

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatiotekniikka

Tutkintotyö

Juha Lahtinen

PERLOKSEN MANIPULAATTORISOLUN OHJAUKSEN MUUTTAMINEN OPETUSKÄYTTÖÖN SOVELTUVAKSI

Työn ohjaaja:
Työn teettäjä:

Yliopettaja Olavi Kopponen
Tampereen ammattikorkeakoulu,
laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä

Tampere 2008

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio
Juha Lahtinen

Tutkintotyö
Työn teettäjä

Työn ohjaaja
Huhtikuu 2008
Hakusanat:

PERLOKSEN MANIPULAATTORISOLUN OHJAUKSEN
MUUTTAMINEN OPETUSKÄYTTÖÖN SOVELTUVAKSI.
49 sivua + 72 liitesivua
Tampereen Ammattikorkeakoulu,
laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä
Yliopettaja Olavi Kopponen

Perlos, automaatio, koulutusväline, manipulaattorisolu

TIIVISTELMÄ

Kone- ja laiteautomaation laboratoriossa tehdään jatkuvalla tahdilla uusia laitteita opetuskäyttöön. Laitteita tehdään käytännön kurssien yhteydessä että tutkintotöinä. Niiden avulla saadaan kokemusta käytännöstä ja edistetään opetusvälineiden uusiutumista.

Työssä on esitelty tuotantokäytössä olleen manipulaattorisolun osat ja ominaisuudet sekä niiden muokkaaminen opetuskäyttöön soveltuviksi. Laite on ollut käytössä kännykkäkuoria valmistavassa tehtaassa ja ollut yhtenä osana suurta kokonaisuutta. Laitteen pääasiallinen tehtävä on ollut olla rajapintana kahden kuljetinjärjestelmän välillä.

Laitteen kokonaisuuden suunnitteleminen toimivaksi kokoonpanoksi vaati käytännön ja teorian osaamista. Kokoonpanon suunnittelu alkoi uusien ja korvaavien osien valinnasta, jatkuen sähkösuunnittelun ja asennusten kautta aina logiikan ja näyttöpaneelin ohjelmoimiseen asti. Eri vaiheita matkan varrella on ollut useita, ja niiden takia työstä tuli normaalia pitkäkestoisempi.

Työssä esitellään laitteiston tärkeimmät osat ja käydään ne läpi pintapuolisesti. Pääpaino teoriaosassa on uuden laitteiston asetusten ja esimerkkiohjelmien tekeminen sekä niiden ohjeistaminen.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Machine Automation

Juha Lahtinen

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Instructor

April 2008

Keywords

CONVERTING PERLOS MANIPULATOR CELL –UNIT FOR EDUCATIONAL PURPOSES.

49 pages + 72 appendices

Supervisor Laboratory Engineer Seppo Mäkelä

Senior Teacher Olavi Kopponen

Perlos, automation, educational equipment, manipulator cell

ABSTRACT

In machine automation laboratory, there is a constant building flow of new units for educational uses. Units are built during courses and as a part of theses. They are useful for gaining practical experience and for school to have modern educational assemblies.

In this thesis, I have introduced the parts and characteristics of manipulator cell - unit. I have also modified it to function for educational purposes. The unit has been used in a factory, which produces mobile phone covers and has been a part of a larger assembly. Its main function has been to operate as an interface between two conveyer systems.

Designing the unit as a working assembly requires skill both in practice and theory. Assembly designing began with the choices for new and replacing parts, extending through electrical designing and –installations, to programming logic and display terminal. There have been many different phases through out the journey, which caused the whole process to be longer than usual.

This thesis presents the units most vital parts which are covered fairly lightly. The main emphasis, on the theoretical part, is on making new hardware settings and example-programs. Emphasis is also placed on their instructions.

ALKUSANAT

Kiinnostus projektiin heräsi heti, kun kuulin asiasta. Se vaikutti jo alusta alkaen mielenkiintoiselta ja säilyi sellaisena aivan loppuun asti. Työssä pystyi suunnittelemaan laitteistolle uuden käyttötavan ja toteutuksen. Se tarjosi vapaat kädet toteuttaa ajatuksiaan kokonaisuuden suhteen, tietenkin rajoittuen olemassa oleviin laitteisiin ja fyysisiin rakenteisiin. Laitteen tekemiseen koulu oli apuvälineiden ja joustavan ajankäytön kannalta sopiva paikka. Erityisesti laboratorioinsinööri Seppo Mäkelän apu ja neuvot olivat korvaamattomia.

Haluaisin kiittää kaikkia, jotka auttoivat projektin etenemisessä ja sen loppuun viemisessä. Projektiin osallistui muutamia ulkopuolisia tahoja, jotka auttoivat laitteiden toimintakuntoon saattamisessa. Kiitokset kuuluvat heille, sekä muutamille satunnaisille ihmisille, jotka auttoivat projektissa. Erityisen kiitoksen haluan antaa laboratorioinsinööri Seppo Mäkelälle, joka auttoi projektin saamisessa ja siihen liittyvissä asioissa, sekä neuvoissa työn aikana. Lisäksi haluan kiittää myös Perlostaa, jonka koululle antaman lahjoituksen ansiosta työ oli ylipäättänsä mahdollista.

Tampereella 8.4.2008



Juha Lahtinen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

| | |
|---|----|
| SISÄLLYSLUETTELO | 5 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 SÄHKÖSUUNNITTELU | 7 |
| 2.1 Sähkökaappi | 8 |
| 2.2 Sähkökaapin avain..... | 11 |
| 2.3 Turvarajakytkin TLS2-GD2 ja oven lukko..... | 11 |
| 2.4 Turvarele BG5925..... | 13 |
| 3 TAAJUUSMUUTTAJA | 14 |
| 3.1 Nopeuden muuttaminen..... | 15 |
| 3.2 Ohjaaminen hajautetulla I/O:lla | 16 |
| 4 MANIPULAATTORIT | 17 |
| 5 ROBOTIN TARTTUIMET | 18 |
| 6 HAJAUTETTU I/O – BECKHOFF PROFIBUS COUPLER BK3150 /3/ | 19 |
| 6.1 Profibus-liitäntä | 20 |
| 6.2 Konfigurointi logiikkaan | 21 |
| 6.3 Merkkivalot..... | 23 |
| 7 FESTO CPX-FB13 TERMINAALI /6/ | 23 |
| 7.1 Profibus-liitäntä | 25 |
| 7.2 Käyttöjännite | 25 |
| 7.3 Konfigurointi logiikkaan | 26 |
| 7.4 Merkkivalot..... | 26 |
| 7.5 CP-liitäntä | 27 |
| 8 NÄYTTÖPANEELI E1060..... | 27 |
| 8.1 Käyttöliittymän sivujen luonti | 28 |

| | | |
|------|--|----|
| 8.2 | Asetukset ja sivujen lataaminen näyttöpaneeliin..... | 33 |
| 9 | MITSUBISHI FX3U /8/ | 36 |
| 9.1 | Sähkönsyöttö | 37 |
| 9.2 | FX3U-64DP-M /9/ | 37 |
| 9.3 | FX3U-ENET | 38 |
| 10 | LOGIIKAN OHJELMOINTI | 39 |
| 10.1 | BFM | 40 |
| 10.2 | FROM- ja TO-käskyt | 41 |
| 10.3 | BFM:n liittäminen logiikkaohjelmaan | 42 |
| 10.4 | Esimerkkiohjelma | 46 |
| 11 | YHTEENVETO | 47 |
| | LÄHTEET | 48 |
| | LIITTEET | 49 |

1 JOHDANTO

Tutkintotyö koostuu pääasiallisesti kahdesta eri osasta, käytännön ja teorian osasta. Käytännön osaan sisältyy kokoonpanon uudelleen käyttöönottamista varten tarpeellinen suunnittelu ja sen toteutus. Toteutukseen kuuluvat sähköasennukset sekä uusien ja vanhojen laitteiden uudelleen asentaminen. Teoriaosa puolestaan käsittää dokumentoinnin sekä laitteiden ohjelmoinnit. Dokumentointiin sisältyivät sähkökuvat, I/O-määrittelyt, logiikan ohjelmat, näyttöpaneelin sivujen kuvat sekä yksittäisiä määrittämiä ja asetuksia.

Tässä teoriaosassa käydään kevyesti lävitse kokoonpanon laitteistoa ja sen asennukseen liittyviä aiheita. Suurin painoarvo teoriaosuudessa on uuden logiikan ja väylän, sekä näyttöpaneelin määrittämisen ja käyttöönoton esittelyssä. Teoriaosuus lähtee liikkeelle sähkösuunnittelusta, jonka jälkeen käydään lävitse laitteistoa ja lopuksi ohjelmoidaan laitteet toimintakuntoon.

Teoriaosuus ei käy lävitse mitään aihealuetta erityisen tarkasti, vaan tarkoitus on luoda kokonaisuudesta kuva, jonka pohjalta laitetta on helppo kehittää lisää. Laitteelle ei ollut vielä tässä vaiheessa keksitty mitään tiettyä käyttötarkoitusta opetuksessa, joten tärkeintä oli luoda laitteesta helposti lähestyttävä, varsinkin logiikan ohjelmoinnin kannalta. Myös näyttöpaneeli pyrittiin pitämään yksinkertaisena, jolloin sen toimintatapaan on mahdollisimman helppo päästä sisälle.

2 SÄHKÖSUUNNITTELU

Manipulaattorisolu saapui Perloksen tehtaalta johdot katkaistuna. Kaikki mekaaniset osat olivat kunnossa, mutta sähköjen kanssa oli paljon tehtävää. Soluun oli ollut kytkettyinä muitakin laitteita, joten aluksi oli tarkoitus kartoittaa, miten vanhoja johdotuksia olisi mahdollista käyttää. Onneksi soluun löytyi kohtalaisen hyvät sähkökuvat, joten urakka helpottui huomattavasti.

Aluksi vanhat kytkennät oli tarkoitus säilyttää ja hyväksikäyttää niitä, mutta hetken kuluttua kävi selväksi, että oli helpompaa ja nopeampaa tehdä johdotukset täysin alusta. Vaikka sähkökuvat olivat osittain tarkat, löytyi paljon sellaisia johdotuksia, joita kuviin ei ollut

laitettu. Verkkojännitteiset kytkennät olivat kunnossa, joten vain pienjännitepuoli oli uusittava.

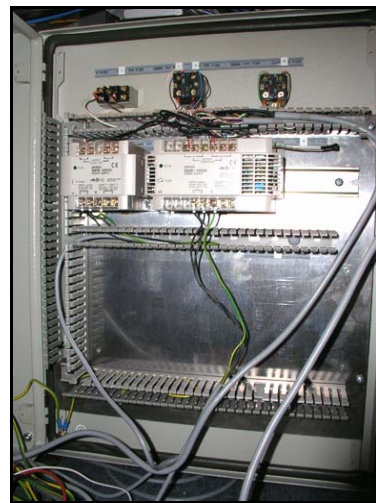
Vanhojen johdotuksien lisäksi oli soluun tarkoitus vielä liittää näyttöpaneeli, oveen sähköisesti lukittava turvarajakytkin sekä Festo CPX-FB13 -moduuli. Kaikki nämä vaativat uusien johdotuksien miettimistä ja tekemistä. Turvarajakytkimelle tarvittiin hätäseis-piiriä varten johdot sekä oven lukitsemista varten sähkökaapin hajautetulta I/O:lta kaapeli. Näyttöpaneeli puolestaan tarvitsi sähkönsyötön lisäksi verkkokaapelin (RJ45) sekä käynnistuspainiketta varten oman kaapelin. Kummassakin tapauksessa kaapelina kytkintietoa, oven lukitsemista ja käynnistuspainiketta varten käytettiin Nomak instrumentointikaapelia.

2.1 Sähkökaappi

Sähkökaappi oli ensimmäisenä tarkastelun alla. Sähkökaappiin oli ollut liitettynä muitakin laitteita kuin nykyisessä kokoonpanossa olevat, joten ensimmäisenä tehtävänä oli lähteä selvittämään, mitä oli mahdollista säästää ja mitä joudutaan muokkaamaan. Tehtävän suunnittelu aloitettiin sähkökuvien perusteella. Eteen tuli liikaa kysymyksiä sähkökuviissa olevien kytkentöjen puolesta laitteisiin, joita ei enää ollut, joten seuraava askel oli purkaa johdotukset. Verkkojännitteisiin osiin ei tarvinnut koskea, koska niihin muutostyöt eivät juuri vaikuttaneet. Kuvissa 2.1, 2.2 ja 2.3 nähdään tilanne ennen työn aloittamista.



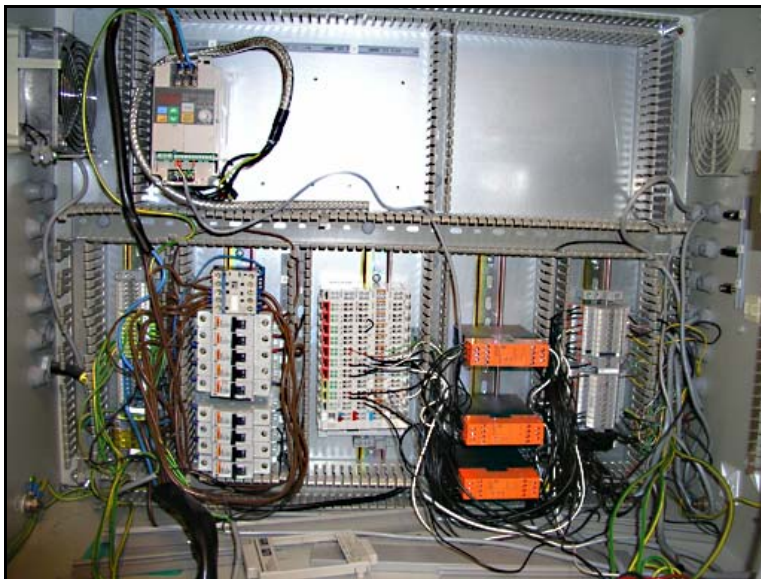
Kuva 2.1 230V:n osien tarkastus



Kuva 2.2 Vanha logiikka otettuna pois

Vasemman puoleinen ovi (kuva 2.1), avattaessa sähkökaapin ovet, sisältää verkkojännitteisiä osia. Ovesta löytyvät pääkytkin, suodatin, vikavirtasuoja ja vastukset jännitepiikkien suodattamiseen. Kaikki nämä osat olivat kunnossa, mutta perustarkastus johtojen kunnan osalta tehtiin. Tämän jälkeen aloitettiin purkamalla pois osia, joita nykyisessä kokoonpanossa ei enää tarvittu. Ensimmäiseksi irrotettiin logiikka, koska tilalle oli tarkoitus opetuksellisista syistä vaihtaa toinen (kuva 2.2). Samaan oveen lisättiin myös avainkytkin, jolla on mahdollista rajoittaa laitteiston toimintakykyä.

Sähkökaapin keskiosasta poistettiin kaksi ylimääräistä turvarelettä (kuva 2.3). Niitä ei tarvittu, koska tarvetta tämän kokoonpanon osalta ei ollut kuin yhteen (kuva 2.13). Yksi turvarele riitti huolehtimaan hätäseis-piirin toiminnasta, käynnistyksestä ja pääkontaktorista. Myös I/O:n osalta karsittiin rele-yksiköt pois, koska niitä ei tarvittu. Se helpotti RT0:n määrittämistä ja vähensi tilantarvetta.



Kuva 2.3 Sähkökaappi ennen työn aloittamista

Sähkökaapista poistettiin myös ylimääräiset automaattisulakkeet ja ylimääräiset D-liittimien liitännät, koska niitä ei tarvittu. Taajuusmuuttajalle asennettiin uusi moottorikaapeli, sekä ohjaussignaalit kytkettiin erilailla. Kun turhien osien paikantaminen ja irrottaminen oli saatu tehtyä, siirryttiin takaisin vasempaan oveen, jossa sijaitsi verkkojännitteiset osat. Kun se oli päällisin puolin tarkastettu ja mittailtu, voitiin ovi viimeistellä ja laittaa kuntoon (kuva 2.4). Tämän jälkeen päästiin varsinaisen työn alkuun. Ensimmäiseksi, pöydällä toimintakuntoon saatu logiikka kiinnitettiin oikean puoleiseen oveen ja sille asennettiin tarvittavat kaapelit. Kun logiikka oli asennettu, lisättiin vielä oveen avainkytkin, joka näkyy kuvassa 2.5 ylimpänä ovesta. Oikeanpuoleinen ovi oli laitteiden puolesta tämän jälkeen valmis. Siihen tultaisiin vielä lisäämään väyläkaapeli, Ethernet-kaapeli ja sähkönsyöttö reititintä varten.

Kuvassa 2.5 kaikki laitteet ja johdot ovat asennettuina sekä reitittimen muuntaja kytkettynä, joten kaikki tämän oven osalta on toimintakunnossa.



Kuva 2.4 Sähkökaapin 230V:n ovi valmiina



Kuva 2.5 Uusi logiikka kytkettynä paikoilleen

Sähkökaapin sisällä tapahtui suurin muutostyö. Siellä kytkennät purettiin täysin ja kytkettiin uudestaan. Riviliittimien johdotukset menivät täysin uusiksi uusien turvalaitteiden takia. Vaikka uudet turvalaitteet olisi voitu kytkeä vain tyhjiin riviliittimiin jatkoksi, haluttiin selkeyttää olemassa olevia kytkentöjä, joten ne kytkettiin myös uudestaan. Kuvassa 2.6 ja 2.7 näkyy sähkökaapin sisältö viimeisteltynä. Sähkökaappi on uudelleen johdotettu, laitteita on poistettu ja lisätty ja johtokanaviin lisätty suojat.



Kuva 2.6 Valmis sähkökaappi oikealta päin kuvattuna



Kuva 2.7 Valmis sähkökaappi vasemmalta päin kuvattuna

2.2 Sähkökaapin avain

Sähkökaapin avain lisättiin sähkökaappiin jälkeinpäin. Avaimella oli tarkoitus luoda turvallisuutta ja rajoittaa hieman toiminnallisuutta, jotta laitteistolla voitaisiin tehdä harjoituksia myös silloin, kun opettaja ei ole paikalla. Mitään erityisen vaarallista laitteistossa ei vielä ole, mutta kun robotti yhdistetään manipulaattoreihin ja sitä aletaan ohjelmoida, voi vaaratilanteita syntyä robotin nopeiden liikkeiden takia.

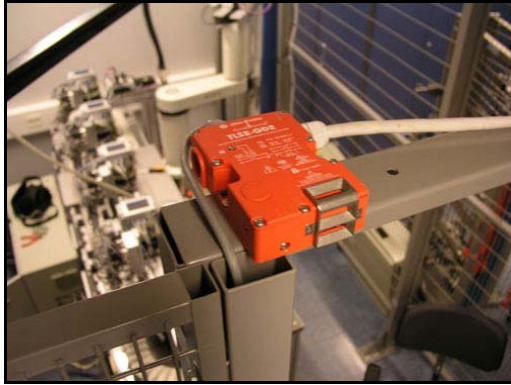
Avaimella on kolme erilaista vaikutusta järjestelmään. Ensimmäkin sillä pystytään käyttämään sähkökaapin ovesa olevaa käynnistuspainiketta. Normaalisti painike on poissa käytöstä, koska halutaan, että häkin sisäpuolelta sitä ei saada käyntiin. Ilman avainta laitteen saa käynnistettyä näyttöpaneelinkotelon oikeaan sivuun sijoitetusta painikkeesta.

Toiseksi avaimella pystytään ohittamaan oveen kytketty hätäseis-piiri. Käynnistuspainikkeen sijoittaminen näyttökoteloon ja kotelon sijoittaminen häkin ulkopuolelle ei vielä tarkoita, ettei häkkiin pääse, mutta koska hätäseis-piiri on kytketty oveen, katkeavat sähkötkä jos ovesta pyritään sisään. Avaimen avulla voidaan siis kulkea ovesta vapaasti ilman että sähkötkä katkeavat järjestelmästä.

Kolmanneksi avaimella voidaan ohittaa oven lukitus. Lukituksella on tarkoitus estää hätäseis-piiriin tahaton laukeaminen, kun sekvenssi on kesken. Lukitus tapahtuu hajautetun I/O:n (RT0) avulla.

2.3 Turvarajakytkin TLS2-GD2 ja oven lukko

Turvarajaa käytetään järjestelmässä kahteen asiaan. Ensimmäkin se toimii osana hätäseis-piiriä ja toiseksi sen avulla voidaan lukita ovi. Turvaraja on sijoitettu häkkiin oven yläpuolelle, ja vastakappale on kiinnitetty oven yläreunaan (kuva 2.8). Ovesa on myös mekaaninen lukko, jolla ovi voidaan lukita (kuva 2.9). Oven mekaanisesta lukosta saadaan myös kytkintieto, joka on kytketty sähkökuvien mukaan, mutta sen tietoa ei tällä hetkellä käytetä mihinkään.

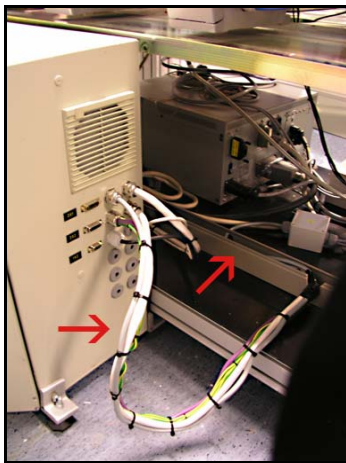


Kuva 2.8 Turvaraja TLS2-GD2 oven päällä



Kuva 2.9 Mekaaninen lukko

Turvarajaan tulee sähkökaapilta Nomak 8x2x0,5+0,5 –kaapeli, jonka avulla turvarajaa käytetään oven lukitsemiseen ja hätäseis-piiriin. Kaapeli lähtee sähkökaapilta (kuva 2.10) ja kulkee manipulaattoripöydän alaosassa aivan robotin alapuolella. Kaapeli jatkaa jonkin matkaa maassa, minkä jälkeen se nousee häkin aitaa pitkiin ylös ja jatkaa häkin yläreunassa kohti turvarajaa (kuva 2.11).



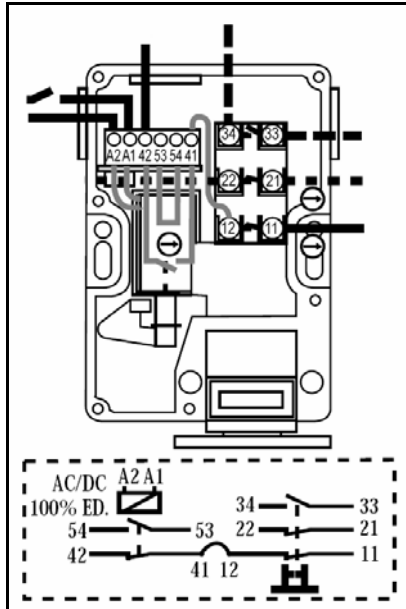
Kuva 2.10 Turvarajan
Nomak-kaapelin lähtö
sähkökaapilta



Kuva 2.11 Nomak-kaapeli
turvarajalle ja oven lukolle
häkin seinään kiinnitettynä

Hätäseis-piiri on kytketty turvarajan 11–12 ja 21–22 kärkien kautta (kuva 2.12). Hyppylanka väliltä 41–12 otettiin pois, koska sellaista toiminnallisuutta ei tarvittu tässä tapauksessa. Kummatkin kärjet 11–12 ja 21–22 ovat siinä vaiheessa kiinni, kun ovi on suljettuna ja vastakappale sisällä paikoillaan. Täten 11–12 ja 21–22 soveltuvat hyvin osaksi hätäseis-piiriä, koska hätäseis-piiri koostuu aina NC-kärkisistä kytkimistä. Nomak-kaapeli sähkökaapilta saapuu turvarajaan oikealta puolelta (kuva 2.8), ja vasemmalta

puolelta lähtee kaapeli mekaanisen lukon kärjille. Turvaraja toimii täten myös jakorasiana, liitokset kahden kaapelin välillä on juotettu ja suojattu kutistesukalla.



**Kuva 2.12 Turvarajan TLS2-GD2
kytkentäohje**

Turvarajan lukon ohjaaminen tapahtuu sähkökaapin RT0:n avulla. Lukitussähkö saapuu Nomak-kaapelissa kohtaan A1. A2 on myös kytketty Nomak-kaapelin välityksellä, mutta se puolestaan menee jännitelähteiden yhteiseen maahan, joka on riviliittimillä X2 (liite 1). Kun RT0:n ulostuloa 31 (liite 7) ohjataan logiikan avulla päälle, saa turvarajan solenoidi apusähkönsä ja lukitsee oven. Jos turvarajan lukon vastakappale ei ole lukitsemishetkellä turvalukossa, ovi lukittuu seuraavan kerran työnnettäessä se kiinni. Myös solenoidin lukituksesta on mahdollista saada kärkitieto 53-54 ja 41-42 avulla, mutta tässä tapauksessa sille ei ole tarvetta.

2.4 Turvarele BG5925

Turvareleen tarkoitus on huolehtia hätäseis-piiristä, pääkontaktori K1:n ohjaamisesta ja järjestelmän käynnistyksestä. Turvarele sijaitsee sähkökaapin keskiosassa (kuva 2.13). Järjestelmä voidaan käynnistää kahdesta eri paikasta, sähkökaapin oven painikkeesta tai näyttöpaneelin kotelossa olevasta painikkeesta. Kummatkin näistä painikkeista oikosulkevat silmukan kytkimen avulla ja ovat kytkettyinä rinnakkain turvareleen tuloihin

S33 ja S34. Kun tulot oikosulkeutuvat, kytkeytyy turvarele päälle. Erona painikkeiden välillä on se, että sähkökaapin käynnistuspainike kulkee avainkytkimen kautta, kun puolestaan näyttöpaneelin käynnistuspainike on kytketty suoraan S33- ja S34-tuloihin. Pääkontaktorin K1 ohjaus tapahtuu turvarelele kärkien kautta. Kun turvarele on aktivoitu hätäseis-piiriin ja käynnistuspainikkeen avulla, kärjet sulkeutuvat. Kärkien kautta K1:lle ohjautuu vaihejännite, jonka avulla K1 vetää ja antaa toissijaisille laitteille virtaa. Jotta turvarelele on mahdollista toimia, tarvitsee se käyttöjännitteen. Turvarelele käyttöjännite on liitetty hätäseis-piiriin yhteyteen. Hätäseis-piirissä kulkee kaksi johdinta, joista toisessa on +24 VDC ja toisessa 0 V. Kun hätäseis-piiriin kärjet aukeavat esimerkiksi oven avautuessa, katkeaa turvarelele jännitteensyöttö ja turvarelele kärjet aukeavat. Turvarelele jännitteensyötön kadotessa turvarele palaa alkutilaan, jolloin se tarvitsee käynnistää uudestaan. Käynnistys tapahtuu normaalisti käynnistuspainikkeella.



Kuva 2.13 Sähkökaapin turvarele

3 TAAJUUSMUUTTAJA

Kokoonpanossa on yksi taajuusmuuttaja (kuva 3.1). Taajuusmuuttaja on kytkettynä palettikuljettimen moottoriin ja sen avulla pystytään ohjaamaan moottorin toimintaa. Sillä voidaan kontrolloida, pyöriikö moottori, kuinka nopeasti ja millä tapaa. Se, millä erilaisilla tavoilla moottoria voidaan ohjata, tarkoittaa erilaisia kiihdytysramppeja ja muita tarkempia ohjauksia. Tässä kokoonpanossa ei ollut tarvetta sellaisille, ainoastaan moottorin käyntiä ohjattiin.

Taajuusmuuttaja on merkiltään ja tyypiltään Omron Sysdrive 3G3JV-AB004. Se on yksivaiheinen taajuusmuuttaja, joka tarkoittaa sitä, että se muodostaa moottorin kolmivaiheisen syötön yhden vaiheen avulla. Teholtaan taajuusmuuttaja on 0,55 kW.

Taajuusmuuttajan nykyiset parametrit, jotka ovat tämän hetkisessä kokoonpanossa löytyvät taulukosta 3.1. Taulukkoon on kerätty vain tämän projektin kannalta oleelliset parametrit.



