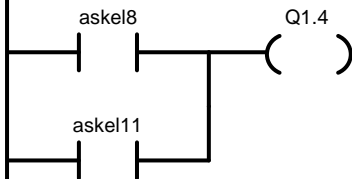
Symbol  
askel7

Address  
M2.7

Comment  
koura alas

**Network 28**

koura auki



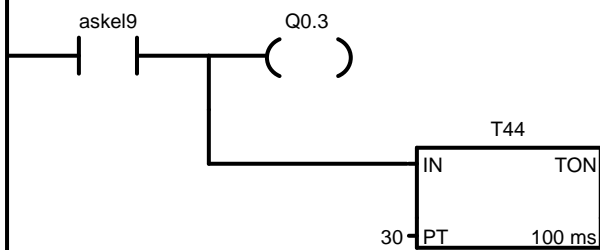
Symbol  
askel11  
askel8

Address  
M3.3  
M3.0

Comment  
koura auki  
koura auki

**Network 29**

Koura ylös 3,5s ajan.



Symbol  
askel9

Address  
M3.1

Comment  
ajastin nostaa kouraa

Demo-ohjelma	19.5.2010 Olli Jyrkkä ja Jukka Kero	KPAMK
--------------	--	-------

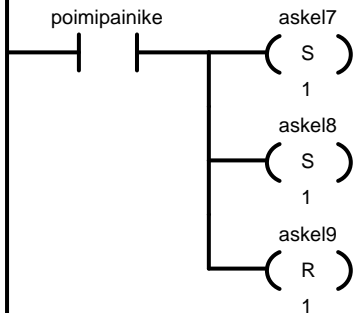
Block: poimi  
 Author:  
 Created: 05/19/2010 07:14:20 am  
 Last Modified: 05/19/2010 08:32:32 am

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

Ohjauspaneelin painikkeilla suoritettavat portaalirobotin ohjaukset (manuaaliset)

**Network 1** Network Title

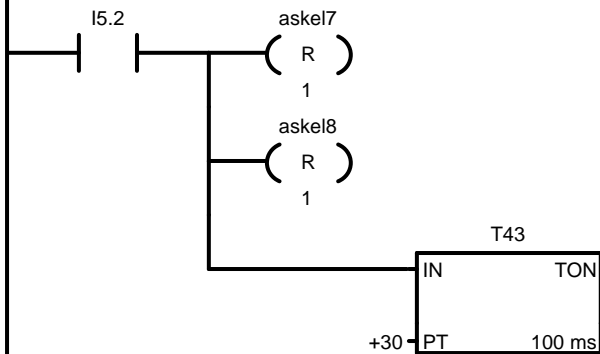
Poimi-toiminto ohjauspaneelin painike M6.0. Portaalirobotti laskeuttuu alaspäin rajakytkimeen saakka. Tarttuja avataan.



Symbol	Address	Comment
askel7	M2.7	koura alas
askel8	M3.0	koura auki
askel9	M3.1	ajastin nostaa kouraa
poimipainike	M6.0	poimi-toiminto ohjauspaneelin painike

**Network 2**

Rajakytkin sulkee tarttujan ja pysäyttää alaspäin ajon. T43 käynnistyy

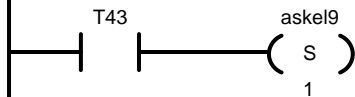
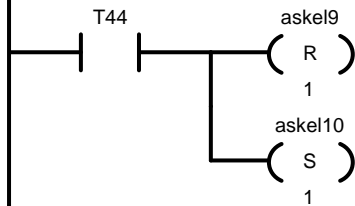


Symbol	Address	Comment
askel7	M2.7	koura alas
askel8	M3.0	koura auki

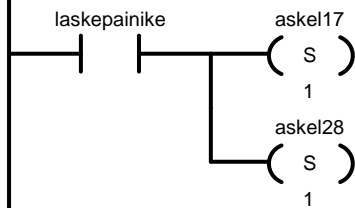


**Network 3**

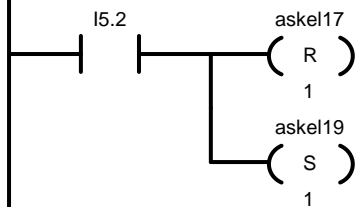
ajetaan t43 määrämän ajan verran ylöspäin.

Symbol  
askel9Address  
M3.1Comment  
ajastin nostaa kouraa**Network 4**Symbol  
askel10  
askel9Address  
M3.2  
M3.1Comment  
kouran siirtosuunta1  
ajastin nostaa kouraa**Network 5**

Laske-toiminto ohjauspaneelin painike. Portaalirobottia ajetaan alaspäin. Askel 28 käynnistämän ajastimen T59 mukaan avaa tarttujan 2.8s kuluttua.

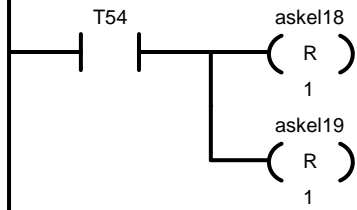
Symbol  
askel17  
askel28  
laskepainikeAddress  
M3.7  
M4.7  
M6.1Comment  
tarttuja alaspöin  
ajastin T59 päälle  
laske-toiminto ohjauspaneelin painike**Network 6**

rajakytkin pysättää liikkeen

Symbol  
askel17  
askel19Address  
M3.7  
M4.1Comment  
tarttuja alaspöin

**Network 7**

T54 resatoi nousun ja sulkee tarttujan.



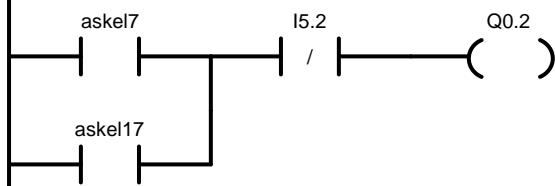
Symbol  
askel18  
askel19

Address  
M4.0  
M4.1

Comment

**Network 8**

Portaalirobotin alaspäin ohjaukset



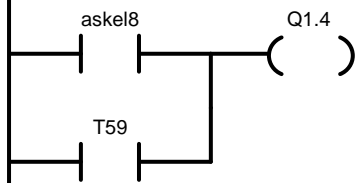
Symbol  
askel17  
askel7

Address  
M3.7  
M2.7

Comment  
tarttuja alaspöin  
koura alas

**Network 9**

tarttujan avaus



Symbol  
askel8

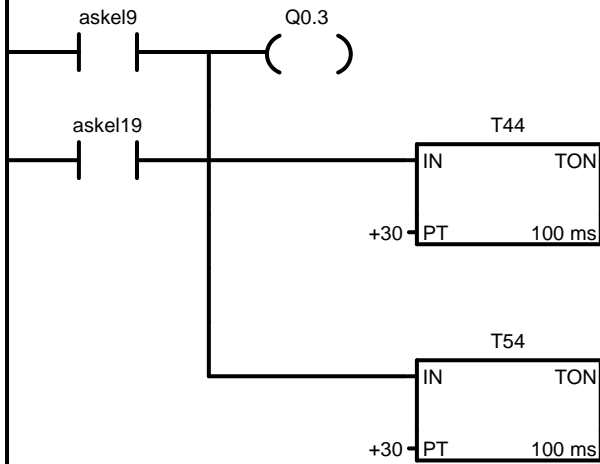
Address  
M3.0

Comment  
koura auki

<p>Demo-ohjelma</p>	<p>19.5.2010 Olli Jyrkkä ja Jukka Kero</p>	<p>KPAMK</p>
---------------------	--	--------------

**Network 10**

Portaalirobotin ylöspäin ohjaukset. Ajetaan aina 3s ylöspäin.



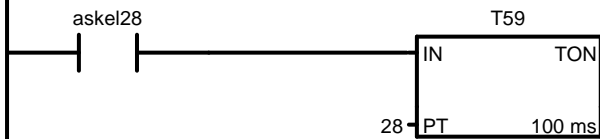
Symbol  
askel19  
askel9

Address  
M4.1  
M3.1

Comment  
  
ajastin nostaa kouraa

**Network 11**

tarttujan avaus viiveellä



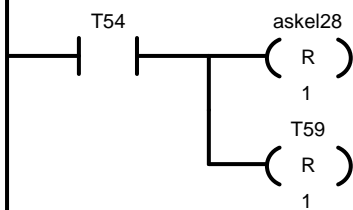
Symbol  
askel28

Address  
M4.7

Comment  
ajastin T59 päälle

**Network 12**

ylösnosto resatoi tarttujan.