Kuva 3.1 Taajuusmuuttaja radan moottorille

Taulukko 3.1 Taajuusmuuttajan parametrit

| Parametri | Arvo | Parametri | Arvo |
|-----------|------|-----------|------|
| U01 | 22.1 | U08 | |
| U02 | 22.1 | U09 | Uu1 |
| U03 | 0.4 | U10 | 013 |
| U04 | 92 | n36 | 2 |
| U05 | 326 | n37 | 0 |
| U06 | . | n38 | 3 |
| U07 | . | n39 | 6 |

3.1 Nopeuden muuttaminen

Nopeutta ei tässä järjestelmässä tarvitse säädellä, joten nopeuden säätö tapahtuu vain taajuusmuuttajan päällä olevasta nupista. Nopeus on siis kiinteä, ja kuljetin kytketään vain päälle tai pois. Jos nopeutta halutaan tulevaisuudessa säätää, se vaatii hieman lisää johdotuksia, jotta taajuusmuuttajaan voidaan kytkeä ulkoinen potentiometri tai analogiatieto I/O:lta. Tällä hetkellä hajautetun I/O:n moduulit ovat pelkästään digitaalisia.

Taajuusmuuttajaan on asetettu nopeudeksi 22,1 Hz ja sitä ei tulisi muuttaa jos halutaan, että logiikkaan laaditut esimerkkiohjelmat toimivat oikein. Jos nopeutta muutetaan, voi sekvenssi kärsiä, koska ohjelmassa on muutama aikariippuvainen toiminto.

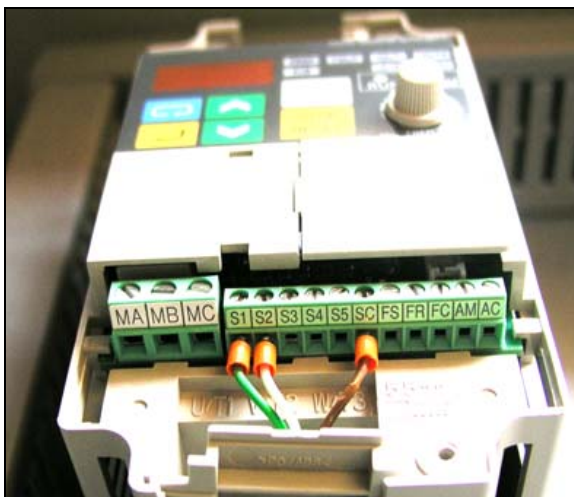
3.2 Ohjaaminen hajautetulla I/O:lla

Taajuusmuuttajan ohjaaminen tapahtuu hajautetun I/O:n RT0 avulla (kuva 3.2). Taajuusmuuttajaan on kytketty kolme eri tulosignaalia, joista kaksi kytketään taajuusmuuttajan monitoimituloihin ja yksi yhteiseen maahan. Monitoimitulot on mahdollista ohjelmoida haluamallaan tavalla. Tässä tapauksessa ei kuitenkaan tarvita kuin moottorin käyntiin asettava toiminto.



Kuva 3.2 Sähkökaapin I/O, RT0

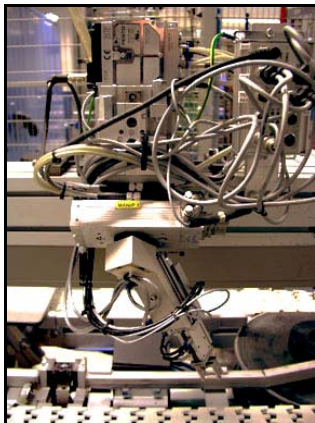
Kolme tulosignaalia kytketään taajuusmuuttajan alaosaan, suojakuoren alla oleviin riviliittimiin. Kuvassa 3.3 ovat kytkettyinä tarvittavat signaalit I/O:lta, jotta moottoria voidaan ohjata. Ruskea johto kytketään taajuusmuuttajan signaalien yhteiseen maahan, joka I/O:lla puolestaan kytketään I/O-kortin 0V-liitäntään. Vihreä johto kytketään monitoimitulon S1 kohtaan ja I/O:ssa se kytketään +24V-liitäntään. Valkoisella johdolla puolestaan ohjataan moottorin käyntiä, joten se liitetään I/O:lla signaalilähtöön. Valkoinen johto on taajuusmuuttajassa liitetty monitoimituloon S2 ja I/O:ssa lähtöön 30.



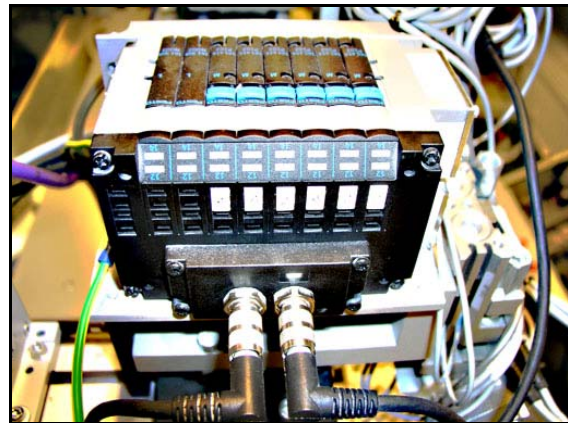
Kuva 3.3 Taajuusmuuttajan sisääntulot

4 MANIPULAATTORIT

Järjestelmässä on yhteensä neljä manipulaattoria (kuva 4.1). Niiden avulla on mahdollista käsitellä paletteissa kuljeteltavia kappaleita. Alkuperäisessä kokoonpanossa siirreltävät kappaleet olivat kännykänkuoria, joten palettikuljettimen paletit ovat suunniteltu sitä varten. Myös manipulaattorit ovat siitä syystä rakennettu siten, että ne pystyvät poimimaan paletissa olevat kännykkäkuorien muotit. Manipulaattori pystyy tekemään neljä erilaista liikettä. Se pystyy kääntämään tarttuinosan ja sen rungon 90 astetta, osoittamaan joko kohtisuoraan alaspäin kohti kuljetinkiskoa tai suoraan eteenpäin. Se pystyy myös laskemaan koko runkonsa alaspäin sekä erikseen tarttuinosan vielä lisää. Viimeisenä liikkeenä manipulaattoriin voidaan tehdä pihtien puristus. Sen avulla yksikertaisesti voidaan lukita muotti pihtien väliin ja siirtää se pois paletista. Manipulaattoreiden liikkeitä ohjaa paineilmaterminaali (kuva 4.2). Se on sijoitettuna manipulaattoreiden päälle, ja sen tarkoitus on ohjata manipulaattorin liikkuvia osia. Paineilmaterminaali on yhdistetty CPX-CP-terminaaliin ja siitä CPX-FB13:n kautta Profibus-väylään (kuva 7.2). Paineilmaterminaalin kanssa sarjaan on kytketty myös anturiterminaali. Se liitetään paineilmaterminaaliin, jossa on laitteiden sarjaan kytkemisen mahdollistava jatkoliitäntä. Yhdessä CPX-CP-terminaalin CP-liitännässä (kuvassa 7.1 pyöreät liittimet) on siis kiinni paineilmaterminaali sekä anturiterminaali.



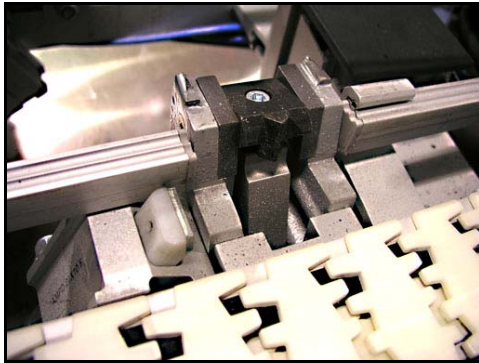
Kuva 4.1 Yksi radan manipulaattoreista



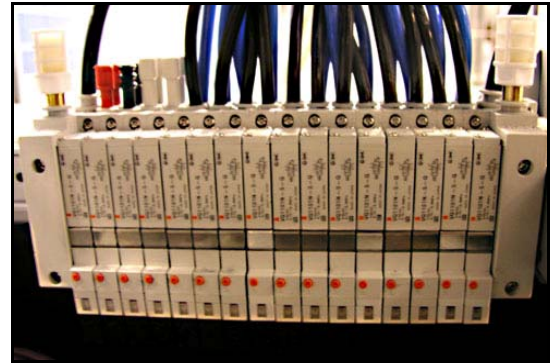
Kuva 4.2 Manipulaattorin paineilmaterminaali

Manipulaattorin lisäksi tarvitaan palettien pysäyttämiseksi ja paikoittamiseksi toimilaitteet. Kuvassa 4.3 näkyy jokaisen manipulaattorin alta löytyvä paikotin sekä pysäytin. Pysäytin on kuvassa 4.3 vasemmalla. Se pysäyttää paletin suoraan manipulaattorin alapuolelle. Ennen kuin manipulaattorilla aloitetaan toiminta, tarvitsee paletti vielä lukita paikoilleen. Paikoittimen avulla paletti saadaan pysymään tiukasti paikoillaan, eikä se pääse liikkumaan kuten radalla pelkkien ohjaustankojen kanssa. Paikoitin näkyy kuvassa 4.3

oikealla. Pysäytin ja paikoitin toimivat paineilman avulla ja niitä ohjaavat paineilmaventtiilit ovat manipulaattoripöydän alapuolella (kuva 4.4). Paineilmaventtiilit saavat käskynsä hajautetun I/O:n RT1:n kautta.



Kuva 4.3 Pysäytin ja paikoitin



Kuva 4.4 Pysäyttimien ja paikottimien paineilmaventtiilit

5 ROBOTIN TARTTUIMET

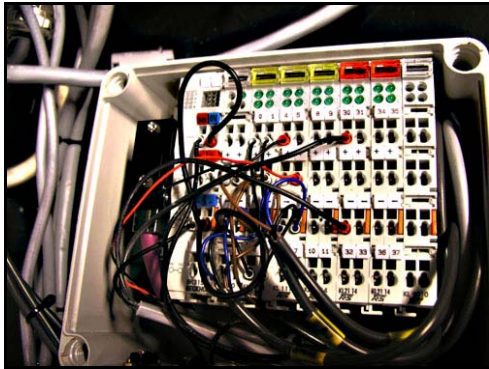
Radan manipulaattoreiden lisäksi myös robotissa on tarttuimet (kuva 5.1). Robotin tarttuimia käytetään otettaessa palettikuljettimelta kappaleita ja siirrettäessä ne jatkokäsittelyksi. Tässä vaiheessa ei ollut vielä tietoa, mihin robottia käytetään, mutta valmiudet käyttöön ovat jo tarttuimien puolesta. Robotin päällä on yksi kytkentäkotelo, jossa on sisällä väylään kytketty hajautettu I/O. Tarttuimia pystytään ohjaamaan jo tässä vaiheessa, mutta yhteys RT3:n ja robotin väliltä puuttuu. Kaapeli on jo liitettyä ja kytkettynä, mutta ohjelmointi logiikan ja robotin väliltä puuttuu.



Kuva 5.1 Robotin tarttuimet

6 HAJAUTETTU I/O – BECKHOFF PROFIBUS COUPLER BK3150 /3/

Hajautetun I/O:n ohjaamiseksi käytetään Profibus-väylää. Väylään on liitetty yksi master-ohjain, joka on liitetty logiikan yhteyteen. Se käsitellään tarkemmin luvussa 9.2. Master-ohjain ohjaa väylässä olevia slave-lohkoja ja niiden I/O liikennettä. Slave-lohkoon (kuva 6.1) sisältyy Profibus-ohjain (kuva 6.2) ja I/O-kortit /4/. Profibus-ohjaimessa on liitäntä Profibus-liitintä varten sekä valitsimet, joiden avulla valitaan ohjaimelle osoite väylässä. Tämän osoitteen avulla pystytään ohjaamaan kyseistä lohkoa. Väyläohjaimen ja tarvittavien I/O-korttien lisäksi pakettiin tarvitsee vielä lisätä KL9010-kortti, joka päättää jokaisen kokonaisuuden. Täten siis slave-lohkoon vasemmassa päässä sijaitsee väyläohjain ja oikeassa päässä KL9010-kortti /5/.

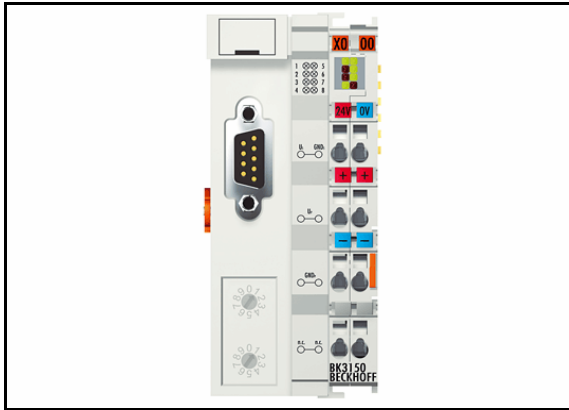


Kuva 6.1 Kyt Kentäkotelo RT2 avattuna

Profibus-väyläohjaimen sisältyy siis Profibus-liitin sekä osoitevalitsimet. Sen lisäksi siitä löytyvät diagnostiikka-valot sekä jännitteensyöttöä varten liitännät. Jännitesyöttöliitännät näkyvät kuvassa 6.2 oikealla puolella. Johdot liitetään pyöreisiin liittimiin, ja liittämistä helpotetaan niiden yläpuolella olevien neliönmuotoisten reikien avulla. Rei'istä löytyy metallinen liuska, joka kiilaa jousen avustuksella johdon pyöreään reikään. Tätä liuskaa esimerkiksi ruuvimeisselin avulla vääntämällä saadaan helpotettua johdon liittämistä.

Ylimmäisiin kahteen pyöreään reikään liitetään jännitteensyöttö elektroniikkaa varten. Niiden avulla kortin elektroniikka saa tarvitsevansa sähkön. Jännitelähde T1 on suunniteltu sitä varten, että sen avulla syötetään ensisijaiset sähkölaitteet, jotka tarvitsevat sähköä ennen laitteen varsinaista käynnistystä. Siitä syystä väyläohjaimen elektroniikka syötetään T1:n kautta, koska se tarvitsee sähköä myös silloin, kun laite ei ole käynnistettynä. Elektroniikan sähkönsyöttöliitännöiden alapuolella olevat toiset sähkönsyöttöliitännät ovat yhteydessä väyläohjaimen liitettävien korttien kanssa. Kun väyläohjaimen liitettyyn I/O-korttiin on kytketty anturi, voidaan sen sähkönsyöttö hoitaa I/O-kortin liitännöiden kautta. Kun siis väyläohjaimen liitetään sähkönsyöttö, on se käytettävissä myös jokaisessa I/O-

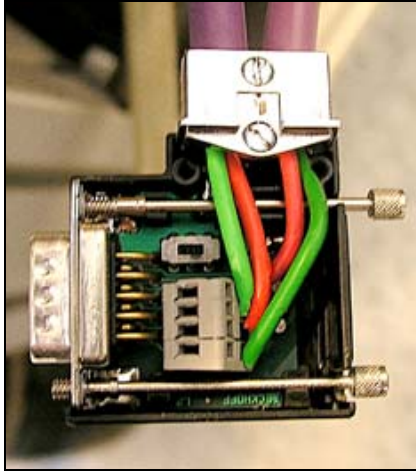
kortissa. Toissijainen sähkönsyöttö tapahtuu jännitelähteen T2 kautta. Siitä voidaan saada jännitesyöttö vain silloin, kun laite on käynnistetty. Tästä syystä anturit ja toimilaitteet, jotka ovat kytkettyinä hajautettuun I/O:een, eivät voi toimia ennen käynnistystä.



Kuva 6.2 I/O liitäntä ohjaava Profibus-ohjain

6.1 Profibus-liitäntä

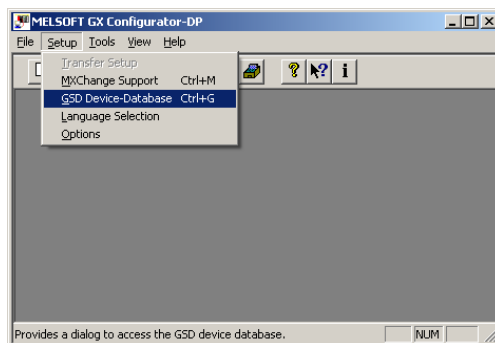
Väyläohjaimen liitäntään kytketään Profibus-väylä erityisen liittimen avulla (kuva 6.3). Liittimen sisältä löytyy pieni piirilevy, johon on liitettyä kytkin sekä riviliitin. Riviliittimeen kytketään tuleva väyläkaapeli sekä siitä lähtevä. Jos liittimestä ei lähde eteenpäin enää toista kaapelia, voidaan tuleva kaapeli kytkeä kumpaan tahansa riviliitäntäpaikkaan. Johtojen paikoilla ei ole merkitystä, kunhan johtojen värit ovat oikein. KytKentäohje löytyy liittimen sisäpuolelta kannesta, joka on irrotettuna kuvassa 6.3. Väyläkaapelin vihreä johto vastaa kirjainta A ja punainen kirjainta B. Jos liittimeen tulee vain yksi kaapeli, ja se on väylän viimeinen tai ensimmäinen liitin, tarvitsee piirilevyllä oleva kytkin asettaa ON-asettoon. Se lisää väylään terminointivastuksen, joka tarvitaan väyläkaapelin päissä olevissa liittimissä. Erityisen tärkeää on myös huomioida väyläkaapelissa oleva maadoitus. Maadoitus ei ole pelkästään häiriöiden poistamiseksi, vaan myös koko väylän toimivuuden takaamiseksi. Väylän maadoitus aiheutti paljon harmaita hiuksia laitteiden asennuksen yhteydessä, kun väylä ei tahtonut toimia. Syyksi osoittautui yksi Profibus-liitin ja sen huono maadoitus. Maadoitus kuoritaan esiin väyläjohdosta ja liitetään Profibus-liittimen vedonpoistoon, joka näkyy kuvassa 6.3 harmaana kappaleena, jossa on kaksi kiristysruuvia. Vedonpoisto toimii maadoituksen jakajana, joten maadoitus siirtyy sen avulla myös lähtevään kaapeliin.



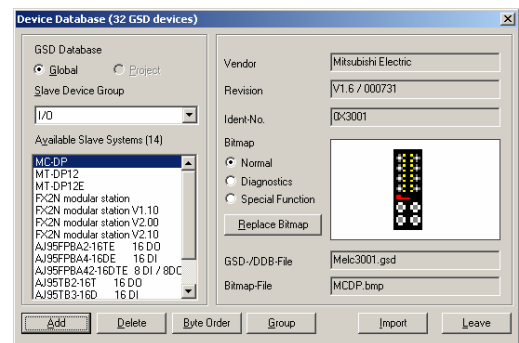
Kuva 6.3 BK3150 Profibus-liitin

6.2 Konfigurointi logiikkaan

Hajautetun I/O:n konfigurointi Mitsubishin logiikkaan tapahtuu GX Configurator-DP -ohjelman avulla. Ohjelmalla määritetään Profibus-väylässä olevat lohkot ja niiden osoitteet. Ennen lohkojen määrittystä ohjelmalle tarvitsee syöttää valmistajan GSD- tai GSE-tiedostot. Tiedostot kuvaavat ohjelmalle asennettavan laitteen ominaisuudet ja mahdollistavat laitteiden välisen kommunikoinnin tietyn standardin rajoissa. Tiedostot ovat ladattavissa valmistajan sivuilta ilman erillistä maksua. Lataamisen jälkeen tiedostot asennetaan GX Configurator-DP:iin kuvan 6.4 mukaisesta paikasta. GSD-tiedostojen tietokanta näyttää kuvan 6.5 mukaiselta. Sieltä löytyvät olemassa olevat määrykset muutamalle laitteelle, mutta omien lisääminen on mahdollista ja pakollista, jos halutaan saada uusia laitteita väylään. Kuvan 6.5 vasemmasta alareunasta löytyvät muokkaamiseen tarvittavat painikkeet. Kun GSD-tiedosto on lisätty tietokantaan, se ilmestyy "Available Slave Systems" -listaan.

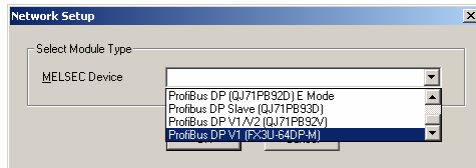


Kuva 6.4 GSD-tietokannan sijainti

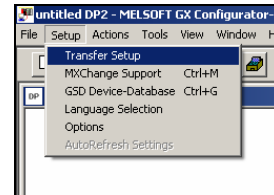


Kuva 6.5 GSD-tiedoston lisääminen

Uuden väylämäärityksen aloittaminen tapahtuu valitsemalla File-valikosta kohta New. Eteen avautuu ikkuna, jossa pyydetään valitsemaan käytettävä moduuli (kuva 6.6). Moduuliksi valitaan "FX3U-64DP-M". Tämän jälkeen hyväksytään valinta ja siirrytään muihin määrittämiin. Setup-valikosta valitaan kohta "Transfer Setup" (kuva 6.7).

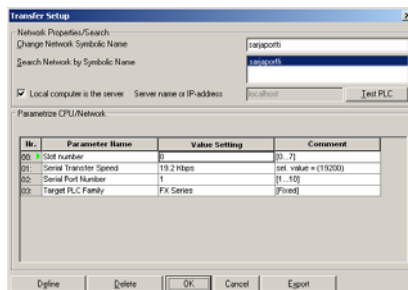


Kuva 6.6 Network Setup

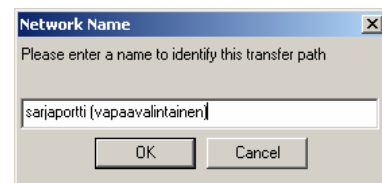


Kuva 6.7 Transfer Setup-valikko

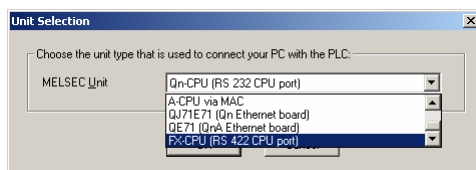
Eteen avautuu "Transfer Setup"-ikkuna (kuva 6.8), jossa aluksi määritellään nimi halutuille asetuksille (kuva 6.9). Nimellä ei tässä tapauksessa ole suurta väliä, koska muita määrittämiä ei tähän projektiin tehdä. Seuraavaksi avautuu kuvan 6.10 mukainen ikkuna, jossa kysytään käytettävää siirtomuotoa asetusten siirtämiseksi. Valitaan kohta "FX-CPU/RS 422". Kun valinta on hyväksytty, täyttyy kuvan 6.8 ikkuna tarvittavilla asetuksilla. Tässä vaiheessa asetusten oikeellisuutta voidaan testata painikkeella "Test PLC".



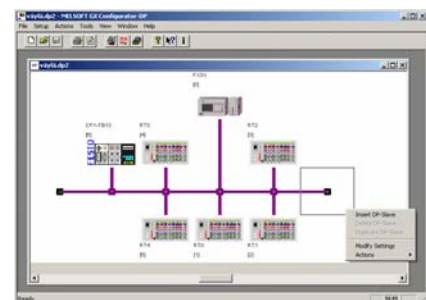
Kuva 6.8 Transfer Setup



Kuva 6.9 Network Name



Kuva 6.10 Unit Selection



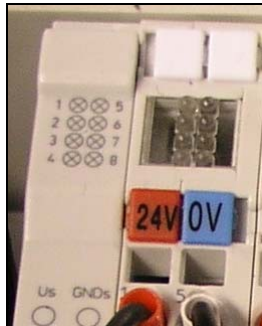
Kuva 6.11 Projektin ulkoasu

Kun asetukset on määritetty, voidaan siirtyä laitteiden määrittämiseen. Kuvassa 6.11 nähdään valmiiksi määritetty projekti. Laitteita voidaan lisätä väylän päissä olevista

mustista neliöistä. Painamalla hiiren oikeata näppäintä neliön kohdalla avautuu ikkuna, josta valitaan "Insert DP-Slave". Avautuneesta ikkunasta valitaan haluttu laite. Laite liittyy väylään tekemällä oman haaran verkostoon. Kun tarvittavat laitteet on lisätty väylään, voidaan aloittaa jokaisen laitteen määrittysten tekeminen. Laitteiden määrittymiseen pääsee painamalla väylään lisätyn laitteen kohdalla hiiren oikeata näppäintä. Valikosta valitaan "Modify Settings". Tämän jälkeen laitteelle annetaan valinnainen nimi, sekä laitteen Profibus-osoite kohtaan "FDL-address". Laitteen I/O-määrittymiset tehdään ikkunan "Select Modules" -kohdasta. Tarkemmat määrittymiset löytyvät liitteestä 5.

6.3 Merkkivalot

Väyläohjaimen päältä löytyvät laitteen tilaa kuvaavat diagnostiikka-valot (kuva 6.12). Niiden avulla on mahdollista todeta erilaiset virhetilanteet ja löytää virheeseen johtava syy. Vaikka valojen avulla ei ole mahdollista paikantaa kuin aivan selvimmät vikatapaukset, voi niiden avulla havaita nopeasti, jos jokin on vialla. Olennaisimmat valot laitteen kannalta ovat väylä- ja jännitemerkkivalot. Kun väylä on toiminnassa ja jännitesyöttö elektroniikalle on liitetty, tulisi oikeiden asetusten jälkeen ledien 1,5 ja 7 palaa vihreinä.



Kuva 6.12 Väyläohjain
BK3150

| | | | | |
|---|---|---|--------|-------------------------------|
| 1 | ● | 5 | 1. RUN | 5. POWER LED - BUS COUPLER |
| 2 | ● | 6 | 2. BF | 6. POWER LED – POWER CONTACTS |
| 3 | ● | 7 | 3. DIA | 7. BUS I/O RUN |
| 4 | ● | 8 | 4. - | 8. BUS I/O ERROR |

Kuva 6.13 Diagnostiikka valot

7 FESTO CPX-FB13 TERMINAALI /6/

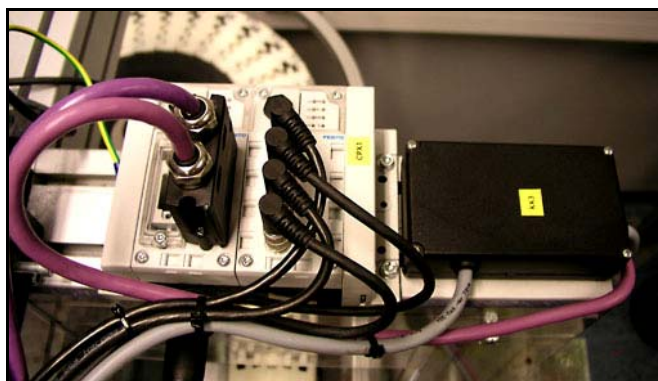
Vanhasta kokoonpanosta löytyi kaksi väylää, DeviceNet- sekä CAN-väylä. CAN-väylä toimii manipulaattorin paineilmatermiinalin ohjauksen yhteydessä ja entinen DeviceNet, CAN-väylän ja logiikan välillä. Näistä CAN-väylä haluttiin säästää, ja logiikkaan valittiin Profibus FX3U-64DP-M –väyläohjain. Tästä syystä rajapinta CAN-väylän ja Profibus-

väylän tarvitsi oman yksikkönsä. Siihen tarkoitukseen valittiin Feston CPX-FB13 -terminaali (kuva 7.1). Sen avulla pystytään kommunikoimaan logiikan kanssa Profibus-väylällä sekä siirtämään tietoa CAN-väylässä. CAN-väylää käytetään manipulaattoreiden paineilmaterminaalin ohjaukseen sekä manipulaattorin antureiden lukemiseen. CAN-väylä alkaa CPX-FB13 -terminaalin neljästä pyöreästä liittimestä ja Profibus-väylä 9-napaisesta D-liittimestä.



Kuva 7.1 CPX-FB13 pöydällä testauksessa

CPX-FB13 terminaalista löytyy liittimien lisäksi laitteen ohjelmointiliitäntä, terminaalin osoitteen valintaan ja diagnostiikkaan liittyviä DIP-kytkimiä sekä SAVE-painike, jolla voidaan tallentaa nykyinen haluttu konfiguraatio. Reunasta löytyy myös jännitteensyöttöön tarkoitettu M18-liitin.



Kuva 7.2 Kokoonpanoon liitetty CPX-FB13 sekä musta jakorasia

Kuvassa 7.2 nähdään asennettu CPX-FB13 terminaali, johon on kytketty Profibus-liitin ja kaapelit sekä neljä CP-liitäntäistä CAN-väylä johtoa.

7.1 Profibus-liitäntä

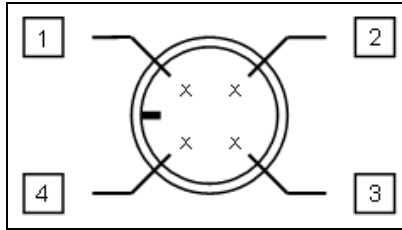
CPX-FB13 terminaalia varten on olemassa Feston oma Profibus-liitin. Liittimessä on liitäntä kahdelle väyläkaapelille ja lisäksi siitä löytyy kytkin terminointivastuksen käyttöönottoon. Liitäntä on sama kuin BK3150 tapauksessakin, liitin on vain hieman erilainen. Täten samat periaatteet kuin BK3150:n kohdallakin pätevät. Maadoitus kannattaa muistaa tehdä hyvin ja tarkastaa johtavuus vielä asennuksen jälkeenkin.



Kuva 7.3 CPX-FB13 –moduulin oma Profibus-liitin

7.2 Käyttöjännite

Jännitteen syöttö CPX-FB13 terminaaliin tapahtuu M18-liitäntän kautta. Liitäntässä kulkee kaksi +24VDC syöttöä. Ensimmäinen 24 voltin syöttö tulee elektroniikalle virtalähteeltä T1. T1 käynnistyy heti, kun pääkytkin on käännetty, joten CPX-FB13 elektroniikka saa virtansa välittömästi. Toinen syöttö, joka tulee jännitelähteeltä T2, syöttää CPX-FB13 paineilmatervinaaleja ja muita ei ensisijaisesti sähköä tarvitsevia laitteita. T2 käynnistyy, kun järjestelmän hätäseis-piiri on aktivoitu ja käynnistyspainikkeesta painettu. Kuvassa 7.4 näkyy M18-pinnien numerointi. Pinni 1 on tarkoitettu elektroniikalle ja antureille, pinni 2 venttiileille ja ulostuloille. Pinni 3 on jännitelähteiden maa, ja pinni 4 on laitteen suojamaa.



**Kuva 7.4 CPX-FB13 terminaalin
M18-liitäntä (uros)**

7.3 Konfigurointi logiikkaan

CPX-FB13 määritellään ohjelmalla GX Configurator DP. Samaa ohjelmaa käytettiin myös hajautetun I/O:n kanssa. Ohjelmalla määritellään laitteessa käytettävä I/O-määrä, sekä tässä tapauksessa myös itse laite. Noudattaen samoja menettelytapoja kuin luvussa 6.2, on CPX-FB13 mahdollista liittää Profibus-väylään. Tarkemman määrittelyt löytyvät liitteestä 5.

7.4 Merkkivalot

Koska CPX-terminaali on kytketty samalla tavoin kuin hajautettu I/O:kin, saa se jännitesyöttönsä kahdelta eri virtalähteeltä. Tästä syystä merkkivalot ilmoittavat tilansa kahdessa eri tapauksessa, ennen käynnistystä ja jälkeen käynnistyksen (taulukko 7.1). Koska toinen virtalähde syöttää laitteessa kiinni oleville venttiileille ja antureille virran vasta käynnistyksen jälkeen, kuvittelee CPX-terminaali jotain olevan vialla ennen käynnistystä. Tästä ei kuitenkaan tarvitse välittää, koska virheet poistuvat käynnistyksen yhteydessä.

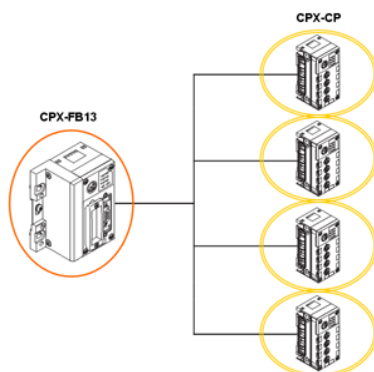
Taulukko 7.1 CPX-FB13 diagnostiikka valot

| Ennen käynnistystä / pelkkä elektroniikka | | Käynnistyksen jälkeen | |
|---|-----------------|-----------------------|-----------|
| PS vihreä | PS vihreä | PS vihreä | PS vihreä |
| PL vihreä | PL vilkkuu vih. | PL vihreä | PL vihreä |
| SF vilkkuu pun. | RN vihreä | | RN vihreä |
| Salama ja L1-L4 vilkkuvat punaisella | | | |

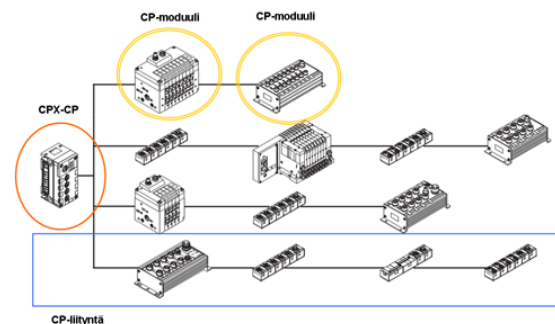
7.5 CP-liitäntä

Kokoonpanon CPX-terminaali koostuu kahdesta eri osasta, väyläohjaimesta FB13 sekä CP-ohjaimesta (kuva 7.5). Väyläohjain FB13 huolehtii Profibus-liikenteestä ja CP-ohjaimien liittymisestä väylään. CP-ohjain huolehtii puolestaan CP-moduuleiden liittymisestä CPX-terminaaliin. Väyläohjain FB13 tarjoaa 512 I/O:ta ja yksittäinen CP-ohjain haluaa itselleen 128 I/O:ta. Täten maksimissaan neljä CP-ohjainta voidaan kytkeä yhteen väyläohjaimeseen (kuva 7.5). Kokoonpanon CP-ohjaimesta löytyy neljä CP-liityntää moduuleille (kuva 7.6). Yhteen CP-liityntään voidaan muodostaa maksimissaan neljän moduulin sarja. Yhteen tällaiseen sarjaan voi liittää 32 I/O:n, koska se on neljäsosa CP-ohjaimen koko kapasiteetista.

Projektin kokoonpanoon sisältyy yksi väyläohjain FB13 ja yksi CP-ohjain. CP-ohjaimesta löytyy neljä CP-liityntää ja jokainen liityntä huolehtii yhden manipulaattorin toiminnosta. CP-liityntään on ensimmäiseksi liitetty paineilmaterminaali, ja sarjaan jatkoksi on kytkettynä vielä anturiterminaali.



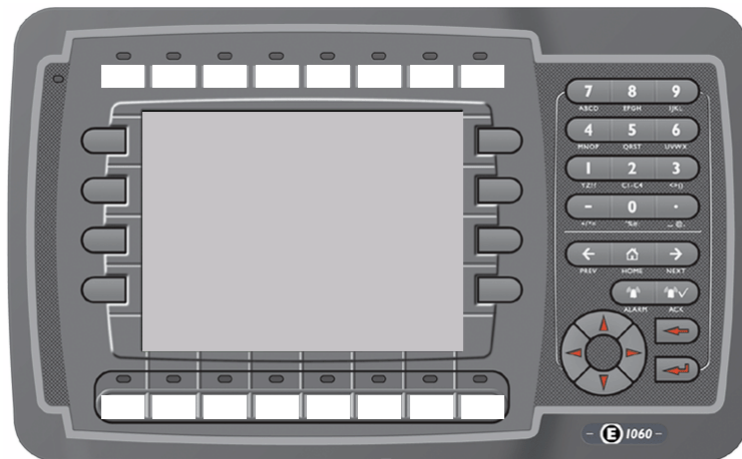
Kuva 7.5 CPX-FB13 ja maksimi määrä CPX-CP ohjaimia



Kuva 7.6 CPX-CP ja moduulit

8 NÄYTTÖPANEELI E1060

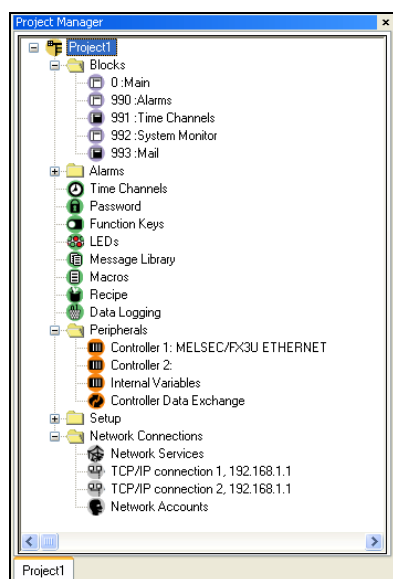
Näyttöpaneeliksi valittiin operointipääte E1060 (kuva 8.1). Siitä löytyy 5,7” värinäyttö, runsaasti ohjelmoitavia funktionäppäimiä ja numeronäppäimistö tiedon syöttämistä varten. Tässä projektissa ei numeronäppäimiä tarvittu, koska tarvetta lukujen syöttämiseen ei ollut. Ainoastaan käytettiin funktionäppäimiä, joilla liikutaan valikoista toiseen sekä valitaan haluttu toiminto. Mitsubishiin operointipäätteet ovat erittäin helposti ohjelmoitavia ja helppokäyttöisiä, joten valittu operointipaneeli sopii erinomaisesti tähän projektiin /7/.



Kuva 8.1 E1000-sarjan operointipäite E1060

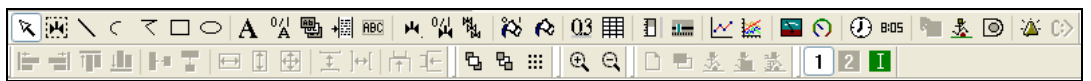
8.1 Käyttöliittymän sivujen luonti

Käyttöliittymän sivujen luontiin käytetään ohjelmaa nimeltä E-Designer. Sen avulla voidaan suunnitella sivut, muokata näyttöpaneelin asetuksia sekä testata sivujen toimivuutta. Aloitettaessa uutta projektia näkymän ohjelman Project Manager-välilehdellä pitäisi näyttää suurin piirtein samalta kuin kuvassa 8.2. Asetuksista ei vielä tässä vaiheessa tarvitse välittää, vaikka ne eroavaisivatkin kuvan asetuksista.



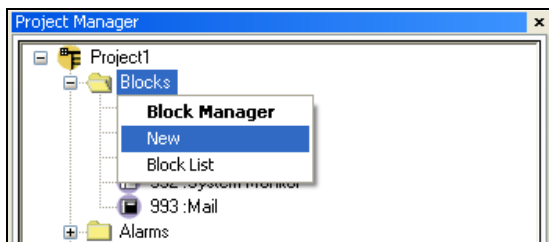
Kuva 8.2 Project Manager

Oletuksena E-Designer on luonut muutamia sivuja, joiden avulla voi päästä alkuun. Sivut löytyvät Blocks-kohdan alta (kuva 8.2) ja niistä 0:Main-sivu on oleellisin. 0:Main-sivu on pääsivu, jonka näyttöpaneeli lataa näytölle kun se käynnistetään. Sivun saa auki, kun tuplaklikkaa 0:Main kohtaa. Tämän jälkeen aukeaa uusi ikkuna, jota kehystää näyttöpaneelin kuva. Näyttöpaneelin keskelle harmaaseen tilaan suunnitellaan haluttu ulkonäkö kyseiselle sivulle. Suunnittelua varten on työkaluvalikko (kuva 8.3), josta löytyvät peruspiirtotyökalut. Piirtotyökalujen lisäksi valikosta löytyy myös logiikan muuttujilla ohjattavia toimintoja kuten digitaalinen täyttö.



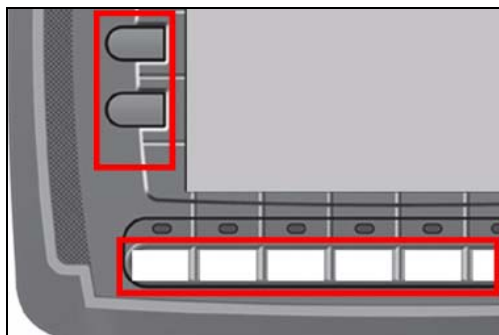
Kuva 8.3 Työkaluvalikko

Kun ensimmäinen sivu on luotu, voidaan aloittaa seuraavien sivujen luominen. Uusien sivujen luominen tapahtuu painamalla hiiren oikeata painiketta Blocks kohdan päällä Project Managerissa (kuva 8.4).



Kuva 8.4 Uusien sivujen luominen

Sivut ovat tässä vaiheessa vielä yksittäisiä kokonaisuuksia, mutta ne voidaan liittää toisiinsa esimerkiksi paikallisten funktionäppäimien avulla. Paikalliset funktionäppäimet ovat näyttöruudun ympärillä olevia painikkeita (kuvassa 8.5 punaisella). Jokaiselle sivulle voidaan luoda omat paikalliset toiminnot näille funktionäppäimille, tai funktionäppäimestä voidaan tehdä yleinen, jolloin sen toiminto on sama jokaisella sivulla.



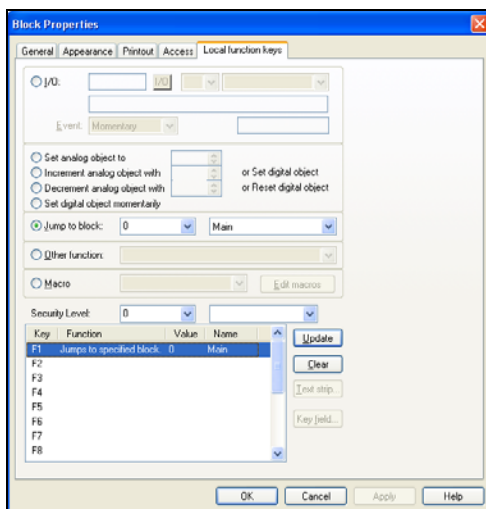
Kuva 8.5 Funktionäppäimet

Funktionäppäimiä pääsee määrittämään tuplaklikkaamalla hiirellä funktionäppäintä (kuva 8.5). Tämän jälkeen aukeaa ikkuna, josta on mahdollista valita joko paikallinen tai yleinen funktionäppäimen määrittäminen (kuva 8.6). Valinnan voi vielä muuttaa myöhemmin, mutta tässä vaiheessa on valittava toinen tarjotuista.



Kuva 8.6 Funktionäppäimien eri tyypit, Local ja Global

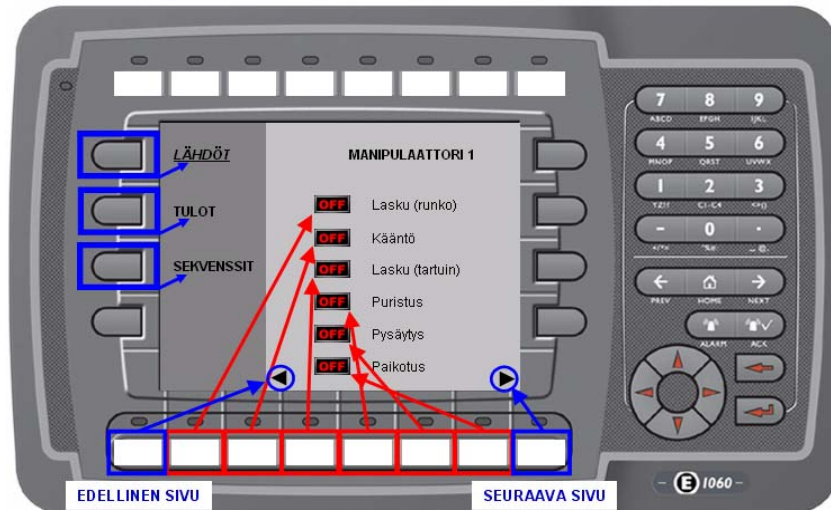
Määritettäessä paikallista funktionäppäintä sivulle seuraavaksi aukeaa sivun ominaisuusikkuna (kuva 8.7). Ikkunasta nähdään kaikkiin funktionäppäimiin liitetyt toiminnot sekä pystytään muokkaamaan niitä. Tässä tapauksessa, kun halutaan liittää sivuja toisiinsa eli toisin sanoen tehdä siirtymä niiden välille, käytetään kohtaa ”Jump to block”. Siinä määritellään, mille sivulle siirrytään, kun painetaan kyseistä funktionäppäintä.



Kuva 8.7 Toimintojen liittäminen funktionäppäimiin

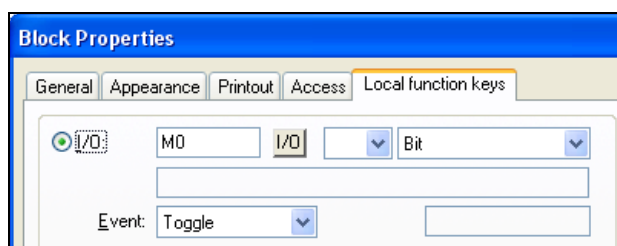
Tutkintotyössä olevaan näyttöpaneeliin luotiin toiminnallisuudet eli vuorovaikutus logiikan kanssa myös funktionäppäimillä. Pääperiaatteessa sivujen väliset siirtymät on sijoitettu näytön vasemmanpuoleisille funktionäppäimille ja toiminnallisuudet näytön alapuolella oleviin (kuva 8.8). Ainoana poikkeuksena on se, että jos vasemmanpuoleisilla funktionäppäimillä siirryttäessä toiselle sivulle, sivulla on alisivuja, on myös näytön

alapuolella olevien funktionäppäimien reunimmaisiet painikkeet tarkoitettu sivujen siirtymiin (kuva 8.8).



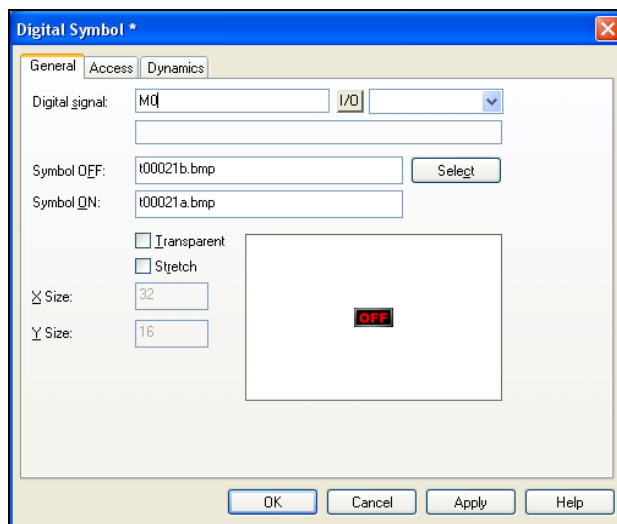
Kuva 8.8 Funktionäppäimien tarkoitukset sivujen toiminnan kannalta

Kun siirtymät on luotu sivujen välille, voidaan aloittaa toimintojen liittämisen sivuihin; olettaen kuitenkin, että graafinen ulkoasu on myös luotu. Koska toiminnallisuksia ohjataan myös funktionäppäimillä, tapahtuu niiden määrittäminen samalla tavoin kuin siirtymienkin. Mutta koska tässä tapauksessa ei ole tarkoitus siirtyä sivulta toiselle, on määritettävä funktionäppäimelle toinen toiminto kuin "Jump to block". Tähän tarkoitukseen soveltuu kohta "I/O" (kuva 8.7). Toiminnallisuksilla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, kuinka voidaan olla vuorovaikutuksessa logiikan kanssa. Näyttöpaneelista voidaan ohjata logiikan muuttujia suoraan kohdan "I/O" kautta. Kun logiikka havaitsee, että määritellyn muuttujan tila on muuttunut, tekee se siihen liittyvät toimenpiteet. I/O-kohdassa määritellään, mihin muuttuun halutaan funktionäppäimen painaminen liittää ja miten se siihen vaikuttaa. Kuvassa 8.9 on liitetty muuttuja M0 johonkin funktionäppäimeen ja asetettu sen painamisen muuttavan muuttujan tilaa (Toggle). Muuttuja on boolean-tyyppinen, ja siten se voi saada vain arvot 0 tai 1. Muutos tapahtuu arvosta toiseen.



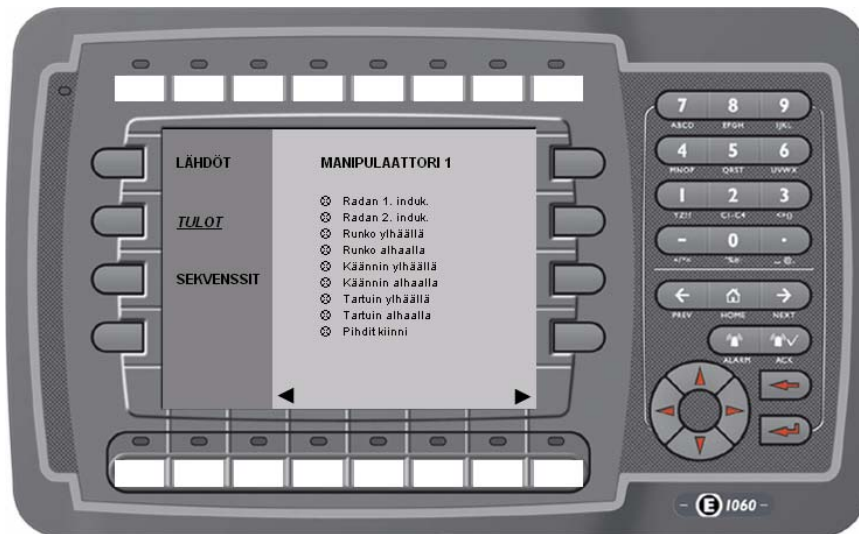
Kuva 8.9 Funktionäppäimen liittäminen muuttuun ja painalluksen vaikutuksen määrittäminen

Jotta muuttujan tilan muutos voitaisiin nähdä, tarvitsee sen arvo liittää johonkin visuaaliseen ilmaisimeen. Kuvassa 8.8 nähdään punaisella rajatut funktionäppäimet, sekä näytöllä niihin liitetyt kohteet. Jokaisen kohteen edessä on ilmaisimien, joka kuvaa muuttujan tilaa. Ilmaisimien voidaan laittaa osoittamaan muuttujan tilaa visuaalisilla arvoilla ON tai OFF. Muuttujan tila voidaan sijoittaa kumpaan tahansa arvoon ON tai OFF, tarkoituksesta riippuen. Tuplaklikkaamalla haluttua ilmaisinta avautuu siihen liittyvien ominaisuuksien ikkuna (kuva 8.10). Kirjoittamalla kohtaan ”Digital signal” muuttujan nimi, jota halutaan tarkkailla, ilmaisimien vaihtaa näytöllä ON tai OFF –tekstiä, riippuen muuttujan tilasta. Jos halutaan, että muuttujan tila vastaa ON-tekstin sijasta OFF-tekstiä, voidaan yksinkertaisesti vaihtaa ilmaisimien ON- ja OFF-tilaa vastaavien kuvatiedostojen paikkoja keskenään (kuva 8.10).



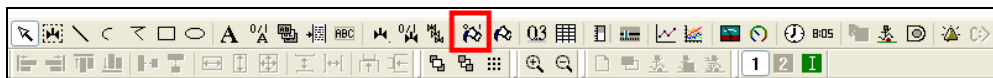
Kuva 8.10 Ilmaisimeen liitetyn muuttujan määrittäminen

Samana ilmaisinta voitaisiin käyttää myös antureiden tilan lukemiseen. Kuvan 8.10 muuttujan M0 tilalle sijoitettaisiin tarkasteltavan anturin muuttuja, jolloin ilmaisimesta tulisi anturin tilan näyttö. Liitteessä 2 on listattu kaikki anturit ja toimilaitteet, sekä muuttujat joihin ne ovat liitetty. Näyttöpaneelissa ei kuitenkaan käytetty antureiden tilan lukemiseen yllä kerrottua tapaa, vaan toista vastaavaa ilmaisintyyppiä. Saman tehtävän olisi saanut tehtyä valmiillakin ilmaisimilla, mutta tässä tapauksessa käytettiin kuitenkin digitaalista täyttöä. Digitaalinen täyttö toimii samalla tavoin kuten ON/OFF-ilmaisimien, mutta se on vain visuaalisesti yksinkertaisempi (kuva 8.11).



Kuva 8.11 Ensimmäisen manipulaattorin sisääntulojen näyttöikkuna

Digitaalinen täyttö täyttää nimensä mukaisesti halutun alueen määritellyllä värillä, riippuen siihen liitetyn muuttujan tilasta. Digitaalinen täyttö löytyy työkaluriviltä (kuva 8.12)



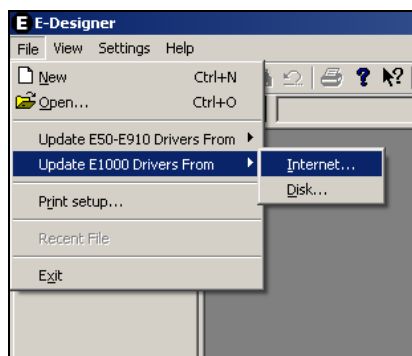
Kuva 8.12 Työkalurivi, jossa korostettuna digitaalisen täytön valinta

Tämän lisäksi on määriteltävä alue, jonka digitaalinen täyttö täyttää. Alueen ei kannata olla monimutkainen, jolloin siihen ei kulu turhaa laskentatehoa. Kuvassa 8.11 on käytetty ympyrää rajaamaan täytettäväksi tarkoitettua aluetta. Valmiit sivut on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 4.

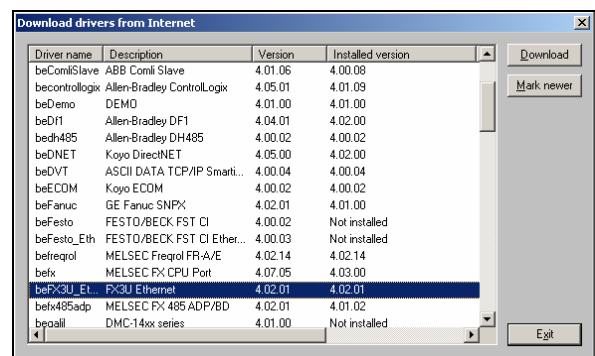
8.2 Asetukset ja sivujen lataaminen näyttöpaneeliin

Kun sivut on luotu, tarvitsee ne seuraavaksi siirtää näyttöpaneeliin. Tässä projektissa siirtäminen tapahtuu Ethernetin välityksellä, mutta muitakin vaihtoehtoja on. Ethernet on siitä hyvä, että samalla johdolla onnistuu kommunikointi sekä asetusten ja näyttösivujen lataaminen näyttöpaneeliin. Ethernet-kaapeli voidaan asentaa kiinteästi laitteistoon, eikä näyttöpaneelin kotelo tarvitse erikseen avata sivujen lataamiseksi. Lataaminen olisi voitu tehdä myös sarjakaapelilla ja liittää se kiinteästi tietokoneeseen, mutta johtojen määrä olisi kasvanut.

Ennen varsinaisten asetusten tekemistä tarvitsee tarkistaa, onko E-Designer -ohjelmaan asennettu FX3U Ethernet-tuki. Uusia ajureita voidaan lisätä kuvan 8.13 osoittamasta paikasta. Kuvassa 8.14 nähdään ladattavissa olevat ajurit, versiotiedot sekä se, onko kyseinen ajuri asennettu koneelle. Jos listan "Installed version"-sarakkeen ja "FX3U Ethernet" -rivin kohdalla lukee versionumero, on tarvittava ajuri asennettu. Seuraavaksi voidaan aloittaa varsinaisten yhteysasetuksien määrittäminen.

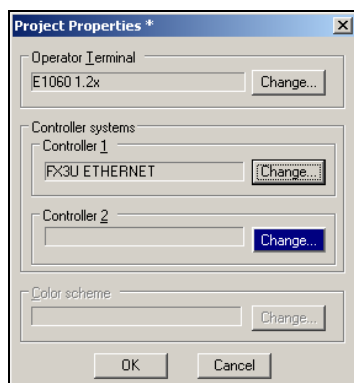


Kuva 8.13 Ajurien päivitys

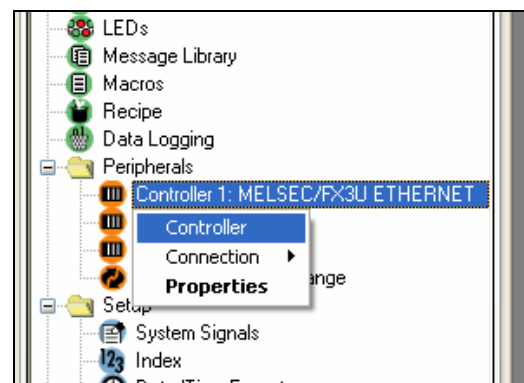


Kuva 8.14 Ladattavien ajurien tietokanta

Uutta projektia luotaessa voidaan määrittää näyttöpaneelin tyyppi sekä siihen liitettävä ohjain. Kuvassa 8.15 määritellään näyttöpaneelin tyyppiä tälle projektille E1060 ja ohjaimeksi FX3U-logiikka ja sen Ethernet-moduuli. Jos projekti on jo luotu ja näyttöpaneeli tai ohjain asetettu vääräksi, voidaan se muuttaa kuvan 8.16 osoittamasta paikasta.