Symbol  
askel28

Address  
M4.7

Comment  
ajastin T59 päälle

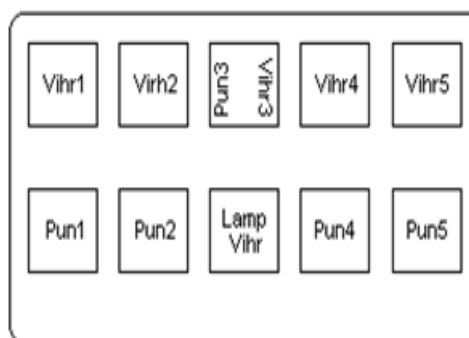
Anturin nimi	Tunnus	Tyyppi	Logiikan liitäntä	Riviliitin
Baumer electric BDK	sd15		+	1
24K500/400009 pyörintävahti		inkrementtianturi	0	2
			i0.0	3
Omron TLX1R5B1-GE	sd13	pulssianturi ruuvilla	+	4
		Induktiivinen digitaalinen	0	5
			i0.1	6
Omron E3F-R2B4	sd12	Optinen digitaalinen	+	7
			0	8
			i0.2	9
Omron E2K-X15MF	sd11	Kapasitiivinen digitaalinen	+	10
			0	11
			i0.3	12
Omron E3F-R2B4	sd10	Optinen digitaalinen	+	13
			0	14
			i0.4	15
Omron E2E-X5F1-G	sd9	Induktiivinen digitaalinen	+	16
			0	17
			i0.5	18
Omron E3X-A51	sd8	Kuituoptinen digitaalinen	+	19
			0	20
			i0.6	21
			alarm out	22
			check input	23
Omron E3F-R2B4	sd7	Optinen digitaalinen	+	24
			0	25
			i0.7	26
Omron E2EX5F1-G	sd6	Induktiivinen digitaalinen	+	27
			0	28
			i1.0	29
Omron E3F-R2B4	sd5	Optinen digitaalinen	+	30
			0	31
			i1.1	32
Omron E2E-X5f1-G	sd4	Induktiivinen digitaalinen	+	33
			0	34
			i1.2	35
Omron E3S-AD42	sd3	Optinen digitaalinen	rusk +	36
			vihr 0	37
			i1.3 valk	38
			kelt	39
Omron E3F-R2B4	sd2	Optinen digitaalinen	+	40
			0	41
			i1.4	42
Siemens Bero	anturi hihnojen välissä		+	43
			0	44
			i1.5	45

					46
Omron TLX1R5B1-GE	sd14	Induktiivinen digitaalinen		+	47
				0	48
			i1.6		49
		Induktiivinen digitaalinen		+	50
				0	51
			i1.7		52
Omron E3S-LS10XB4	sd1	Optinen digitaalinen		+	53
				0	54
			i2.0		55
P+F IA-8-M1K-I3	sa2	Induktiivinen analoginen	ei kytke	+	56
		korkeudenmittaus		0	57
					58
sylinterin rajakytkin (reed)			i2.1		59
					60
					61
sylinterin rajakytkin (reed)					62
					63
			i2.2		64
Tarttujan mikrokytkin		sulkeutuva	i5.2		65
<b>Toimilaite</b>	<b>Tunnus</b>	<b>Toiminta</b>	<b>Lähdöt</b>		<b>Riviliitin</b>
Sylinteri	station1	sisään	q1.0		66
		ulos	q1.1		67
Manipulaattori	station2	hihna1:lle	q1.2		68
		hihna 2:lle	q1.3		69
Tarttuja	station 3	auki	q1.4		70
Moottori 3	k1	Varasto oikealle	q0.0		71
	k2	Varasto vasemmalle	q0.1		72
Portaalirobotin moottori	k3	Portaalirobotti alas	q0.2		73
	k4	Portaalirobotti ylös	q0.3		74
Moottori 1	k5	Kuljetin 1 oikealle	q0.4		75
	k6	Kuljetin 1 vasemmalle	q0.5		76
Moottori 2	k7	Kuljetin 2 oikealle	q0.6		77
	k8	Kuljetin 2 vasemmalle	q0.7		78
Portaalirobotin askelmoottori		input GND	p0-		79
		Pulse 0 / 4 - 12V	p0+		80
		input GND	p1-		81
		Direction 0 / 4 - 12V	p1+		82
Omron E4DA-LS7	SA1	Ultraääni analoginen	EM 235 A		83