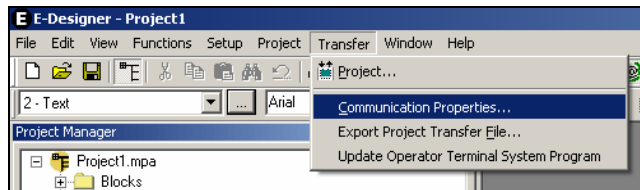


Kuva 8.15 Project Properties



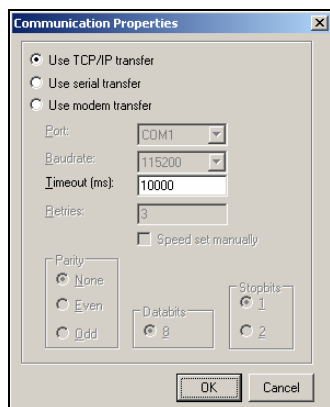
Kuva 8.16 Controller-valikko

Kun näyttöpaneeli ja ohjain ovat oikein, on seuraavaksi vuorossa yhteysasetuksien määrittäminen. Yhteysasetukset löytyvät kuvan 8.17 mukaisesta paikasta. Siellä määritetään, millä yhteystavalla näyttöpaneeliin otetaan yhteyttä, kun siihen siirretään tietoa. Tässä tapauksessa kumpaankin, sekä tietojen välittämiseen että asetusten ja sivujen lataamiseen, käytetään Ethernet-vaihtoehtoa. Valitaan siis vaihtoehdoksi TCP/IP transfer (kuva 8.18) ja hyväksytään valinta.

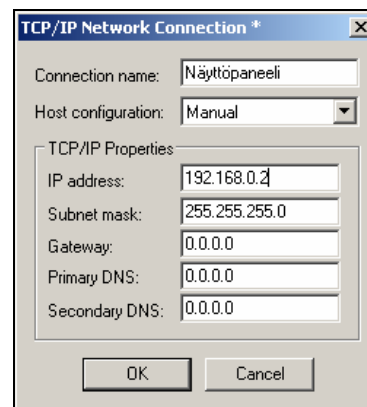


Kuva 8.17 Transfer-valikko

Sivujen lataamiseksi tarvittavat asetukset on tehty, kun kuva 8.18 on asetettu oikein. Seuraavaksi määritellään vielä tiedonsiirtoon liittyvät asetukset. Niiden avulla näyttöpaneeli ja ohjain osaavat kommunikoida. Kuvassa 8.19 näkyvät tämän projektin kannalta tarvittavat tiedonsiirto asetukset. Näyttöpaneelin IP on määritetty osoitteeksi 192.168.0.2. Muut osoitteet löytyvät liitteestä 3.

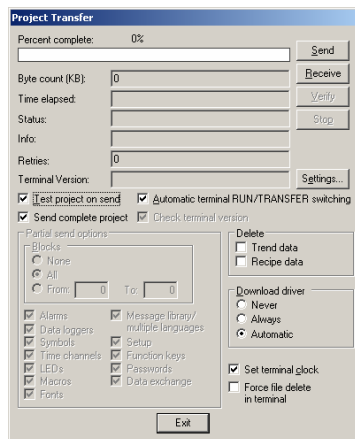


Kuva 8.18 Communication Properties

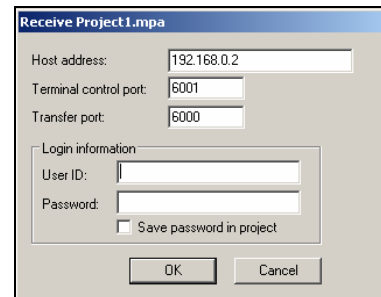


Kuva 8.19 Network Connections

Asetukset ovat edellisten määritysten jälkeen valmiita, joten sivujen lataaminen näyttöpaneeliin ja sieltä pois on nyt mahdollista. "Project Transfer"-valikko löytyy E-Designer ohjelman valikosta "Transfer" ja sieltä kohta "Project". Avautunut ikkuna näyttää kuvan 8.20 mukaiselta. Sen avulla on mahdollista siirtää sivut ja asetukset näyttöpaneeliin tai päinvastoin. Ikkunasta valitaan joko "Send" tai "Transfer" tarpeen mukaan. Seuraavaksi avautuu vielä ikkuna (kuva 8.21), joka kysyy näyttöpaneelin IP-osoitetta, johon tiedot on tarkoitus lähettää. Kun kuvan 8.21 mukaiseen ikkunaan on annettu osoite ja hyväksytty se, alkaa tietojen siirto haluttuun suuntaan.



Kuva 8.20 Project Transfer



Kuva 8.21 Projektin vastaanotto- ja lähetysikkuna

9 MITSUBISHI FX3U /8/

Muiden laitteistoon tehtävien muutosten lisäksi myös logiikka uusittiin. Vanhassa kokoonpanossa oli käytetty Omronin logiikkaa, ja opetuksellisista syistä uuteen kokoonpanoon oli tarkoitus liittää Mitsubishin logiikka. Logiikaksi valittiin Mitsubishin uusimman FX3U-sarjan malli 32M (kuva 9.1). Logiikasta löytyy valmiiksi mukana 16 sisääntuloa ja 16 lähtöä. Näille ei tosin vielä tässä vaiheessa käyttöä ilmennyt, koska tarkoitus oli hyödyntää Profibus-väylää ja siihen liitettuja hajautettuja I/O moduuleita.



Kuva 9.1 Mitsubishin logiikka FX3U

Logiikan etupaneelissa on merkivalot jokaiselle lähdölle ja tulolle, sekä myös diagnostiikkavalot jännitteen, operointitilan, varmistuspatterin tilan ja yleisen virheen

osoittamiseksi. Vasemmassa alakulmassa on käyttökytkin (kuva 9.1), jolla voidaan määrittää, suoritetaanko logiikassa olevaa ohjelmaa vai ei. Käyttökytkimen vierestä löytyy myös ohjelmointikaapelin liitäntäpaikka, joka liitetään tietokoneeseen, kun halutaan konfiguroida logiikkaa tai siirtää siihen haluttu ohjelma. Logiikkaan voidaan liittää erillisiä moduuleita, joiden avulla saadaan lisättyä ominaisuuksia logiikan perus I/O-liitäntöjen lisäksi. Logiikan oikeasta reunasta keskeltä etupaneelia (kuva 9.1) irtoaa suojus, jonka alta löytyy liitäntä ulkoisia moduuleita varten. Moduulissa itsessään on kaapeli, jota käytetään logiikkaan liittämiseksi. Moduulissa on myös vastaava liitäntä kuin logiikassa, jonka avulla vielä liitettävän moduulin jälkeenkin on mahdollista liittää vielä muita moduuleita jatkoksi.

9.1 Sähkönsyöttö

Kokoonpanoon valittu logiikka käyttää 24 voltin tasajännitettä. Logiikka, kuten muutkin jatkuvasti virtaa tarvitsevat laitteet, on syötetty virtalähteen T1 tai T3 kautta (liite 1). Nämä virtalähteet ottavat tehonsa ennen pääkontaktoria, joka saa ohjauksensa turvareleen kautta. Siksi logiikka on päällä siitä lähtien kun pääkytkin on käännetty ON-asentoon.

9.2 FX3U-64DP-M /9/

FX3U-64DP-M on FX3U-sarjaan liitettävä Profibus-moduuli. Sen avulla on mahdollista kytkeä logiikka Profibus-väylään ja siten mahdollistaa liikennöinti väylässä olevien laitteiden kanssa. Tässä tutkintotyössä kaikki I/O-liikenne tapahtuu väylän kautta, joten moduulina tässä tapauksessa se on välttämätön. Moduuli toimii väylän Master-lohkona ja pystyy sekä lukemaan että kirjoittamaan väylään liitettyihin Slave-lohkoihin. Väylässä on mahdollista olla maksimissaan 64 Slave-moduulia.

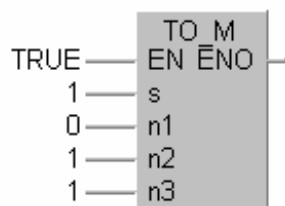
Profibus-liitäntä

FX3U-64DP-M-moduuliin on käytetty samanlaista Profibus-liitintä kuin hajautetun I/O:n kanssa. Siitä syystä väyläkaapelin liittämiseksi moduuliin pätevät samat ohjeet kuin luvussa 6.1. Koska FX3U-64DP-M-moduuli on väylän päässä, on muistettava asettaa terminointivastus aktiiviseksi. Liittimen sisältä löytyy kytkin tähän tarkoitukseen. Terminointivastuksen lisäksi on syytä tehdä huolella myös maadoitus, jotta selvittäisiin vaikeasti paikannettavilta ongelmilta tulevaisuudessa.

Asetukset

Väyläohjain FX3U-64DP-M on liitettävä logiikan käytettäväksi samalla tavalla kuin hajautetun I/O:n lohkokin. Tarkoitukseen käytetään GX Configurator DP –ohjelmaa, jonka käyttöön liittyvät ohjeet löytyvät luvusta 6.2. Kaikki hajautetun I/O:n ja FX3U-64DP-M:n määrittelyt löytyvät liitteestä 5.

Ilman mitään suurempia vaatimuksia väylän suhteen voidaan moduulin ja täten myös väylän liikennöinti käynnistää logiikkaohjelman avulla hyvin yksinkertaisesti. Tähän tarkoitukseen soveltuu TO_M FB, jonka käytöstä on tarkempi selostus luvussa 10.2. Sen avulla voidaan asettaa BFM-alueeseen bitti, joka käynnistää liikennöinnin väylässä.



Kuva 9.2 Väylän käynnistys

Tekemällä kuvan 9.2 mukainen toimenpide pyydetään "Data Exchange Start Request Flag" –lippua käynnistämään väylän. Lippu sijaitsee FX3U-64DP-M –moduulin BFM alueella osoitteessa 1 ja bitissä 0. Tämä yksinään riittää käynnistämään väylän, jos mitään muuta toimenpidettä ei haluta sen lisäksi tehdä. Muut FX3U-64DP-M moduulin osoitteet ja määrittelyt löytyvät Mitsubishin kotisivuilta /9/.

9.3 FX3U-ENET

FX3U-ENET on liitetty logiikkaan heti FX3U-64DP-M-moduulin jälkeen. Se mahdollistaa Ethernet-liikennöinnin, ja sitä käytetään logiikan ja näyttöpaneelin väliseen tiedonsiirtoon. Kun asetukset ovat kunnossa, moduulin käyttöön ei tarvitse puuttua. Se toimii saumattomasti näyttöpaneelin kanssa, koska näyttöpaneelista löytyy tuki FX3U-logiikan Ethernet-moduulille. Tuki tosin tarvitsee useimmissa tapauksissa erikseen asentaa, mutta

se onnistuu vaivatta E-Designer-ohjelmasta käsin, kun nettiyhteys on käytössä. Asetukset FX3U-moduulin siirretään ohjelmalla FX Configurator EN.

Sähkönsyöttö

FX3U-ENET tarvitsee 24 VDC syötön. Moduuli saa tarvittavan virtansa T1-virtalähteen kautta (liite 1) riviliittimiltä, ja siten se myös käynnistyy välittömästi pääkytkimen kääntämisen jälkeen.

Ethernet-kaapeli

Ethernet-kaapelin näyttöpaneelin ja FX3U-ENET:n välillä pitää olla ristiinkytketty. Se tarkoittaa sitä, että kierretyt parit johdon sisällä eivät ole kytkettyinä samoihin numeroihin johdon kummassakin päässä. Liitteessä 1 on kytkentäkuva tämänlaista suoraa kytkentää varten. Huomioitavaa on kuitenkin se, että aivan lopuksi kokoonpanoon lisättiin reititin, joka muuttaa kytkentää. Reititin lisättiin, jotta kaapeleita ei tarvitsisi irrotella sivujen lataamisen ja käytön välillä. Nyt kun reititin on kytketty, kaikki laitteet kytkettyvät siihen suoralla kytkennällä. Tämä tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että parit johdon sisällä on liitetty liittimien samoihin numeroihin johdon kummassakin päässä. Tarkemmat ohjeet ja määritykset löytyvät SFS-standardista /11/.

Asetukset

Asetukset FX3U-ENET-moduuliin ladataan ohjelmalla FX Configurator EN. Asetukset ja ohjelman ulkoasu löytyvät liitteestä 6. Ohjelmointikaapeli liitetään asetusten lataamiseksi logiikkaan, samalla tavoin kuin siirrettäessä logiikkaan ohjelmiakin. Tiedot siirtyvät logiikan kautta FX3U-moduuliin. Myös olemassa olevat asetukset voidaan lukea ohjelman avulla.

10 LOGIIKAN OHJELMOINTI

Logiikka oli tarkoitus ohjelmoida yksinkertaisesti ja siten, että siitä olisi mahdollisimman helppo jatkaa, kun laitteistolle keksitään jatkosovellutuksia. Kaikki toimilaitteet olivat kiinni väylässä, joten logiikan ohjelmointi keskittyi väylän toimintakuntoon laittamiseen sekä jonkinlaisen rajapinnan tekemiseen logiikkaohjelmien ja BFM:n välille. Väylän toimintakuntoon laittaminen ei edellyttänyt kuin yhden bitin asettamista, mutta rajapinnan luomiseen oli muutama vaihtoehto. Helpointa ja yksinkertaisinta oli suorittaa rajapinta

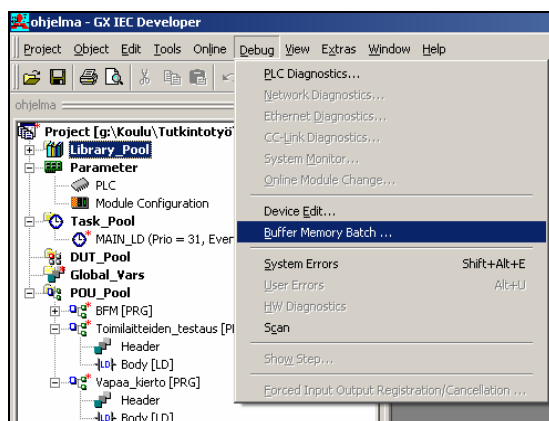
FROM- ja TO-käskyillä. Ne siirtävät tietoa haluttuun suuntaan logiikan muistipaikkojen ja BFM:n välillä.

Tarkoitus oli tehdä muuttajat M0—M84, joita asettamalla tai lukemalla toimilaitteita pystyi ohjaamaan ja monitoroimaan. Lisäksi muuttujia M85 ja M86 käytettiin esimerkkitarkoituksessa. Kun asetetaan SET-käskyllä M85, laitteisto pyörittää hetken aikaa paletteja radalla ja kokoaa ne yksitellen jokaisen manipulaattorin kohdalle. Sen jälkeen jokainen manipulaattori toimii identtisesti, ottaen kuvitteellisen muotin paletista ja jättäen sen ilmaan. Tämän jälkeen paletit kiertävät loputtomasti rataa ympäri, ainoastaan robotin kohdalla oleva pysäytin katkoo palettien kulkua. Robotin kohdalla oleva pysäytin huolehtii itsenäisesti siitä, että palettien välille syntyy eroa, jotta pysäyttäminen ja erotteleminen manipulaattorien kohdalla olisi helpompaa.

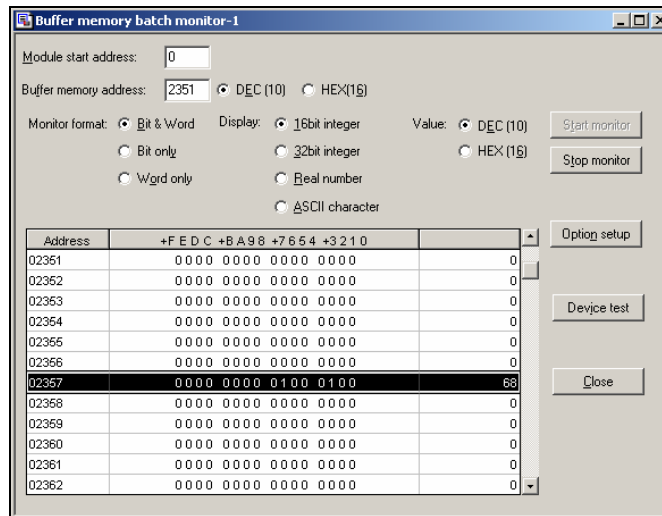
Muuttuja M86 puolestaan käy jokaisen toimilaitteen läpi ja ohjaa niitä yksitellen. Kun se on päässyt loppuun, alkaa uusi kierros alusta ja jatkuu kunnes se pysäytetään.

10.1 BFM

BFM eli Buffer Memory on logiikassa oleva muistialue, joka toimii rajapintana laitteiston ja logiikan omien muuttujien välillä. Sen avulla voidaan tarkastella kaikkia logiikan ja moduuleiden muistipaikkoja sekä muuttaa niiden sisältöä erityisellä ohjelmalla (kuva 10.1). Tätä ohjelmaa hyväksi käyttäen on mahdollista nähdä tietoa bitti-tasolla ja päästä esimerkiksi testaamaan laitteiston toimivuutta ennen varsinaisen ohjelman laatimista (kuva 10.2).



Kuva 10.1 Buffer Memory Batch-sijainti GX IEC Developerissa



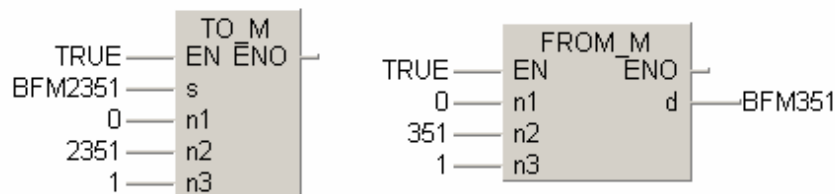
Kuva 10.2 Buffer Memory Batch-ikkuna, jossa voidaan tarkkailla BFM-alueen sisältöä ja muokata sitä

Tässä tutkintotyössä BFM-aluetta käytettiin laitteiston ylösnostamisen yhteydessä Profibus-väylän käynnistämiseen sekä hajautetun I/O lähtöjen ja tulojen paikallistamiseen. Sen avulla oli mahdollista selvittää yksittäisen lähdon tai tulon vaikutus BFM-alueeseen ja näin sitoa tietty fyysinen liitäntä muistiavaruuden tiettyyn bittiin. Tällä tavalla jokainen liitäntä käytiin lävitse, kirjattiin muistiin ja lopuksi muutaman FB:n avulla sidottiin logiikan M-muuttujiin ohjelmoinnin helpottamiseksi.

10.2 FROM- ja TO-käskyt

FROM- ja TO-käskyillä pystytään siirtämään tietoa logiikan muuttujien ja BFM-alueen välillä (kuva 10.3). FROM-käskyllä voidaan siirtää tietoa BFM-alueelta muuttujiin ja TO-käskyllä päinvastoin. Kummassakin käskyssä on neljä olennaista argumenttia. Yhteisiä näistä ovat N-argumentit, joilla ohjataan siirrettävä tieto oikean moduulin oikeaan muistipaikkaan. N1-argumentti kertoo, monesko logiikkaan fyysisesti liitetty moduuli on kyseessä. Tässä tapauksessa FX3U-64DP-M on liitettyä ensimmäisenä moduulina. Moduulihan huolehti Profibus-väylän liikenteestä, ja juuri sitä haluamme päästä ohjaamaan, koska hajautettu I/O on Profibus väylässä. N2-argumentti kertoo moduulin muistipaikan, mihin haluamme kirjoittaa tai mistä haluamme lukea tietoa. Osoitteet löytyvät liitteestä 2. N3-argumentti kertoo, kuinka paljon dataa siirretään. Dataa siirretään sanan kokoisina lohkoina, eli N3-argumentissa 1 tarkoittaa yhtä 16-bitin kokoista arvoa. Lisäksi FROM-käskyssä on yksi yksilöllinen argumentti d, joka kertoo, mihin luettu tieto sijoitetaan.

Tässä tapauksessa se sijoitetaan muuttujaan BFM351, joka on tyyppiä INT. TO-käskyssä argumentti s puolestaan kertoo, mistä muuttujasta arvo luetaan, joka sijoitetaan BFM-alueelle.



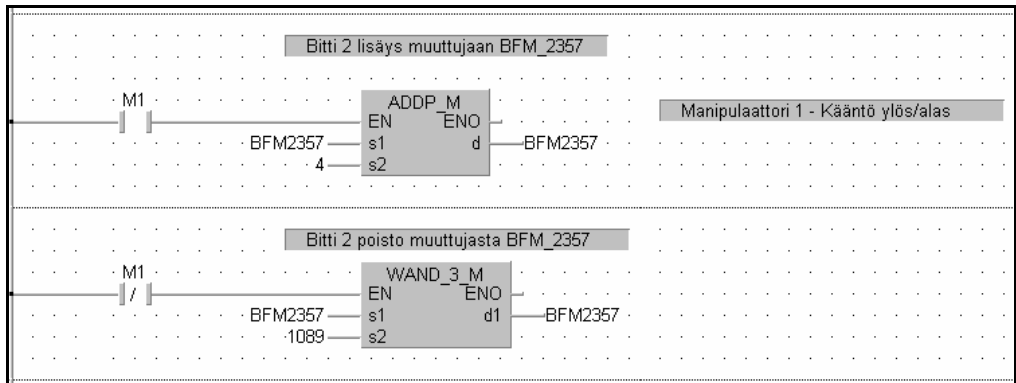
Kuva 10.3 FROM ja TO tiedonsiirron apuna BFM-alueelle ja sieltä pois

10.3 BFM:n liittäminen logiikkaohjelmaan

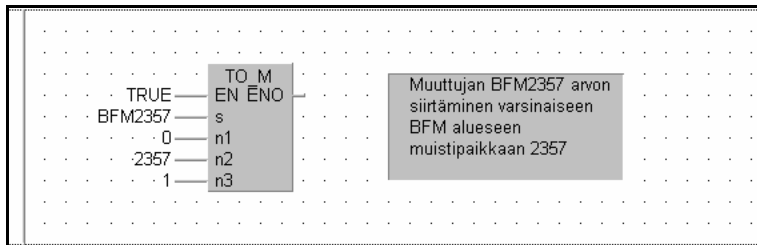
Liitteessä 8 nähdään kokonaisuudessaan, miten BFM-alue on sidottu M-muuttujiin sekä se, miten jokaiseen laitteeseen vaikutetaan BFM-alueella. Seuraavassa on esitetty olennaisimmat kohdat liitteestä 8, millä periaatteella ohjelma on laadittu. Loput liitteen 8 koodista on vain saman toistoa jokaiselle muuttujalle ja osoitteelle.

Laitteiden ohjaaminen

Laitteiden ohjaamiseen käytetään kahta perus-FB:tä, sekä yhtä siirtokäskyä TO_M. Ensimmäisellä käskyllä ADDP_M lisätään muuttuja S2 muuttujaan S1 ja sijoitetaan tulos muuttujaan D. Toisella käskyllä WAND_3_M suoritetaan 16-bittinen AND operaatio S1- ja S2-muuttujille ja tulos sijoitetaan muuttujaan D1. ADDP_M suoritetaan, kun tässä esimerkissä muuttuja M1 on asettuneena, ja WAND_3_M suoritetaan, kun M1 ei ole asettuneena (kuva 10.4). Näillä kahdella FB:llä voidaan lisätä ja poistaa yksittäinen bitti tässä tapauksessa muuttujasta BFM2357. Lopuksi, kun kaikki bittien lisäykset ja poistamiset ovat suoritettu, muuttuja BFM2357 siirretään varsinaiselle BFM-alueelle (kuva 10.5). Kun siirto on tehty BFM-alueelle, tieto on myös siirtynyt Profibus-väylän kautta hajautetulle I/O:lle.



Kuva 10.4 M-muuttujan avulla BFM-alueen tietojen muuttaminen



Kuva 10.5 Aktiivinen tiedonsiirto muuttujasta BFM-alueelle

ADDP_M operaatiossa lisätään siis muuttuja S2 muuttujaan S1, tulos sijoitetaan muuttujaan D. S2-arvon lisäämisen avulla voidaan asettaa yksittäinen bitti ja siten ohjata yksittäistä toimilaitetta. Ehtona tälle on se, että muuttuja S2 on arvoltaan 2^n eli 1,2,4,8,16 ja niin edelleen. Vain tällä tapaa voidaan saada yksittäinen bitti asettumaan käytettäessä ADDP_M-operaatiota (taulukko 10.1). Jos halutaan saada useampi laite toimimaan yhdellä M-muuttujalla, voidaan S2-arvoksi sijoittaa myös jokin muukin kuin 2^n -arvo.

Taulukko 10.1 Bitin asettaminen WAND-operaatiolla

| | bitti | bitti | bitti | bitti | bitti | bitti | bitti | bitti | DEC |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| BFM2357 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 19 |
| S2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| ADDP_M | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 27 |

Tässä tapauksessa tosin tarvitsee myös huolehtia muista M-muuttujista ristiriitojen välttämiseksi. Muuten useampi ADDP_M muokkaa samaa bittiä ja laitteen toiminta voi olla ennalta arvaamatonta.

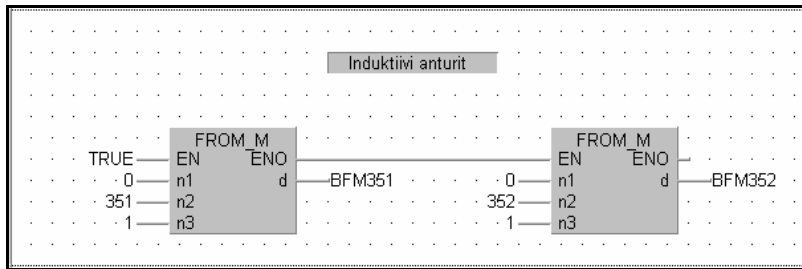
Taulukko 10.2 Bitin nollaus WAND-operaatiolla

| | bitti 7 | bitti 6 | bitti 5 | bitti 4 | bitti 3 | bitti 2 | bitti 1 | bitti 0 | DEC |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| BFM2357 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 155 |
| S2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 239 |
| WAND_3_M | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 139 |

WAND_3_M-operaatiossa poistetaan haluttu bitti tässä tapauksessa muuttujasta BFM2357. WAND_3_M tekee loogiseen AND-operaation 16-bittisille muuttujille, ja sen avulla on mahdollista nollata haluttu bitti. S2-muuttujaan sijoitetaan luku, jonka avulla muokataan olemassa olevaa arvoa muuttujassa BFM2357. Esimerkiksi, jos taulukon 10.2 muuttujassa BFM2357 olisi 8-bittinen luku arvoltaan 155 ja muuttujassa S2 8-bittinen luku arvoltaan 239, näiden välillä suoritettu AND operaatio antaisi tulokseksi 139. Kuten huomataan, alkuperäiseen muuttujaan BFM2357 verrattuna operaation tuloksena saatiin luku, josta puuttuu bitti 4 asettuneena. Tällä tavoin on mahdollista poistaa yksittäinen bitti, ilman että sillä on vaikutusta muihin bitteihin. Ainoa ero tässä esimerkissä varsinaiseen WAND_3_M-operaatioon on se, että palstan leveyden vuoksi jouduttiin käyttämään 8-bittisiä lukuja. WAND_3_M on tarkoitettu 16-bittisille luvuille, joten yllä oleva esimerkki ei toimisi mutta periaate on aivan sama. Lopuksi sijoitetaan saatu tulos korvaamaan vanha BFM2357-arvo.

Laitteiden lukeminen

Jotta voitaisiin saada selville antureiden antamia signaaleja, tarvitsee tässä tapauksessa saada haluttu tieto muuttujiin BFM-alueelta. Tämä siis tapahtuu päinvastaiseen suuntaan kuin edellisessä tapauksessa, jossa laitteita ohjattaessa aseteltiin BFM-alueen arvoja. Tätä tarkoitusta varten on olemassa FROM_M FB. FROM_M-operaatiolla voidaan lukea tietoa BFM-alueelta haluttu määrä ja sijoittaa se tiettyyn muuttujaan. Kuten jo edellisessä kappaleessa käytiin lävitse, N-muuttujat tarvitsee asettaa oikein, jotta haluttua tietoa voitaisiin lukea. N1-arvo kertoo modulipaikan, N2 BFM-alueen osoitteen ja N3 montako sanaa alueelta luetaan. EN-muuttuja voidaan asettaa arvoksi TRUE, jolloin logiikka käy jokaisen syklinssä aikana tarkistamassa muistipaikan ja siirtää sen haluttuun muuttujaan (kuva 10.6). ENO-muuttujaa voidaan käyttää hyväksi seuraavassa FROM_M EN-tulossa, jolloin säästetään rivejä ja saadaan koodista helpompi lukuisempi.



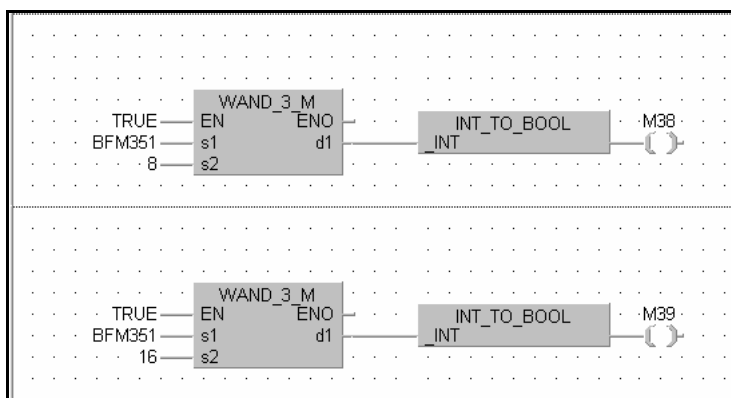
Kuva 10.6 BFM alueen aktiivinen tiedonsiirto muuttujiin

Kun FROM_M-operaatio on käynyt lukemassa halutun muistipaikan, on tieto siirtynyt tässä tapauksessa muuttujaan BFM351. Jotta voitaisiin saada selville, onko jokin tietty yksittäinen bitti asettunut, hyväksi käytetään jälleen WAND_3_M-operaatiota.

Taulukko 10.3 Bitin tarkastus WAND-operaatiolla

| | bitti 7 | bitti 6 | bitti 5 | bitti 4 | bitti 3 | bitti 2 | bitti 1 | bitti 0 | DEC |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|
| BFM351 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| S2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| WAND_3_M | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |

Tällä kertaa S2-arvo asetetaan siten, että vain tarkasteltava bitti on asettuneena S2-muuttujassa. Taulukossa 10.3 on esimerkki 8-bittisenä. Tällä tavoin saadaan selville, onko BFM351-muuttujassa asettuneena kyseinen bitti 3. Jos on, saadaan tuloksena luku, joka vastaa arvoa S2. Jos taas ei ole, saadaan tuloksena luku 0.



Kuva 10.7 BFM alueen luku ja tiedon siirto M-muuttujiin

Ongelmaksi muodostuu vielä se, miten tulokseksi saatu luku voidaan muuttaa BOOLEAN- arvoksi, jotta tieto voitaisiin liittää M-muuttujaan. Tähän tarkoitukseen soveltuu INT_TO_BOOL-operaatio (kuva 10.7). Tällä tavoin voidaan muuttaa 16-bittinen luku BOOLEAN-arvoksi. Kun INT_TO_BOOL saa arvoksi nollan, sen lähtö ei asetu. Jos taas lukuna on mikä tahansa muu 16-bittinen luku kuin nolla, asettuu lähtö. Liittämällä vielä

INT_TO_BOOL-lähtö M-muuttujaan on laitteiden ohjaaminen ja antureiden lukeminen M-muuttujien kautta valmista.

10.4 Esimerkkiohjelma

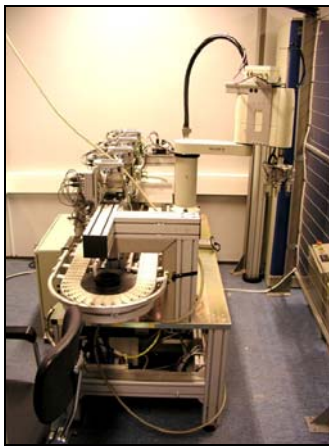
Edellisten lukujen pohjalta tein kaksi esimerkkiohjelmaa. Kummatkin ohjelmat käyttävät hyväkseen M-muuttujia, koska BFM-alueesta ei tarvitse enää huolehtia, kunhan sisällyttää TASK- ja POU-rakenteisiin valmiiksi tehdyn BFM-koodin. Liitteestä 2 löytyy M-muuttujien merkitys ja se, miten niitä tulisi käyttää eli ovatko ne kirjoitusta vai lukua varten. Paletteja ensimmäistä esimerkkiä varten radalla oletetaan olevan 4 kappaletta.

Ensimmäinen esimerkkiohjelma suorittaa vapaan kierron, jossa tapahtuu palettien paikoittamista sekä manipulaattorien käyttöä. Aluksi paletit kiertävät vapaasti rataa ympäri, ainoastaan robotin vieressä olevan pysäyttimen tehdessä paletteihin välejä, jotta pysäyttäminen olisi manipulaattoreiden kohdalla helpompaa. Määritetyn ajan kuluttua (20 s), manipulaattorin 4 pysäytin nousee ylös ja alkaa odottaa palettia saapuvaksi kohdalle. Kun paletti on tunnistettu induktiivi-anturien avulla, nousee manipulaattorin 3 pysäytin ylös odottamaan seuraavaa palettia. Kun viimeinenkin paletti on paikallaan, paletit paikoitetaan tukevasti paikalleen. Manipulaattorit kääntyvät osoittamaan alaspäin, minkä jälkeen ensiksi runko tekee liikkeen alaspäin ja sen jälkeen myös tarttuimet laskeutuvat alaspäin. Pihdit menevät kiinni ja sama sekvenssi kuin kurkottamisvaiheessa tapahtuu päinvastaisessa järjestyksessä. Kun manipulaattorit ovat jälleen ylhäällä ja poikittaisessa asennossa, paletit lähtevät yksitellen matkaan pienen viiveen avustuksella. Tämän jälkeen paletit kiertävät loputtomasti rataa ympäri, ainoastaan robotin vieressä olevan pysäyttimen tehdessä väliä niihin.

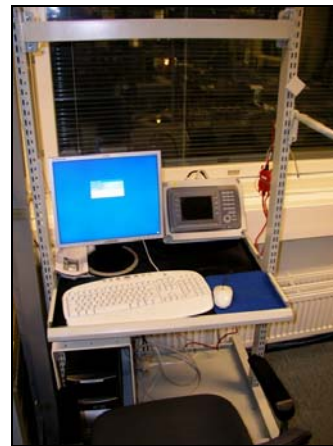
Toinen esimerkki on yksinkertaisempi ja enemmänkin huoltoa varten tarkoitettu. Siinä suoritetaan sekvenssi, joka asettaa yksitellen jokaisen M-muuttujan päälle ja pois pienellä viiveellä. Täten jokainen toimilaite käydään lävitse ja nähdään se toiminnassa. Samalla voidaan tarkistaa laitteiden toimivuus.

11 YHTEENVETO

Lopputuloksena kokoonpanosta tuli toimiva. Kokoonpanon alkuvaikeuksien ja oikeiden asetuksien määrittämisen jälkeen laitteisto saatiin toimimaan. Kaikki suunnitelmat toteutuivat ja ne onnistuivat hyvin. Ainoastaan paineilmaventtiilien vajaa toimivuus jäi varjostamaan kokoonpanon toimivuutta. Niiden uusiminen ei kuitenkaan kuulunut tämän tutkintotyön alueeseen. Laitteisto jää odottamaan seuraavaa vaihetta, jossa kokoonpanon manipulaattoreille ja robotille lisätään työtehtävät. Lopullisesta kokoonpanosta osoituksena kuvat 11.1, 11.2 ja 11.3.



**Kuva 11.1 Manipulaattori
-pöytä ja robotti**



**Kuva 11.2 Näyttöpaneeli ja
laitteiston ohjelmoimiseen
tarkoitettu tietokone**



**Kuva 11.3 Laitteita
ympäröivä häkki**

LÄHTEET

Painamattomat lähteet

- 1 Mäkelä Seppo, Laboratorioinsinööri. Tampereen ammattikorkeakoulu. Keskustelut kevät 2007 ja syksy 2007
- 2 Kotiranta Sauli, insinööri. Beijer Electronics Oy. Keskustelut kevät 2007 ja syksy 2007

Sähköiset lähteet

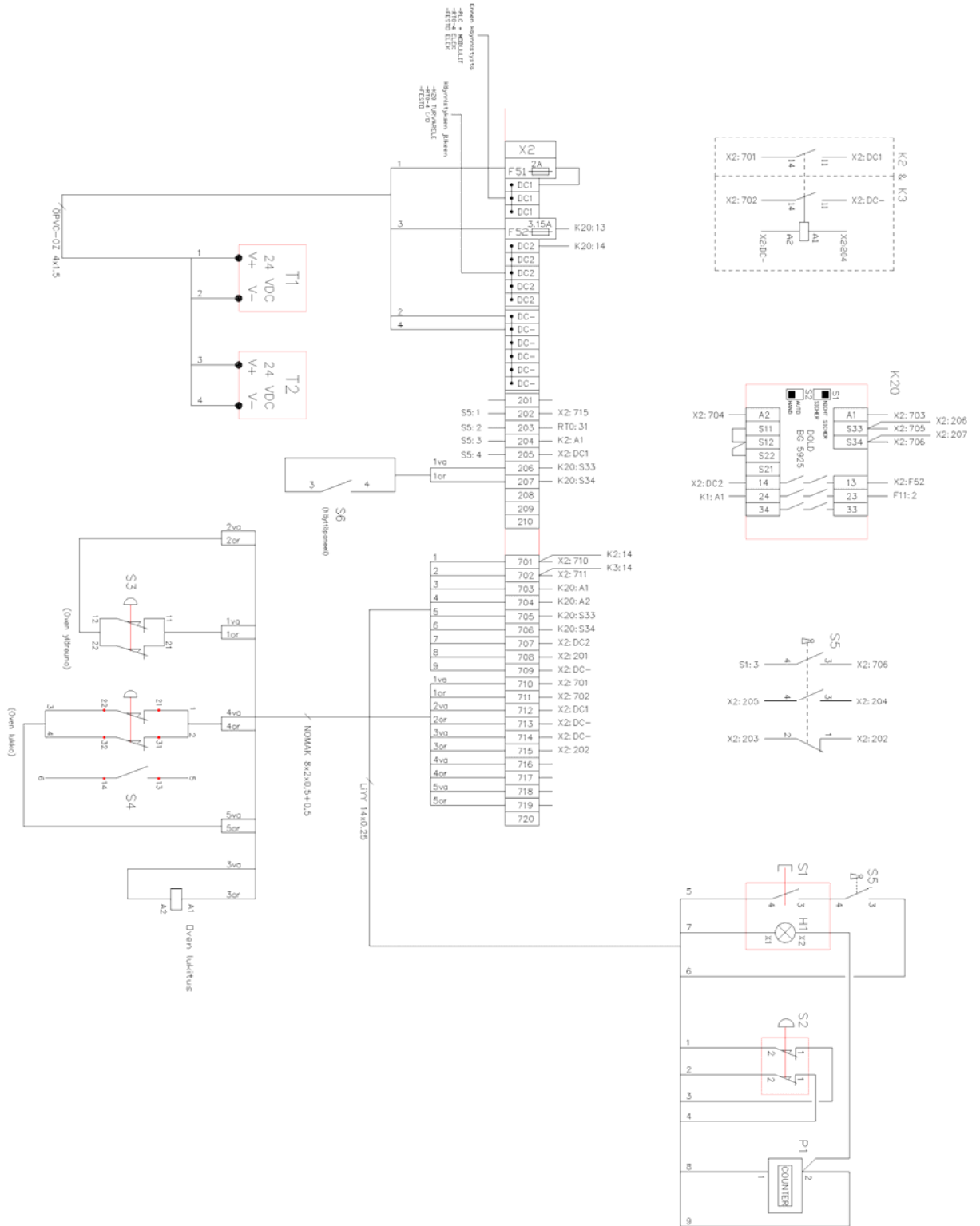
- 3 Beckhoff Automation GmbH [www sivu] .[viitattu 8.4.2008] Saatavissa:
http://www.beckhoff.fi/english.asp?bus_terminal/bk3150.htm
- 4 Beckhoff Automation GmbH [www sivu] .[viitattu 8.4.2008] Saatavissa:
http://www.beckhoff.fi/english.asp?bus_terminal/default.htm
- 5 Beckhoff Automation GmbH [www sivu] .[viitattu 8.4.2008] Saatavissa:
http://www.beckhoff.fi/english.asp?bus_terminal/kl9xxx.htm
- 6 Festo [www sivu] .[viitattu 8.4.2008] Saatavissa:
http://a1989.g.akamai.net/f/1989/7101/3d/www.festo.com/INetDomino/files_01/info_210_en.pdf
- 7 Mäkelä, Seppo, laboratorioinsinööri. Näyttöpaneelin E1060 oppimateriaalia [optinen levy] Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Tampere 2007.
- 8 Mitsubishi Electric [www sivu] .[viitattu 8.4.2008] <http://download.mitsubishi-automation.com/resources/manuals/168590.pdf>
- 9 Mitsubishi Electric [www sivu] .[viitattu 8.4.2008] <http://download.mitsubishi-automation.com/resources/manuals/168595.pdf>
- 10 Tutkintotyöohje. [sähköinen dokumentti]. Tampereen ammattikorkeakoulun intranet. [viitattu 8.4.2008] Saatavissa:
https://intra.tamk.fi/AsiakirjaKanava/HaeTiedosto?tied_id=28630

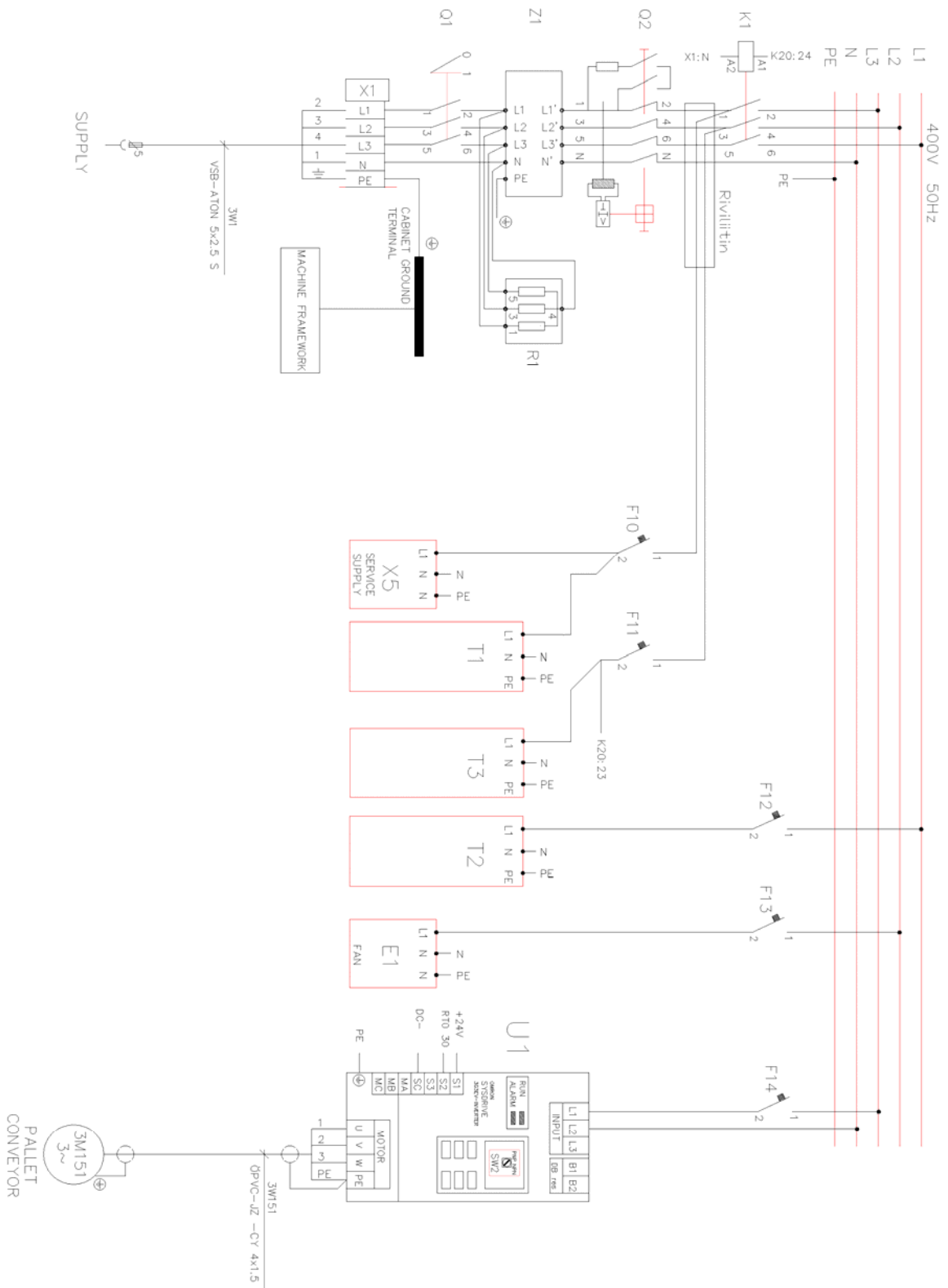
Painetut lähteet

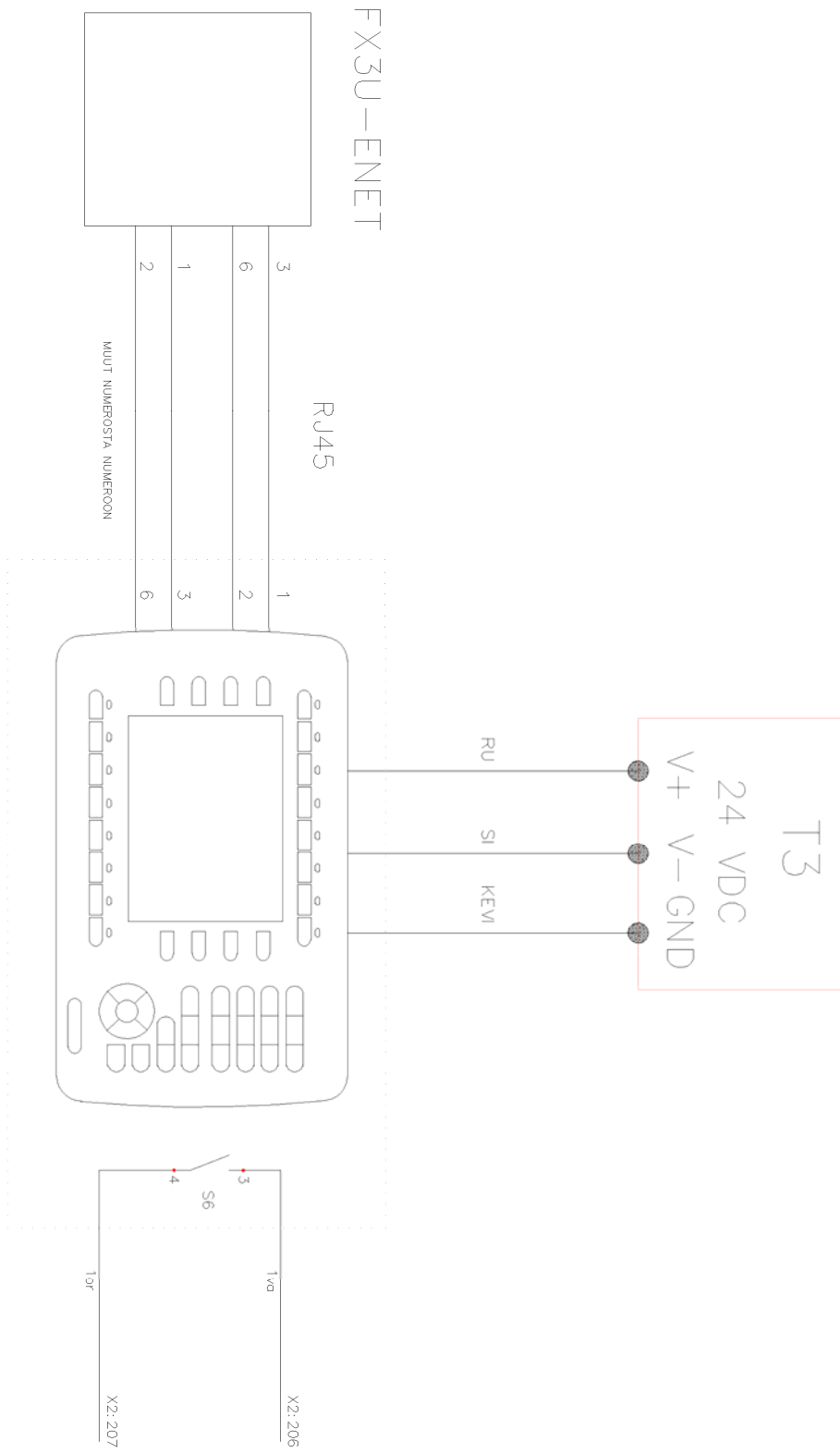
- 11 SFS-EN 50173. Yleiskaapelointijärjestelmät. Suomen Standardisoimisliitto SFS.

LIITTEET

| | |
|----|--|
| 1 | Sähkökuvat |
| 2 | Muistipaikkataulukko |
| 3 | Reitittimen kytkentäkaavio |
| 4 | Näyttöpaneelin sivut |
| 5 | Profibus-väylän asetukset |
| 6 | Ethernet asetukset |
| 7 | Hajautettu I/O |
| 8 | BFM-alueen liittäminen muuttujiin ja väylän käynnistys |
| 9 | Esimerkki 1 – Vapaa kierto |
| 10 | Esimerkki 2 – Toimilaitteiden testaus |

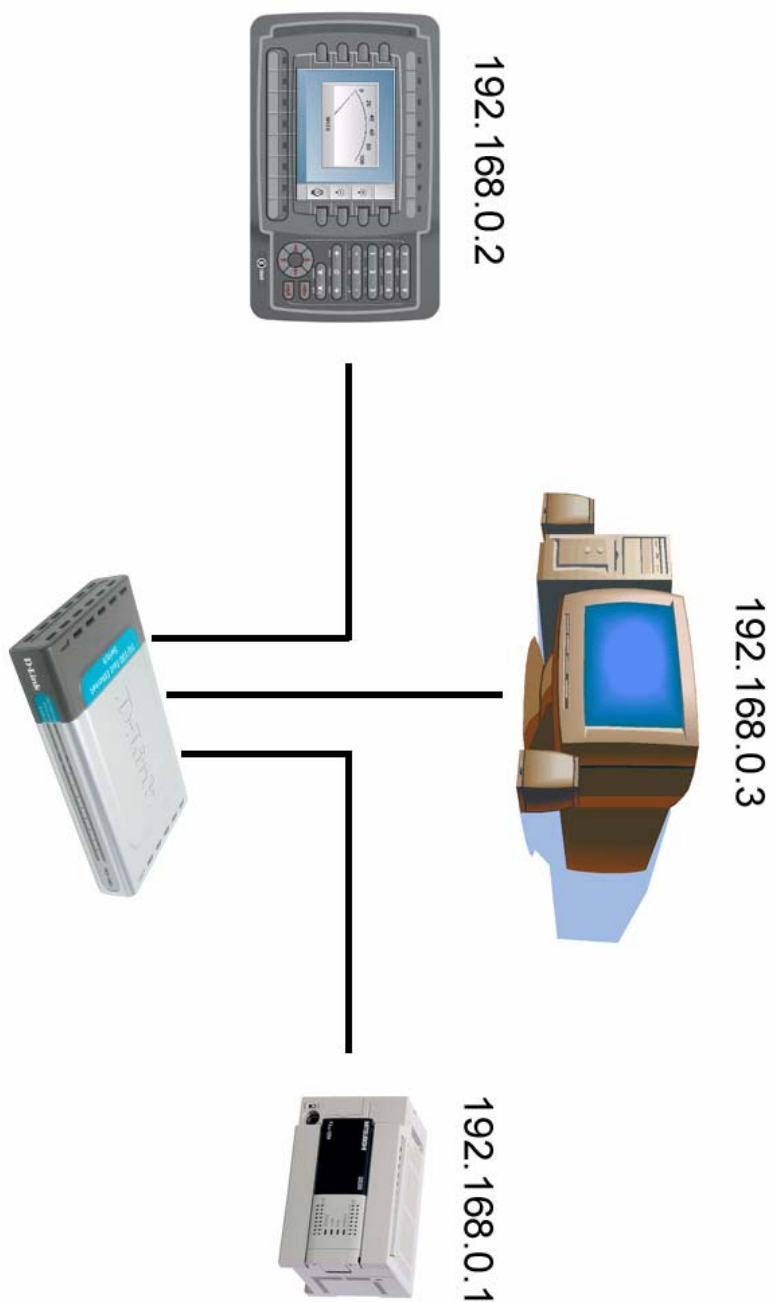






| Muistipaikka | Luku/Kirjoitus (R/W) | Toiminto | BFM (osoite:bitti) |
|--------------|----------------------|--|-----------------------|
| M0 | R/W | Manipulaattori1 - Rungon lasku/nosto | 2357:0 |
| M1 | R/W | Manipulaattori1 - Kääntö ylös/alas | 2357:2 |
| M2 | R/W | Manipulaattori1 - Tarttuimen lasku/nosto | 2357:6 |
| M3 | R/W | Manipulaattori1 - Pihtien puristus/avaus | 2357:10 |
| M4 | R/W | Manipulaattori2 - Rungon lasku/nosto | 2359:0 |
| M5 | R/W | Manipulaattori2 - Kääntö ylös/alas | 2359:2 |
| M6 | R/W | Manipulaattori2 - Tarttuimen lasku/nosto | 2359:6 |
| M7 | R/W | Manipulaattori2 - Pihtien puristus/avaus | 2359:10 |
| M8 | R/W | Manipulaattori3 - Rungon lasku/nosto | 2361:0 |
| M9 | R/W | Manipulaattori3 - Kääntö ylös/alas | 2361:2 |
| M10 | R/W | Manipulaattori3 - Tarttuimen lasku/nosto | 2361:6 |
| M11 | R/W | Manipulaattori3 - Pihtien puristus/avaus | 2361:10 |
| M12 | R/W | Manipulaattori4 - Rungon lasku/nosto | 2363:0 |
| M13 | R/W | Manipulaattori4 - Kääntö ylös/alas | 2363:2 |
| M14 | R/W | Manipulaattori4 - Tarttuimen lasku/nosto | 2363:6 |
| M15 | R/W | Manipulaattori4 - Pihtien puristus/avaus | 2363:10 |
| M16 | R/W | Paineventtiili - Koko järjestelmän paineet | 2353:0 |
| M17 | R/W | Kuljettimen käynnistys | 2350:0 |
| M18 | R/W | Oven lukitus | 2350:1 |
| M19 | R/W | Robotin 1. pihti puristus/avaus | 2356:0 |
| M20 | R/W | Robotin 2. pihti puristus/avaus | 2356:1 |
| M21 | R/W | Robotin 3. pihti puristus/avaus | 2356:2 |
| M22 | R/W | Robotin tarttuimet ylös/alas | 2356:3 |
| M23 | R/W | Manipulaattori1 - paletin paikotus | 2351:7 |
| M24 | R/W | Manipulaattori1 - paletin pysäytys | 2351:6 |
| M25 | R/W | Manipulaattori2 - paletin paikotus | 2351:5 |
| M26 | R/W | Manipulaattori2 - paletin pysäytys | 2351:4 |
| M27 | R/W | Manipulaattori3 - paletin paikotus | 2351:3 |
| M28 | R/W | Manipulaattori3 - paletin pysäytys | 2351:2 |
| M29 | R/W | Manipulaattori4 - paletin paikotus | 2351:1 |
| M30 | R/W | Manipulaattori4 - paletin pysäytys | 2351:0 |
| M31 | R/W | Pysäytin robotin vieressä | 2351:8 |
| M32 | R/W | Paikotin robotin vieressä | 2351:9 |
| M33 | R/W | 2. pysäytin robotin vieressä | 2351:10 |
| M34 | R/W | 2. paikotin robotin vieressä | 2351:11 |
| M35 | R | Manipulaattori 1. induk. 1 | 351:0 |
| M36 | R | Manipulaattori 1. induk. 2 | 351:1 |
| M37 | R | Manipulaattori 2. induk. 1 | 351:2 |
| M38 | R | Manipulaattori 2. induk. 2 | 351:3 |
| M39 | R | Manipulaattori 3. induk. 1 | 351:4 |
| M40 | R | Manipulaattori 3. induk. 2 | 351:5 |
| M41 | R | Manipulaattori 4. induk. 1 | 351:6 |
| M42 | R | Manipulaattori 4. induk. 2 | 351:7 |
| M43 | R | Manipulaattori 1. Runko ylhäällä | 356:0 |
| M44 | R | Manipulaattori 1. Runko alhaalla | 356:1 |
| M45 | R | Manipulaattori 1. Käännin ylhäällä | 356:2 |
| M46 | R | Manipulaattori 1. Käännin alhaalla | 356:3 |
| M47 | R | Manipulaattori 1. Tartuin ylhäällä | 356:6 |
| M48 | R | Manipulaattori 1. Tartuin alhaalla | 356:7 |
| M49 | R | Manipulaattori 1. Pihdit kiinni | 356:12 |