Moottoreiden käyntitiedot	Tunnus	Toiminto	Tulot		Riviliitin
Omron on G2R-2-SN(S)	k1	Varasto oikealle	i3.0		84
Omron on G2R-2-SN(S)	k2	Varasto vasemmalle	i3.1		85
Omron on G2R-2-SN(S)	k3	Portaalirobotti alas	i3.2		86
Omron on G2R-2-SN(S)	k4	Portaalirobotti ylös	i3.3		87
Omron on G2R-2-SN(S)	k5	Kuljetin 1 oikealle	i3.4		88
Omron on G2R-2-SN(S)	k6	Kuljetin 1 vasemmalle	i3.5		89
Omron on G2R-2-SN(S)	k7	Kuljetin 2 oikealle	i3.6		90
Omron on G2R-2-SN(S)	k8	Kuljetin 2 vasemmalle	i3.7		91

Laitekotelo 1	Tunnus	Toiminto		Rele	Riviliitin
					41
rajakytkin		mek. Varasto oikea		k1	42
					43
rajakytkin		mek. Varasto vasen		k2	44
					45
rajakytkin		Portaalirobotti alas		k3	46
					47
rajakytkin		Portaalirobotti ylös		k4	48

PAINIKE	LITÄNTÄ EM 223
Vihr. 1 (S)	I4.0
Pun. 1 (A)	I4.1
Vihr. 2 (S)	I4.2
Pun. 2 (A)	I4.3
Vihr. 3 – Kiertokytkin (S)	I4.4
Pun. 3 – Kiertokytkin (A)	I4.5
Vihr. 4 (S)	I4.6
Pun. 4 (A)	I4.7
Vihr. 5 (S)	I5.0
Pun. 5 (A)	I5.1



## ASKELMOOTTORIOHJAIN LP&amp;P 2706 – JOHDOTUS

Liitin	Signaali	Johdon väri / merkintä
1	Direction 0 / 12 - 24V	Tyhjä
2	Direction 0 / 4 - 12V	B2+ (EM 253 P1+ liitin)
3	Pulse 0 / 12 - 24V	Tyhjä
4	Pulse 0 / 4 - 12V	B0+ (EM 253 P0+ liitin)
5	Enable 0 / 12 - 24V	Musta (Vaihtokytkimeltä)
6	Input GND	B0-, B2- (EM 253 P1- P0- liittimet)
7	Power 12 - 36V	M+ / F+
8	Stepper motor output	Vihreä
9	Stepper motor output	Musta
10	Stepper motor output	Valkoinen
11	Stepper motor output	Ruskea
12	Stepper motor output	Harmaa
13	Stepper motor output	Keltainen
14	Stepper motor output	Sininen
15	Stepper motor output	Punainen
16	Power GND	M-
17	Limit switch 1 GND	Tyhjä
18	Limit switch 1 & 2 Supply voltage 5 / 12 / 24VDC	K-, K.-
19	Limit switch 1 input 5 - 24V	K+
20	Limit switch 2 input 5 - 24V	K.+
21	Limit swithch 2 GND	Tyhjä
22	Enable 0 / 4 - 12 V	Tyhjä
23	NC	Tyhjä
24	NC	Tyhjä
25	NC	Tyhjä
26	NC	Tyhjä
27	NC	Tyhjä
28	NC	Tyhjä
29	NC	Tyhjä
30	NC	Tyhjä

(Toni Salo 2003.)