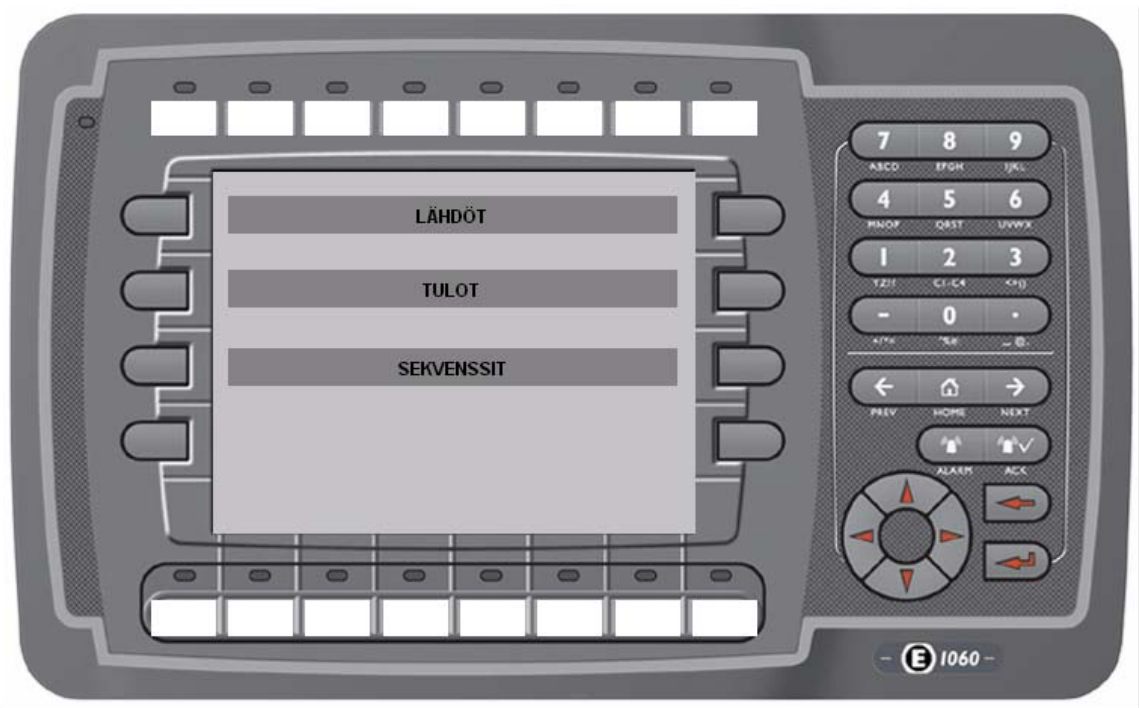
| Muistipaikka | Luku/Kirjoitus (R/W) | Toiminto | BFM (osoite:bitti) |
|--------------|----------------------|--|-----------------------|
| M50 | R | Manipulaattori 2. Runko ylhäällä | 358:0 |
| M51 | R | Manipulaattori 2. Runko alhaalla | 358:1 |
| M52 | R | Manipulaattori 2. Käännin ylhäällä | 358:2 |
| M53 | R | Manipulaattori 2. Käännin alhaalla | 358:3 |
| M54 | R | Manipulaattori 2. Tartuin ylhäällä | 358:6 |
| M55 | R | Manipulaattori 2. Tartuin alhaalla | 358:7 |
| M56 | R | Manipulaattori 2. Pihdit kiinni | 358:12 |
| M57 | R | Manipulaattori 3. Runko ylhäällä | 360:0 |
| M58 | R | Manipulaattori 3. Runko alhaalla | 360:1 |
| M59 | R | Manipulaattori 3. Käännin ylhäällä | 360:2 |
| M60 | R | Manipulaattori 3. Käännin alhaalla | 360:3 |
| M61 | R | Manipulaattori 3. Tartuin ylhäällä | 360:6 |
| M62 | R | Manipulaattori 3. Tartuin alhaalla | 360:7 |
| M63 | R | Manipulaattori 3. Pihdit kiinni | 360:12 |
| M64 | R | Manipulaattori 4. Runko ylhäällä | 362:0 |
| M65 | R | Manipulaattori 4. Runko alhaalla | 362:1 |
| M66 | R | Manipulaattori 4. Käännin ylhäällä | 362:2 |
| M67 | R | Manipulaattori 4. Käännin alhaalla | 362:3 |
| M68 | R | Manipulaattori 4. Tartuin ylhäällä | 362:6 |
| M69 | R | Manipulaattori 4. Tartuin alhaalla | 362:7 |
| M70 | R | Manipulaattori 4. Pihdit kiinni | 362:12 |
| M71 | R | Robotin pihdit 1. kiinni | 355:0 |
| M72 | R | Robotin pihdit 2. kiinni | 355:1 |
| M73 | R | Robotin pihdit 3. kiinni | 355:2 |
| M74 | R | Robotin tartuin 1. ylhäällä | 355:3 |
| M75 | R | Robotin tartuin 1. alhaalla | 355:4 |
| M76 | R | Robotin tartuin 2. ylhäällä | 355:5 |
| M77 | R | Robotin tartuin 2. alhaalla | 355:6 |
| M78 | R | Robotin tartuin 3. ylhäällä | 355:7 |
| M79 | R | Robotin tartuin 3. alhaalla | 355:8 |
| M80 | R | Robotin viereinen induk. 1 | 352:0 |
| M81 | R | Robotin viereinen induk. 2 | 352:1 |
| M82 | R | Robotin viereinen induk. 3 | 352:2 |
| M83 | R | Robotin viereinen induk. 4 | 352:3 |
| M84 | R | Painekyllin | 352:4 |
| M85 | R/W | Vapaa kierto - Manipulaattorit toimien | - |
| M86 | R/W | Jokaisen toimilaitteen testaus vuorotellen | - |



HUOM! Lue kohta 9.3.

E1060

NÄYTTÖPANEELIN SIVUT



Block List

| Block number | Type | Block name |
|--------------|---------|-------------------------------|
| 0 | Graphic | Main |
| 1 | Graphic | Manipulaattori1 |
| 2 | Graphic | Manipulaattori2 |
| 3 | Graphic | Muut |
| 4 | Graphic | Manipulaattori3 |
| 5 | Graphic | Manipulaattori4 |
| 6 | Graphic | Robotin tarttuimet |
| 7 | Graphic | Robotin viereiset paikottimet |
| 8 | Graphic | Manipulaattori 1 anturit |
| 9 | Graphic | Manipulaattori 2 anturit |
| 10 | Graphic | Manipulaattori 3 anturit |
| 11 | Graphic | Manipulaattori 4 anturit |

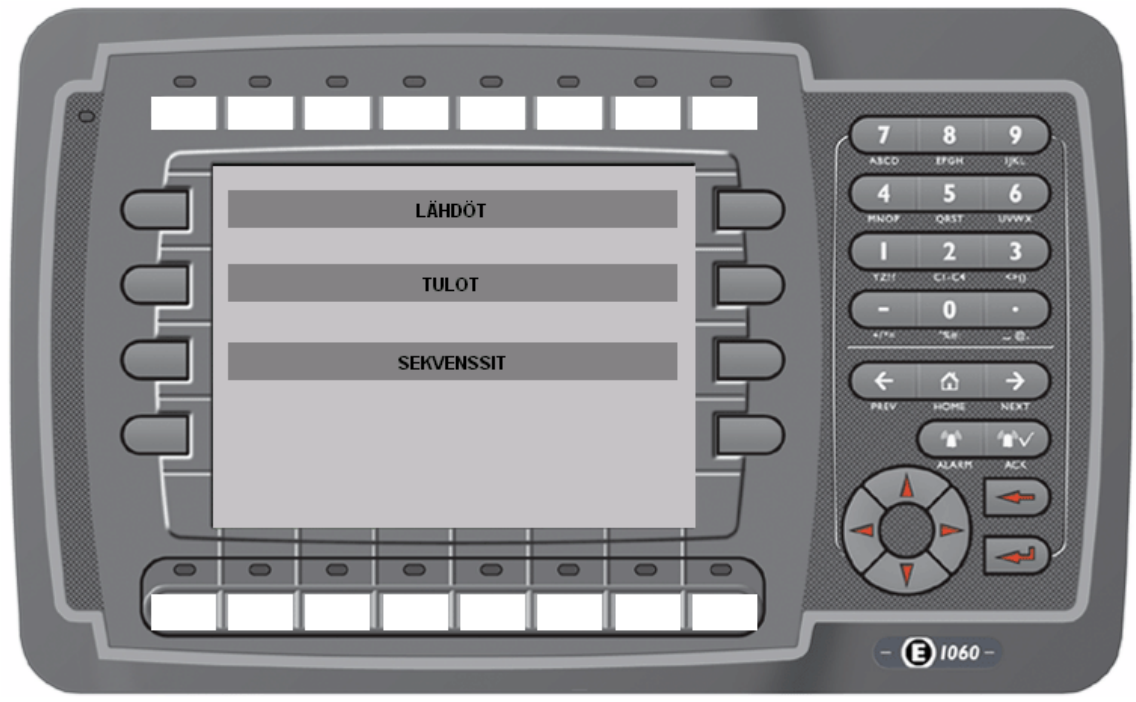
| | | | |
|--|--|--------------------------------------|-----------|
| | | Project: Perlos | |
| | | Controller program: | |
| | | E1060 1.2x | |
| | | FX3U ETHERNET /FX3U ETHERNET 4.02.01 | Page:1/23 |

| | | |
|-----|---------|----------------------------|
| 12 | Graphic | Robotin viereiset p. tulot |
| 13 | Graphic | Robotin tarttuimet tulot |
| 14 | Graphic | Sekvenssit |
| 990 | Graphic | Alarms |
| 991 | System | Time Channels |
| 992 | Graphic | System Monitor |
| 993 | System | Mail |

Graphic block 0: Main

Cursor thickness :1

F1 Jumps to specified block: 1 - Manipulaattori1

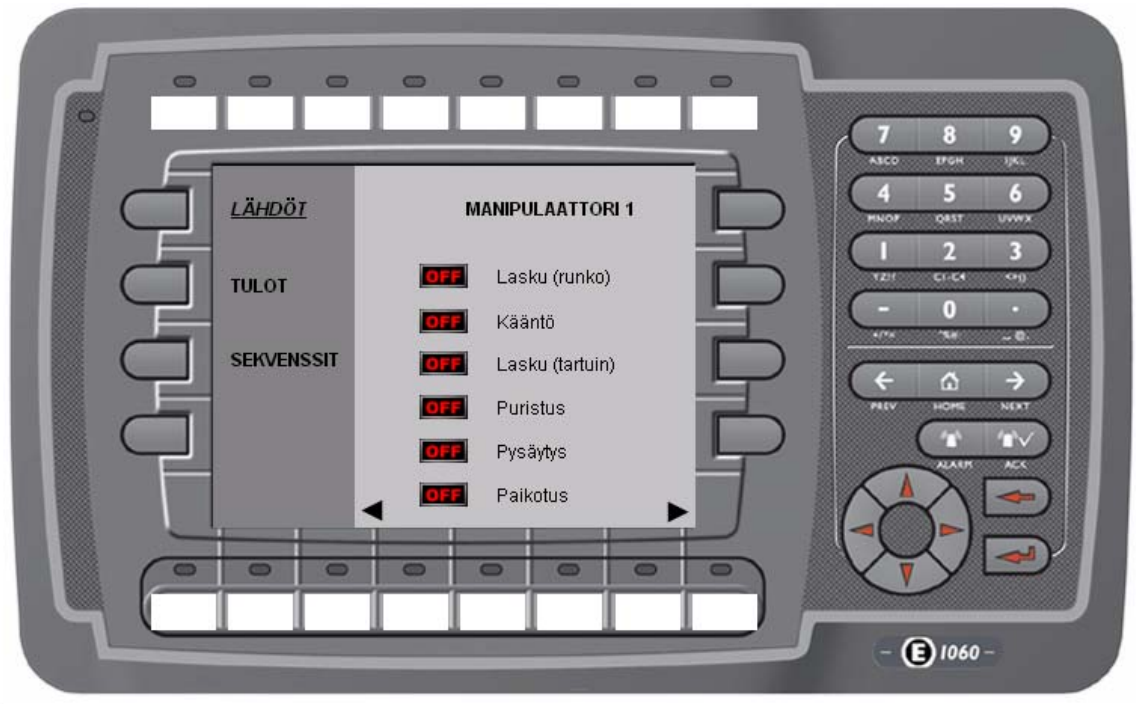


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|------|-------|--------|------|------------|
|------|-------|--------|------|------------|

Graphic block 1: Manipulaattori1

Cursor thickness :1

F9 Jumps to specified block: 3 - Muut
 F10 I/O: M0
 F11 I/O: M1
 F12 I/O: M2
 F13 I/O: M3
 F14 I/O: M24
 F15 I/O: M23
 F16 Jumps to specified block: 2 - Manipulaattori2

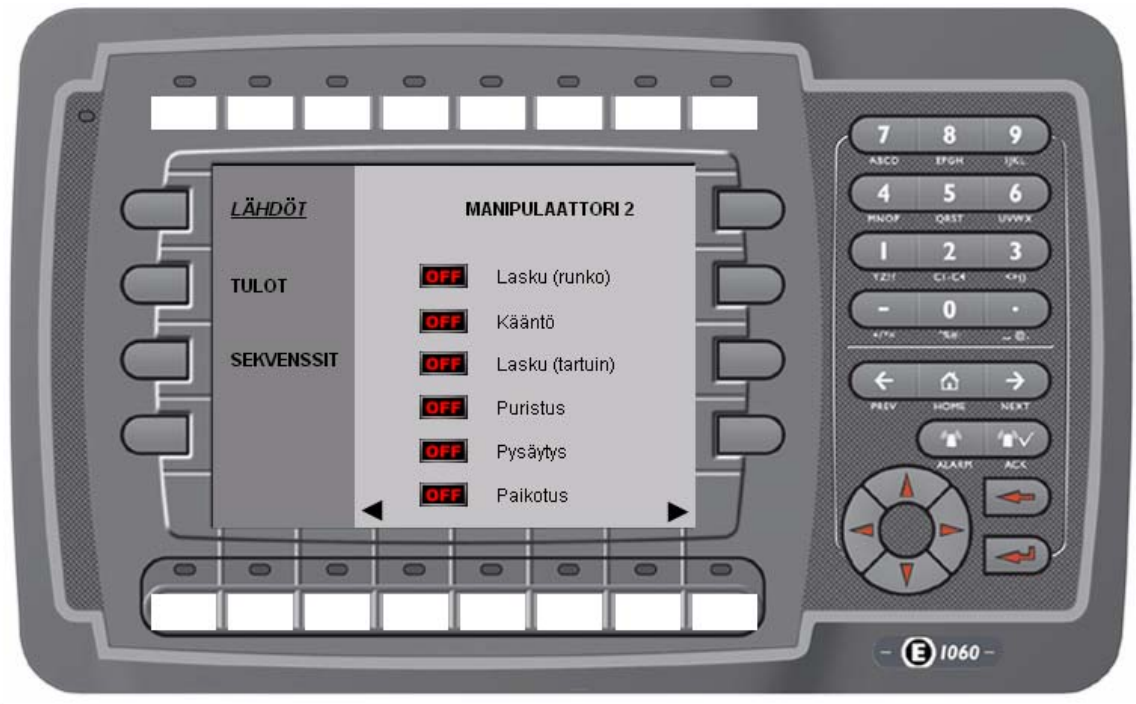


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|----------------|-----------|--------|------|-------------------------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL SYMBOL | [137,210] | M23 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,181] | M24 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,152] | M3 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,123] | M2 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137, 95] | M1 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137, 65] | M0 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |

Graphic block 2: Manipulaattori2

Cursor thickness :1

F9 Jumps to specified block: 1 - Manipulaattori1
 F10 I/O: M4
 F11 I/O: M5
 F12 I/O: M6
 F13 I/O: M7
 F14 I/O: M26
 F15 I/O: M25
 F16 Jumps to specified block: 4 - Manipulaattori3

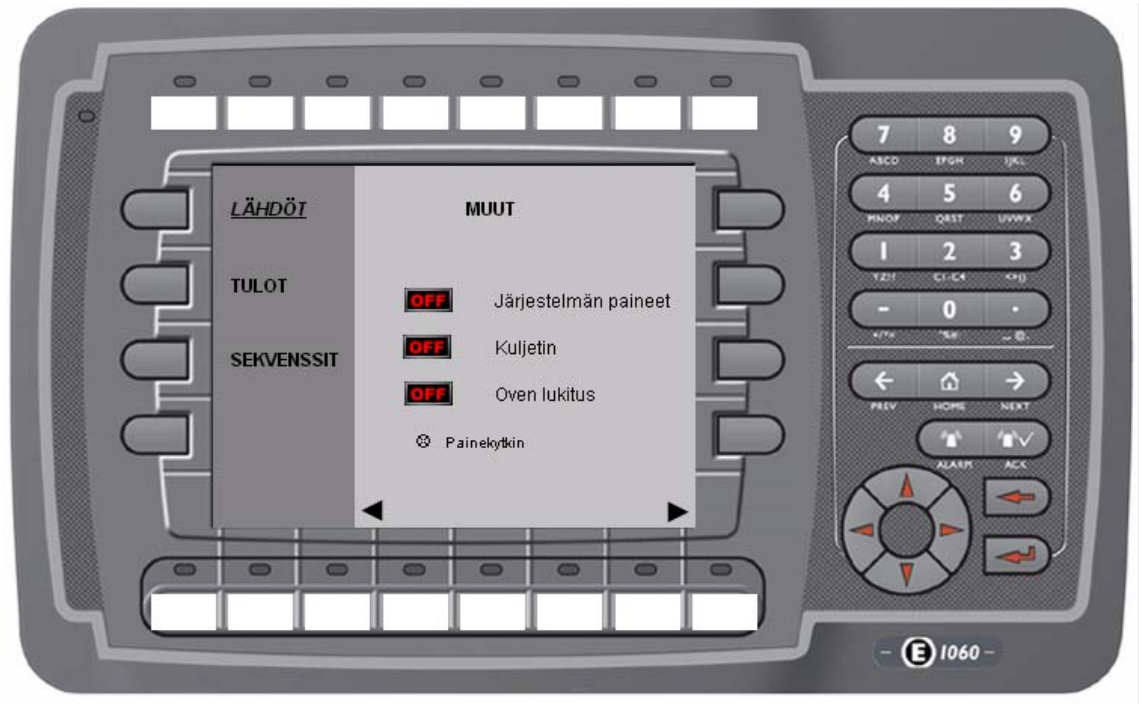


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|----------------|-----------|--------|------|-------------------------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL SYMBOL | [137,210] | M25 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,181] | M26 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,152] | M7 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,123] | M6 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137, 95] | M5 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137, 65] | M4 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |

Graphic block 3: Muut

Cursor thickness :1

- F9 Jumps to specified block: 6 - Robotin tarttuimet
- F10 I/O: M16
- F11 I/O: M17
- F12 I/O: M18
- F16 Jumps to specified block: 1 - Manipulaattori1

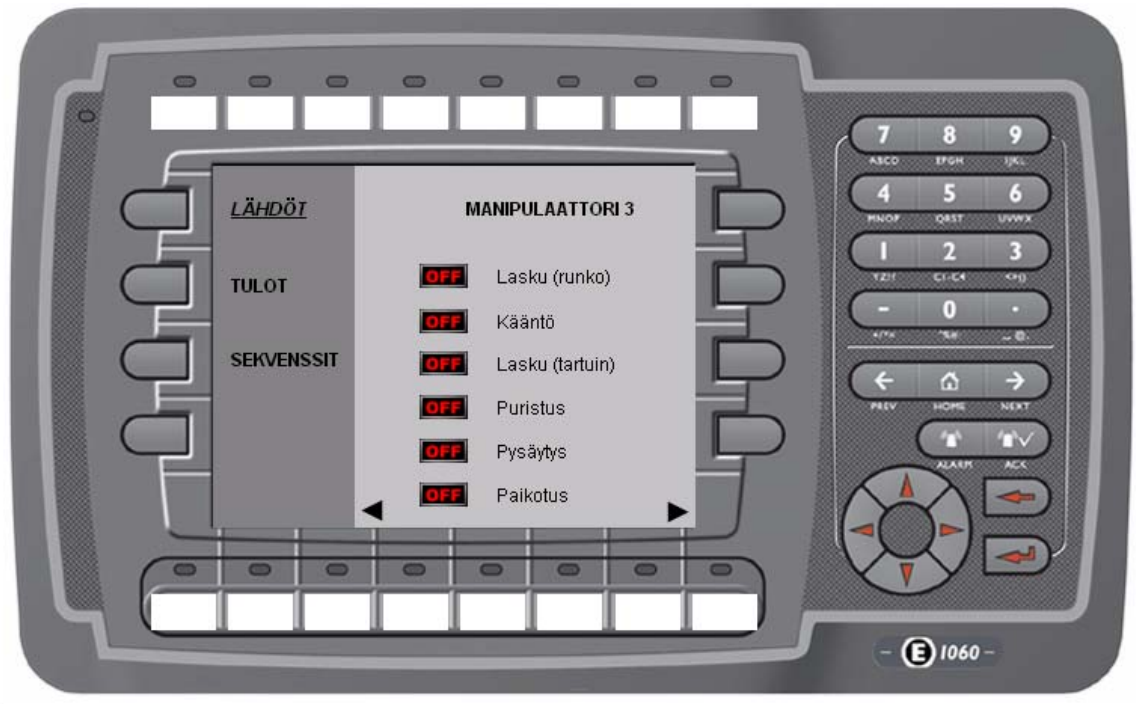


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|----------------|-----------|--------|------|-------------------------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL FILL | [139,182] | M84 | | |
| DIGITAL SYMBOL | [127,143] | M18 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [126,112] | M17 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [127,81] | M16 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |

Graphic block 4: Manipulaattori3

Cursor thickness :1

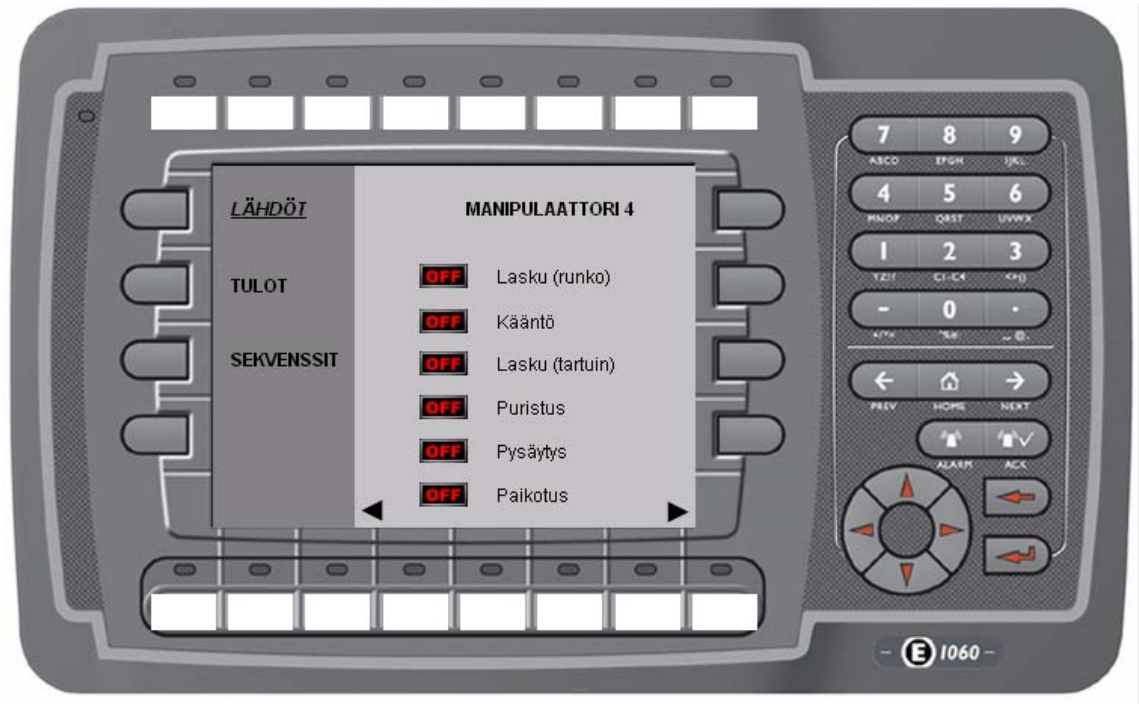
F9 Jumps to specified block: 2 - Manipulaattori2
 F10 I/O: M8
 F11 I/O: M9
 F12 I/O: M10
 F13 I/O: M11
 F14 I/O: M28
 F15 I/O: M27
 F16 Jumps to specified block: 5 - Manipulaattori4



| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|----------------|-----------|--------|------|-------------------------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL SYMBOL | [137,210] | M27 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,181] | M28 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,152] | M11 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,123] | M10 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137, 95] | M9 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137, 65] | M8 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |

Graphic block 5: Manipulaattori4

- Cursor thickness :1
- F9 Jumps to specified block: 4 - Manipulaattori3
 - F10 I/O: M12
 - F11 I/O: M13
 - F12 I/O: M14
 - F13 I/O: M15
 - F14 I/O: M30
 - F15 I/O: M29
 - F16 Jumps to specified block: 7 - Robotin viereiset paikottimet

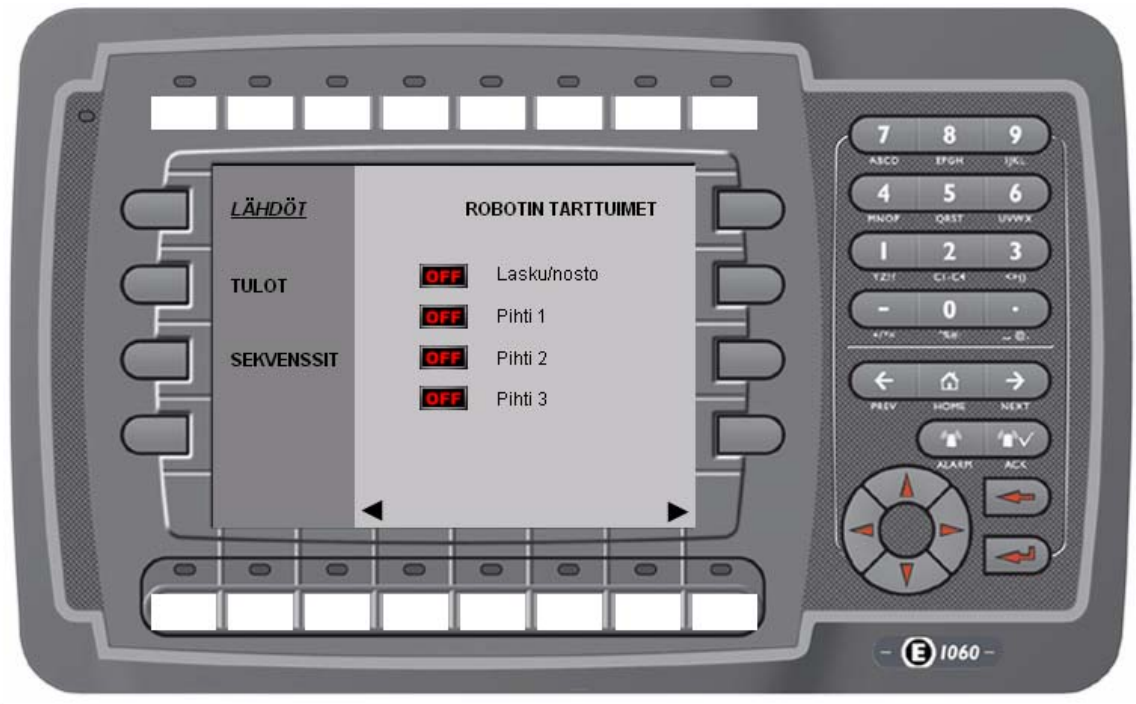


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|----------------|-----------|--------|------|-------------------------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL SYMBOL | [137,210] | M29 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,181] | M30 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,152] | M15 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,123] | M14 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,95] | M13 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,65] | M12 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |

Graphic block 6: Robotin tarttuimet

Cursor thickness :1

F9 Jumps to specified block: 7 - Robotin viereiset paikottimet
 F10 I/O: M22
 F11 I/O: M19
 F12 I/O: M20
 F13 I/O: M21
 F16 Jumps to specified block: 3 - Muut

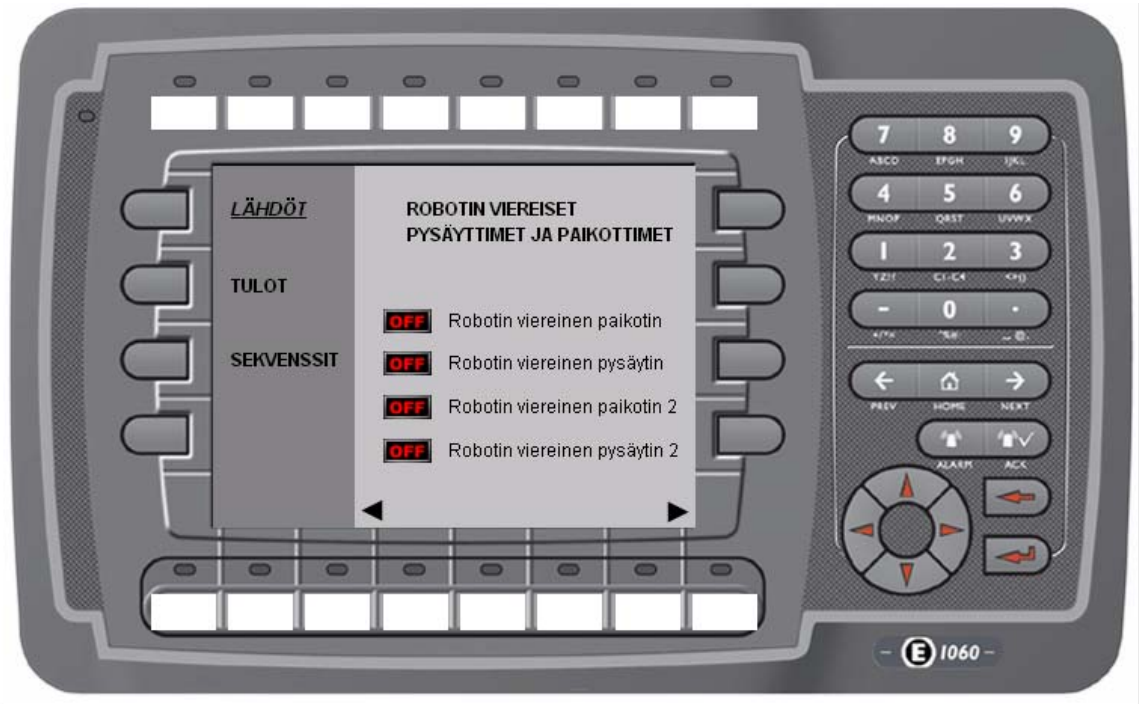


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|----------------|-----------|--------|------|-------------------------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL SYMBOL | [137,146] | M21 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,119] | M20 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,92] | M19 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [137,65] | M22 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |

Graphic block 7: Robotin viereiset paikottimet

Cursor thickness :1

- F9 Jumps to specified block: 5 - Manipulaattori4
- F10 I/O: M32
- F11 I/O: M31
- F12 I/O: M34
- F13 I/O: M33
- F16 Jumps to specified block: 6 - Robotin tarttuimet

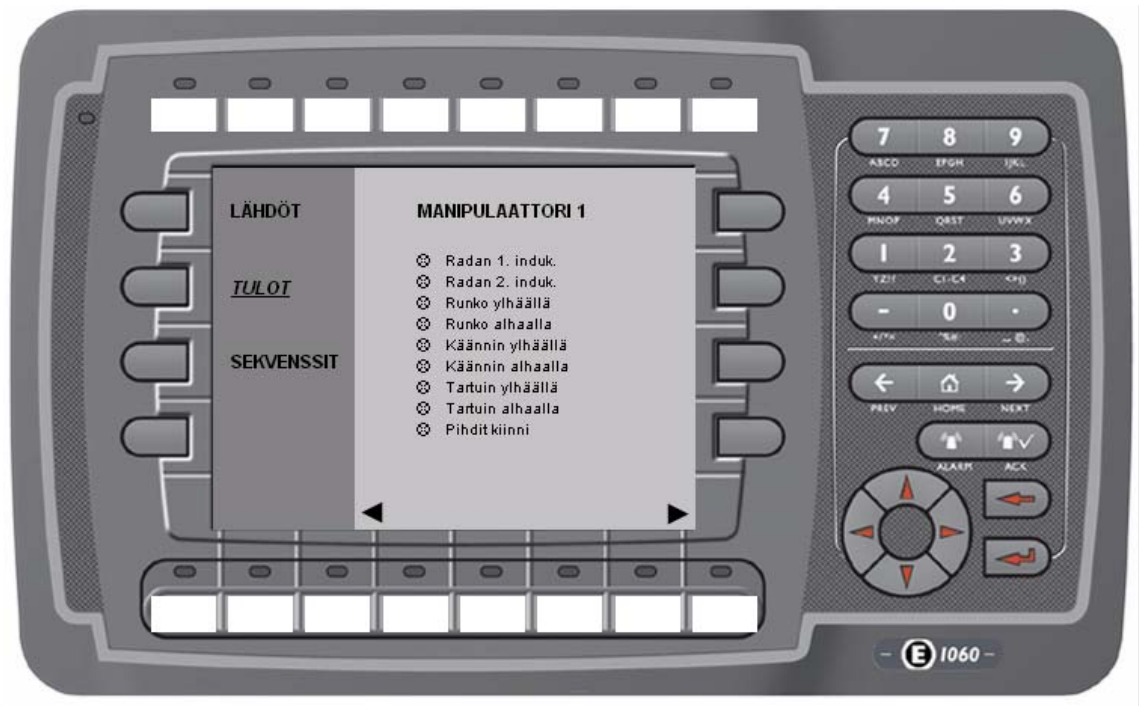


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|----------------|-----------|--------|------|-------------------------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL SYMBOL | [113,181] | M33 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [113,152] | M34 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [113,123] | M31 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [113,95] | M32 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |

Graphic block 8: Manipulaattori 1 anturit

Cursor thickness :1

- F9 Jumps to specified block: 13 - Robotin tarttuimet tulot
F16 Jumps to specified block: 9 - M manipulaattori 2 anturit



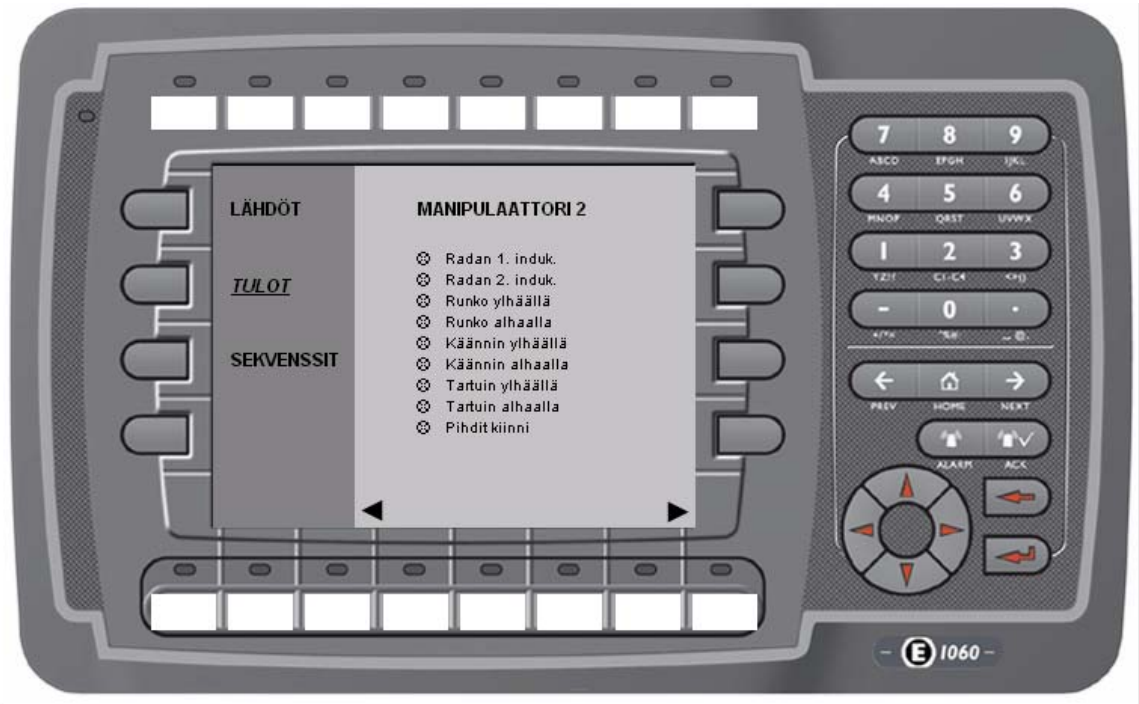
| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|---------------|-----------|--------|------|-----------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL FILL | [139,173] | M49 | | |
| DIGITAL FILL | [139,159] | M48 | | |
| DIGITAL FILL | [139,145] | M47 | | |
| DIGITAL FILL | [139,131] | M46 | | |
| DIGITAL FILL | [139,117] | M45 | | |
| DIGITAL FILL | [139,103] | M44 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 89] | M43 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 75] | M36 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 61] | M35 | | |

Graphic block 9: Manipulaattori 2 anturit

Cursor thickness :1

F9 Jumps to specified block: 8 - Manipulaattori 1 anturit

F16 Jumps to specified block: 10 - Manipulaattori 3 anturit



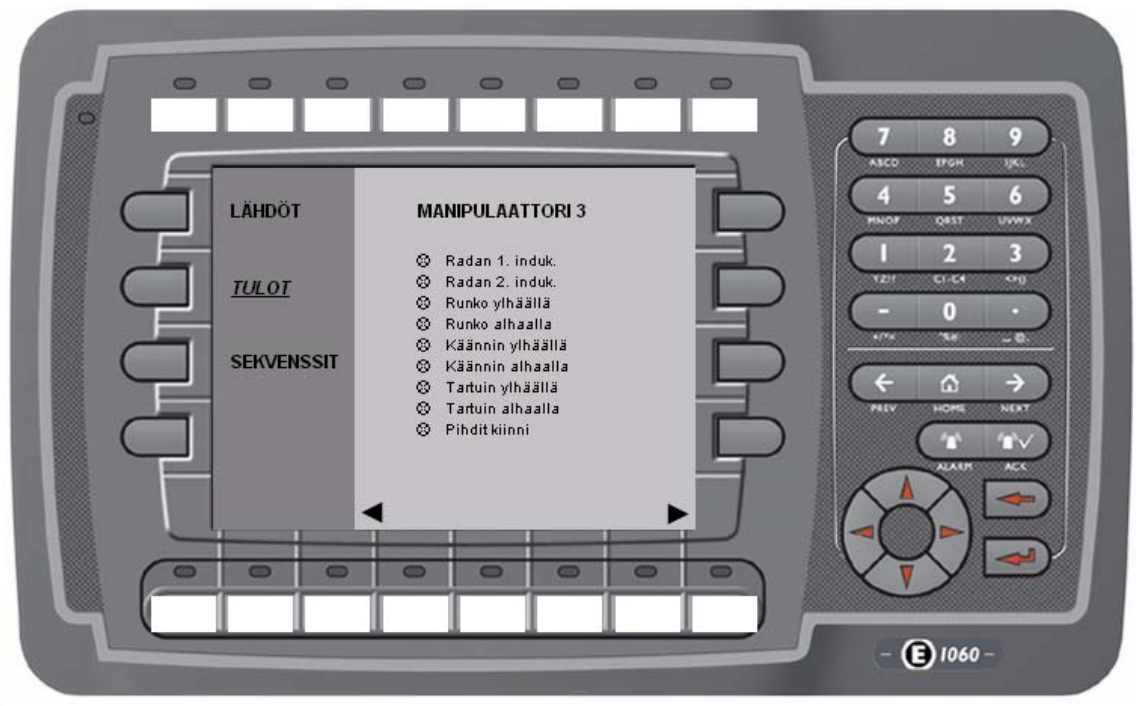
| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|---------------|-----------|--------|------|-----------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL FILL | [139,173] | M56 | | |
| DIGITAL FILL | [139,159] | M55 | | |
| DIGITAL FILL | [139,145] | M54 | | |
| DIGITAL FILL | [139,131] | M53 | | |
| DIGITAL FILL | [139,117] | M52 | | |
| DIGITAL FILL | [139,103] | M51 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 89] | M50 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 75] | M38 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 61] | M37 | | |

Graphic block 10: Manipulaattori 3 anturit

Cursor thickness :1

F9 Jumps to specified block: 9 - Manipulaattori 2 anturit

F16 Jumps to specified block: 11 - Manipulaattori 4 anturit

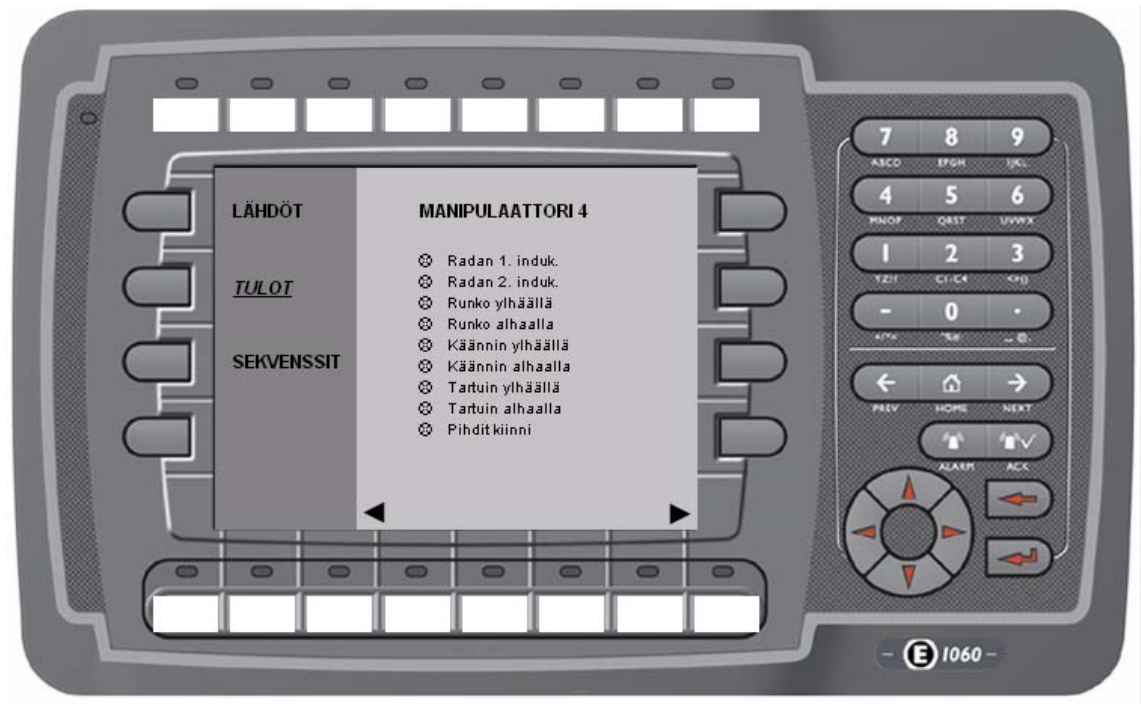


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|---------------|-----------|--------|------|-----------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL FILL | [139,173] | M63 | | |
| DIGITAL FILL | [139,159] | M62 | | |
| DIGITAL FILL | [139,145] | M61 | | |
| DIGITAL FILL | [139,131] | M60 | | |
| DIGITAL FILL | [139,117] | M59 | | |
| DIGITAL FILL | [139,103] | M58 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 89] | M57 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 75] | M40 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 61] | M39 | | |

Graphic block 11: Manipulaattori 4 anturit

Cursor thickness :1

F9 Jumps to specified block: 10 - Manipulaattori 3 anturit
F16 Jumps to specified block: 12 - Robotin viereiset p. tulot

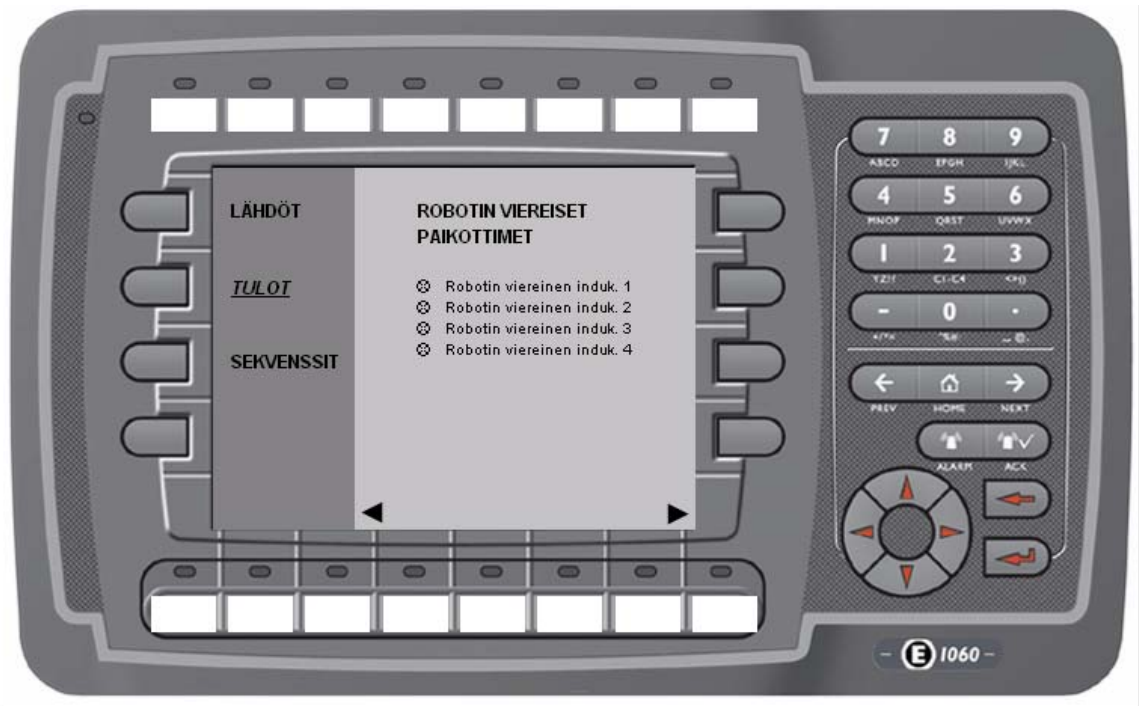


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|---------------|-----------|--------|------|-----------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL FILL | [139,173] | M70 | | |
| DIGITAL FILL | [139,159] | M69 | | |
| DIGITAL FILL | [139,145] | M68 | | |
| DIGITAL FILL | [139,131] | M67 | | |
| DIGITAL FILL | [139,117] | M66 | | |
| DIGITAL FILL | [139,103] | M65 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 89] | M64 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 75] | M42 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 61] | M41 | | |

Graphic block 12: Robotin viereiset p. tulot

Cursor thickness :1

F9 Jumps to specified block: 11 - Manipulaattori 4 anturit
F16 Jumps to specified block: 13 - Robotin tarttuimet tulot

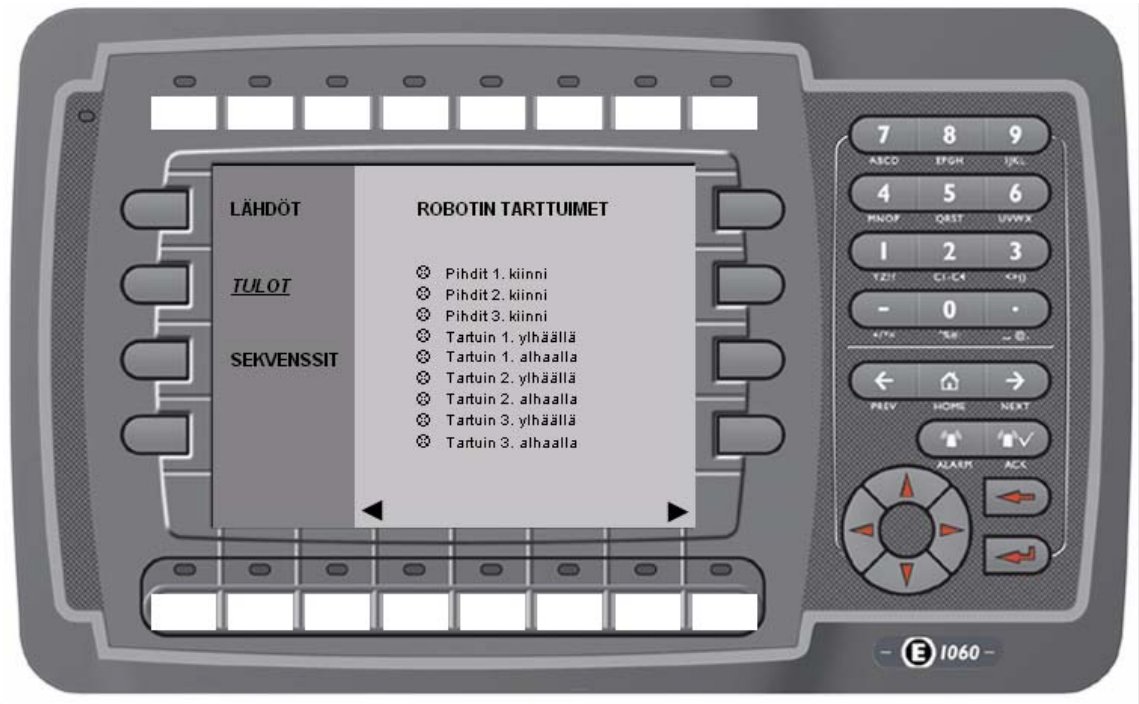


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|---------------|-----------|--------|------|-----------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL FILL | [139,120] | M83 | | |
| DIGITAL FILL | [139,106] | M82 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 92] | M81 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 78] | M80 | | |

Graphic block 13: Robotin tarttuimet tulot

Cursor thickness :1

- F9 Jumps to specified block: 12 - Robotin viereiset p. tulot
 F16 Jumps to specified block: 8 - Manipulaattori 1 anturit



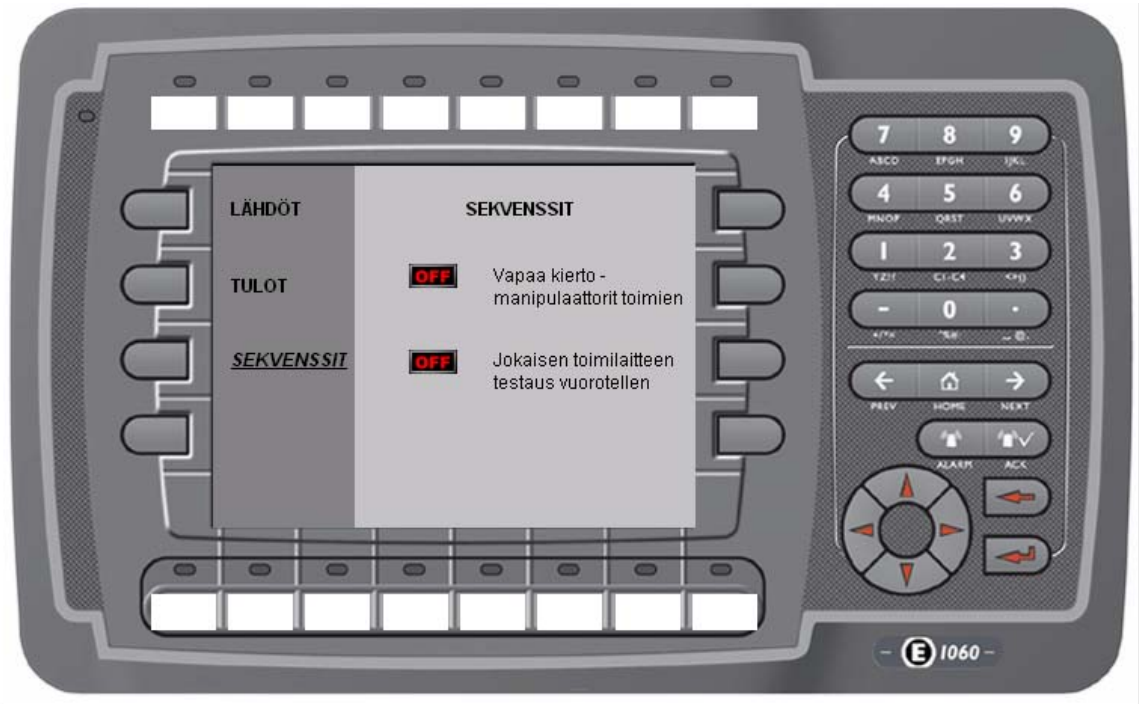
| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|---------------|-----------|--------|------|-----------------|
| STATIC SYMBOL | [296,219] | | | nuoli_oikea.bmp |
| STATIC SYMBOL | [94,218] | | | nuoli_vasen.bmp |
| DIGITAL FILL | [139,182] | M79 | | |
| DIGITAL FILL | [139,168] | M78 | | |
| DIGITAL FILL | [139,154] | M77 | | |
| DIGITAL FILL | [139,140] | M76 | | |
| DIGITAL FILL | [139,126] | M75 | | |
| DIGITAL FILL | [139,112] | M74 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 98] | M73 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 84] | M72 | | |
| DIGITAL FILL | [139, 70] | M71 | | |

Graphic block 14: Sekvenssit

Cursor thickness :1

F10 I/O: M85

F11 I/O: M86

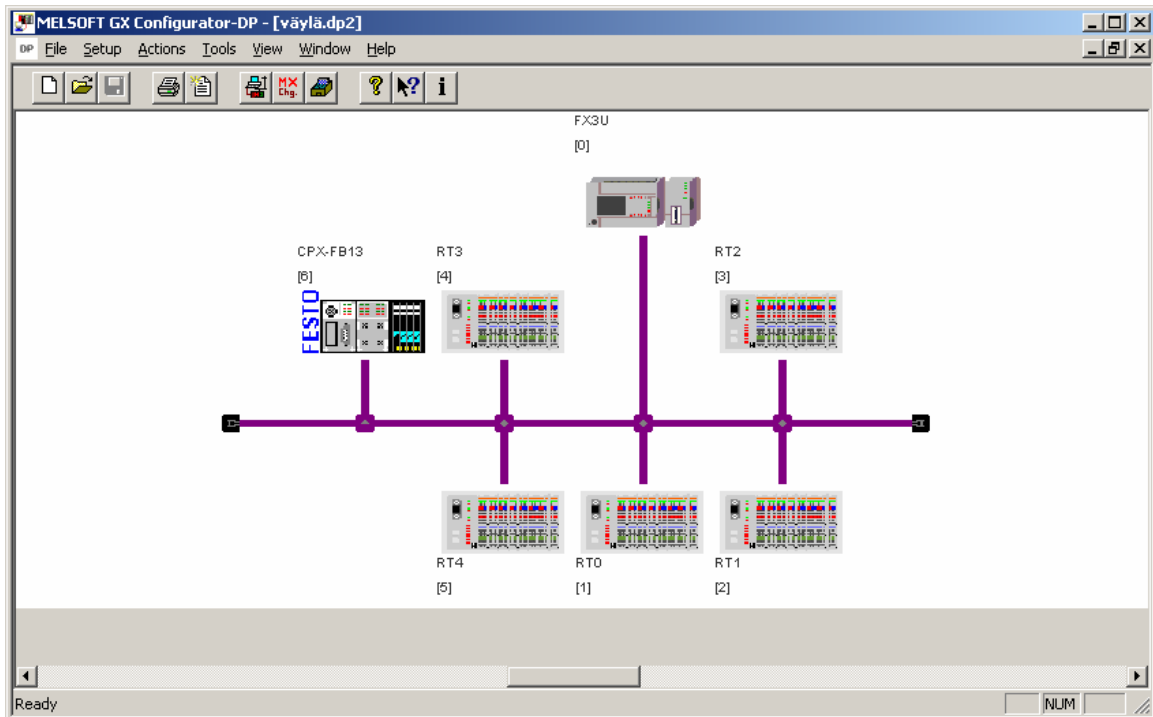


| TYPE | COORD | SIGNAL | NAME | PARAMETERS |
|----------------|-----------|--------|------|-------------------------------|
| DIGITAL SYMBOL | [130,122] | M86 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |
| DIGITAL SYMBOL | [130, 65] | M85 | | 0[t00021b.bmp] 1[t00021a.bmp] |

Graphic block 990: Alarms

Cursor thickness :1

- F5 Jumps to info block connected to the alarm.
- F6 Increases text size
- F7 Decreases text size
- F8 Shows object info.



Transfer Setup

Network Properties/Search

Change Network Symbolic Name: sarjaportti

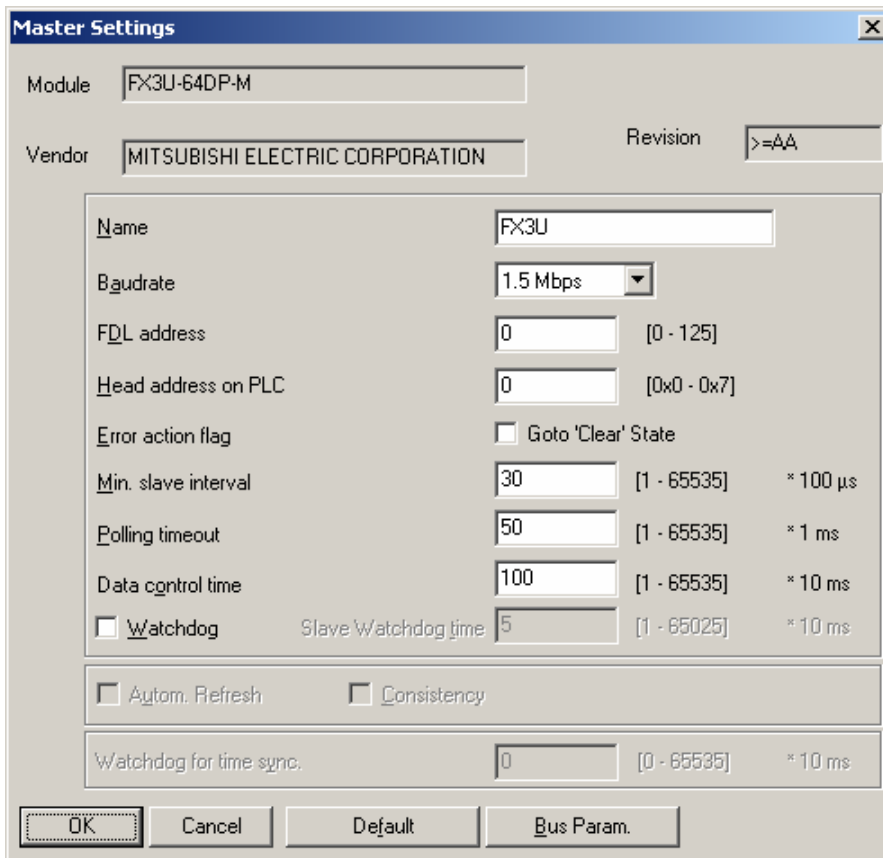
Search Network by Symbolic Name: sarjaportti

Local computer is the server Server name or IP-address: localhost Test PLC

Parametrize CPU/Network

| Nr. | Parameter Name | Value Setting | Comment |
|-----|-----------------------|---------------|----------------------|
| 00: | Slot number | 0 | [0...7] |
| 01: | Serial Transfer Speed | 19.2 Kbps | sel. value = (19200) |
| 02: | Serial Port Number | 1 | [1...10] |
| 03: | Target PLC Family | FX Series | [Fixed] |

Buttons: Define, Delete, **OK**, Cancel, Export



Master Settings

Module: FX3U-64DP-M

Vendor: MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

Revision: >=AA

Name: FX3U

Baudrate: 1.5 Mbps

FDL address: 0 [0 - 125]

Head address on PLC: 0 [0x0 - 0x7]

Error action flag: Goto 'Clear' State

Min. slave interval: 30 [1 - 65535] * 100 μ s

Polling timeout: 50 [1 - 65535] * 1 ms

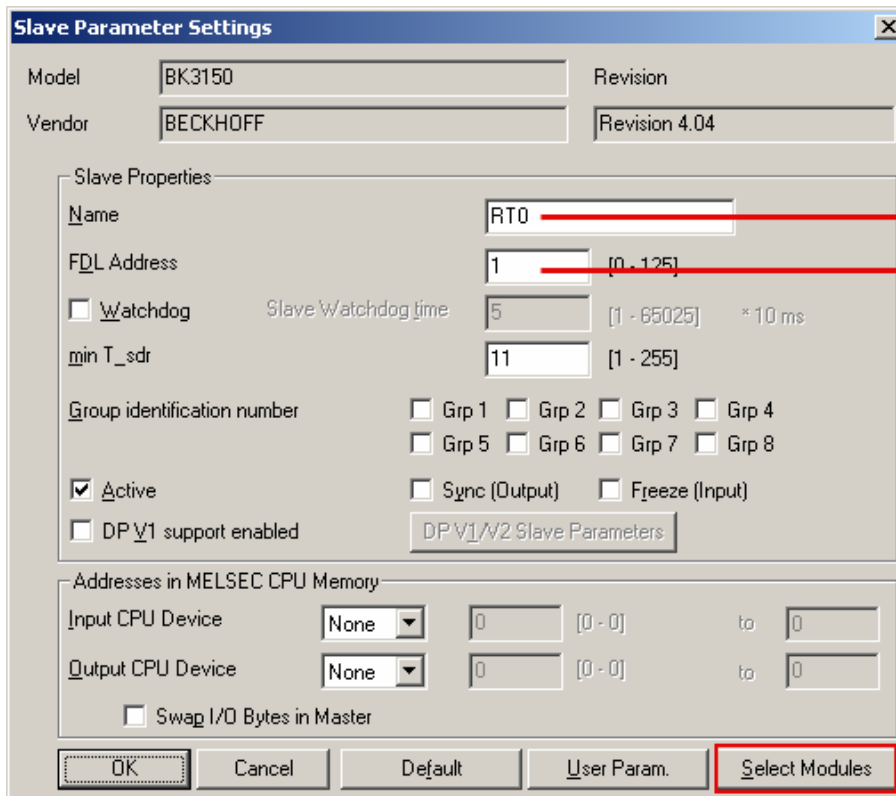
Data control time: 100 [1 - 65535] * 10 ms

Watchdog Slave Watchdog time: 5 [1 - 65025] * 10 ms

Autom. Refresh Consistency

Watchdog for time sync.: 0 [0 - 65535] * 10 ms

Buttons: OK, Cancel, Default, Bus Param.



Slave Parameter Settings

Model: BK3150

Vendor: BECKHOFF

Revision: Revision 4.04

Slave Properties

Name: RT0

FDL Address: 1 [0 - 125]

Watchdog Slave Watchdog time: 5 [1 - 65025] * 10 ms

min T_sdr: 11 [1 - 255]

Group identification number: Grp 1 Grp 2 Grp 3 Grp 4
 Grp 5 Grp 6 Grp 7 Grp 8

Active Sync (Output) Freeze (Input)

DP V1 support enabled

Addresses in MELSEC CPU Memory

Input CPU Device: None 0 [0 - 0] to 0

Output CPU Device: None 0 [0 - 0] to 0

Swap I/O Bytes in Master

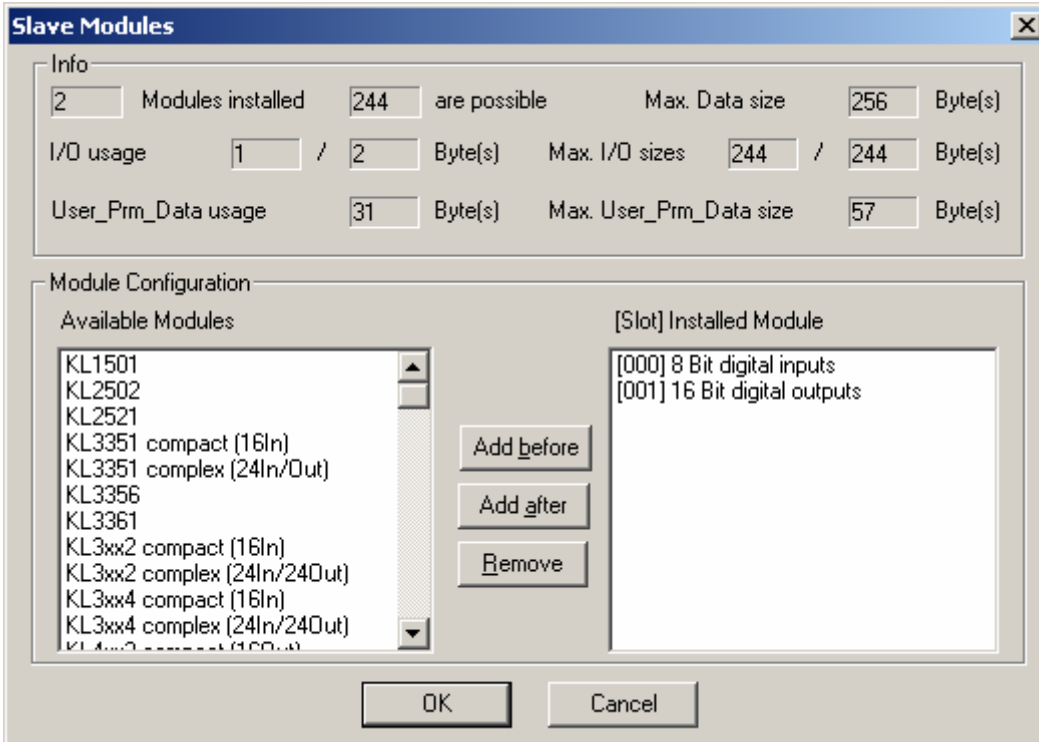
Buttons: OK, Cancel, Default, User Param., Select Modules

Valinnainen nimi

Väyläosoite

I/O Määrittelyt

RT0



The 'Slave Modules' window for RT0 displays the following configuration:

Info

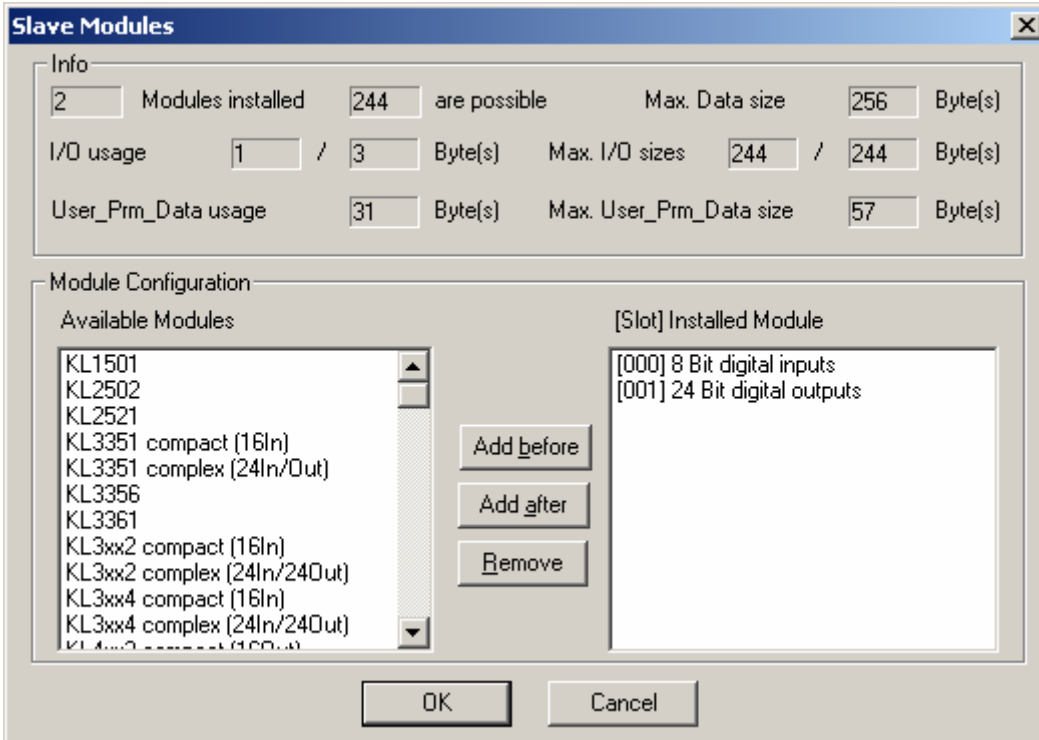
| | | | | | |
|---------------------|-------|--------------|-------------------------|-----------|---------|
| Modules installed | 244 | are possible | Max. Data size | 256 | Byte(s) |
| I/O usage | 1 / 2 | Byte(s) | Max. I/O sizes | 244 / 244 | Byte(s) |
| User_Prm_Data usage | 31 | Byte(s) | Max. User_Prm_Data size | 57 | Byte(s) |

Module Configuration

| Available Modules | [Slot] Installed Module |
|-----------------------------|------------------------------|
| KL1501 | [000] 8 Bit digital inputs |
| KL2502 | [001] 16 Bit digital outputs |
| KL2521 | |
| KL3351 compact (16In) | |
| KL3351 complex (24In/Out) | |
| KL3356 | |
| KL3361 | |
| KL3xx2 compact (16In) | |
| KL3xx2 complex (24In/24Out) | |
| KL3xx4 compact (16In) | |
| KL3xx4 complex (24In/24Out) | |

Buttons: Add before, Add after, Remove, OK, Cancel

RT1



The 'Slave Modules' window for RT1 displays the following configuration:

Info

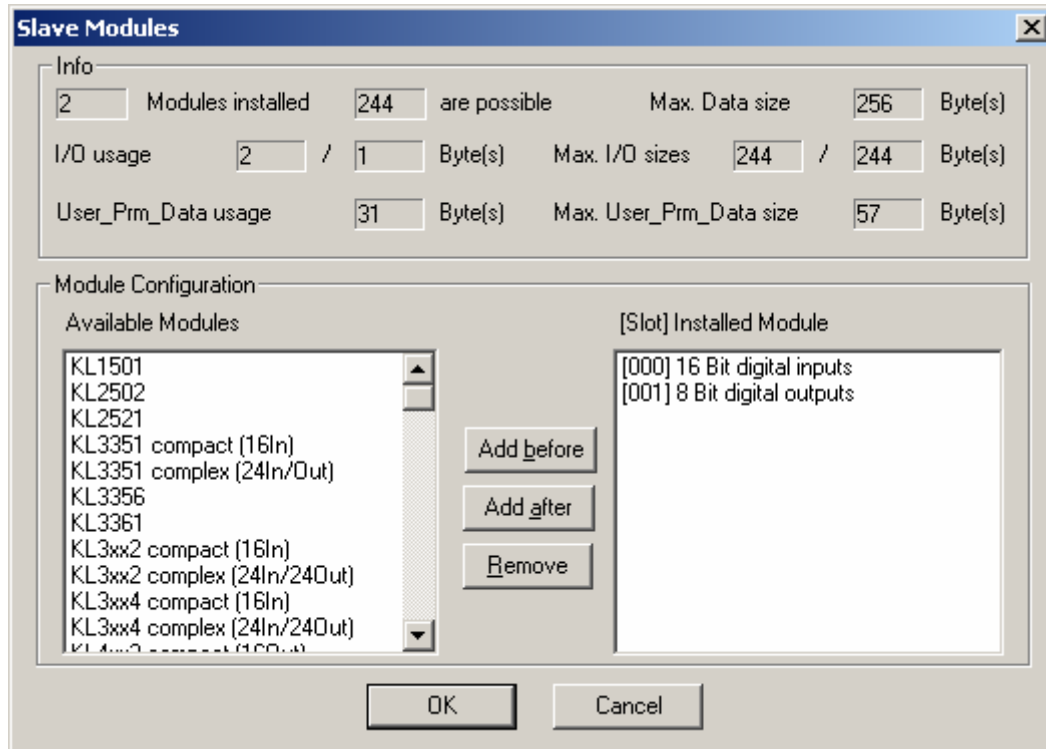
| | | | | | |
|---------------------|-------|--------------|-------------------------|-----------|---------|
| Modules installed | 244 | are possible | Max. Data size | 256 | Byte(s) |
| I/O usage | 1 / 3 | Byte(s) | Max. I/O sizes | 244 / 244 | Byte(s) |
| User_Prm_Data usage | 31 | Byte(s) | Max. User_Prm_Data size | 57 | Byte(s) |

Module Configuration

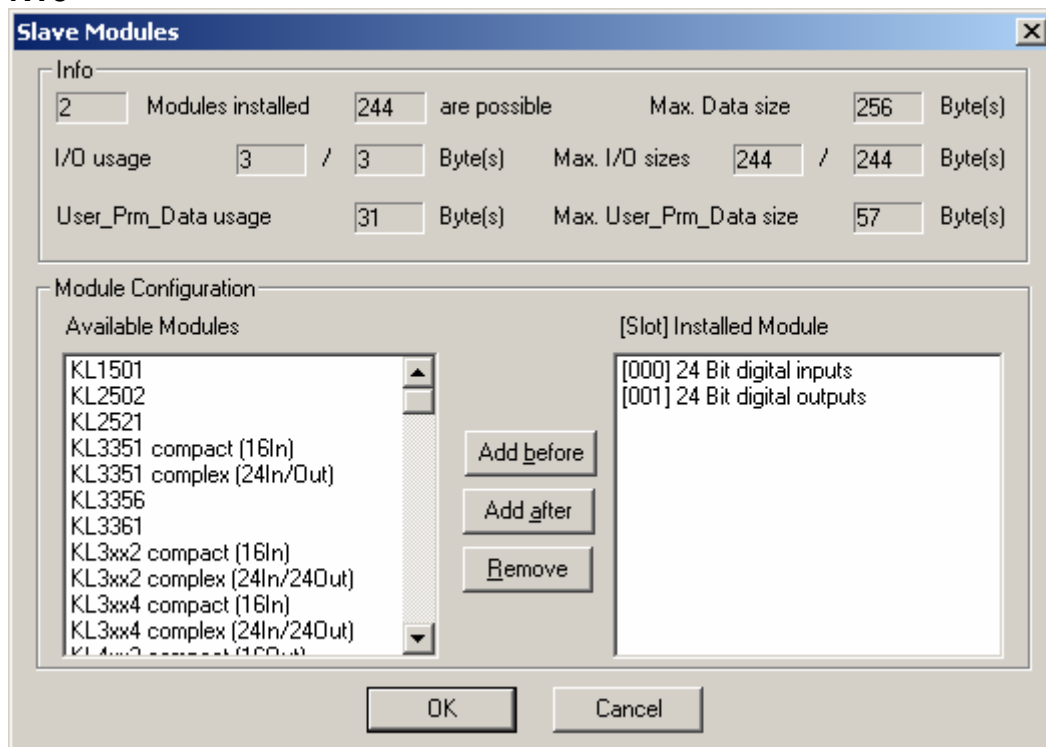
| Available Modules | [Slot] Installed Module |
|-----------------------------|------------------------------|
| KL1501 | [000] 8 Bit digital inputs |
| KL2502 | [001] 24 Bit digital outputs |
| KL2521 | |
| KL3351 compact (16In) | |
| KL3351 complex (24In/Out) | |
| KL3356 | |
| KL3361 | |
| KL3xx2 compact (16In) | |
| KL3xx2 complex (24In/24Out) | |
| KL3xx4 compact (16In) | |
| KL3xx4 complex (24In/24Out) | |

Buttons: Add before, Add after, Remove, OK, Cancel

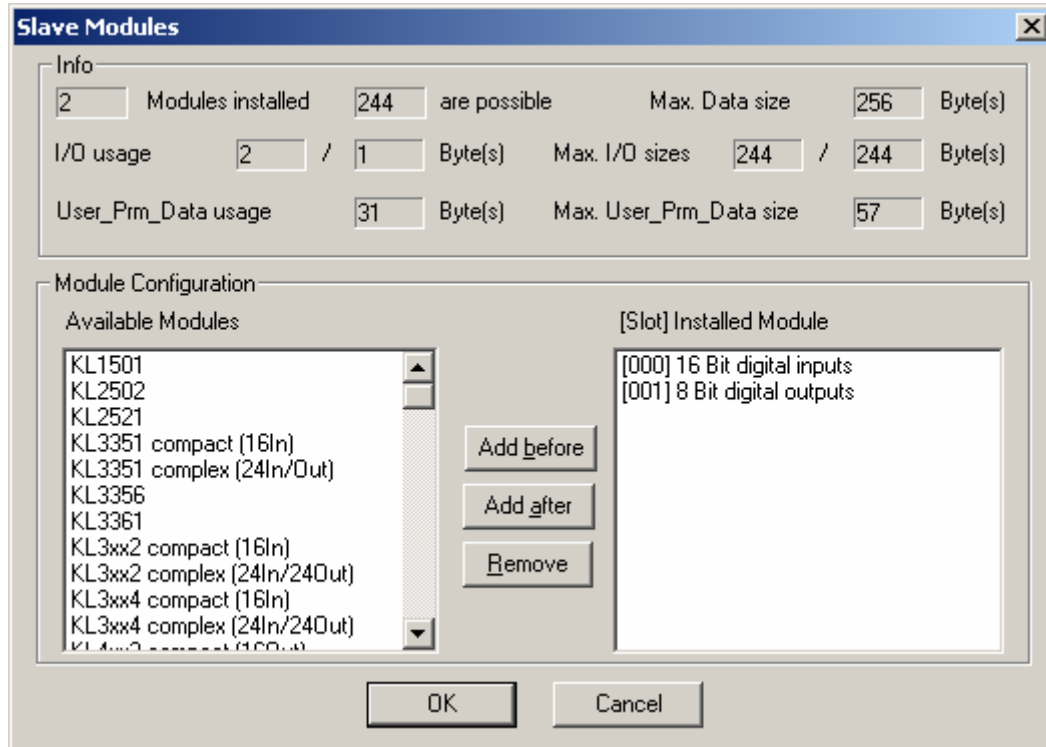
RT2



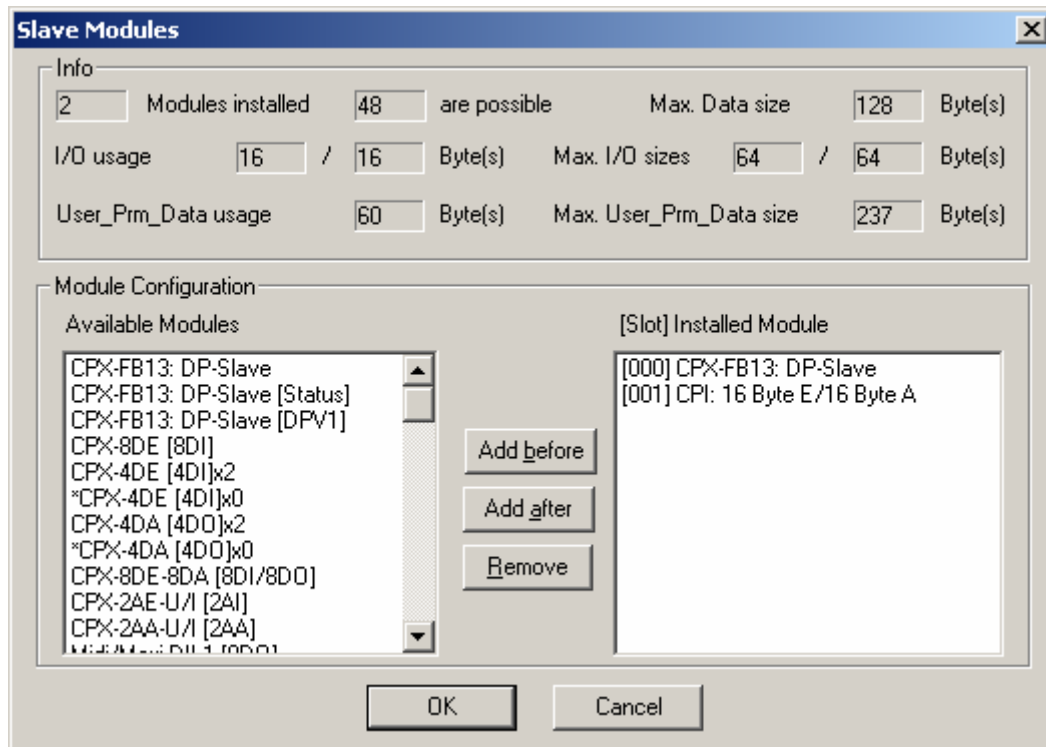
RT3

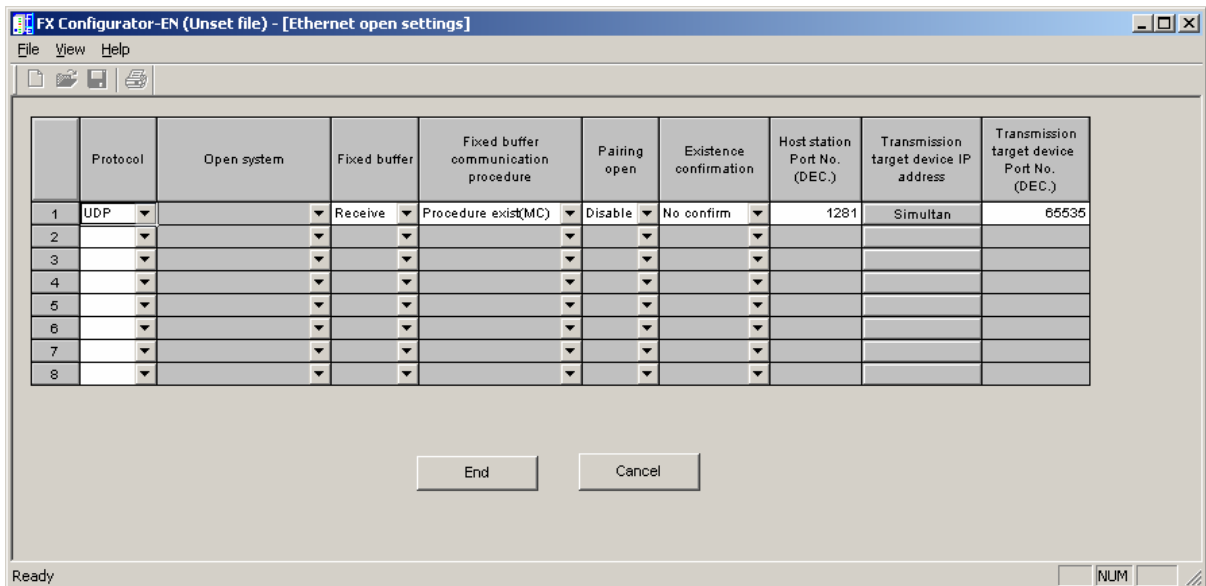
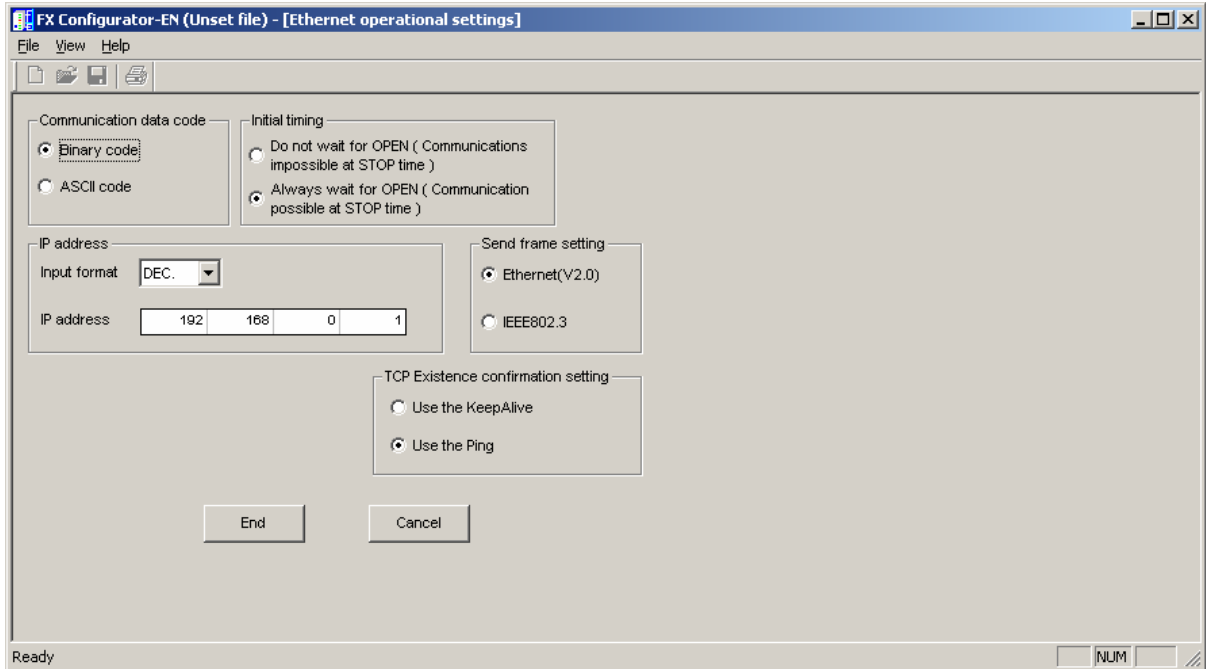


RT4



CPX-FB13





PC side I/F setting

Connecting interface

Serial port

COM port: COM1

Transmission speed: 115.2Kbps

Ethernet board

IP Address: DEC. 192.168.1.254

Host Name:

Time out

Check at communication time: 30 sec

OK Cancel

RT0

| NUMERO | I/O | SELITYS | KYTKENTÄ |
|--------|-----|--------------|----------------------|
| 00 | I | - | - |
| 01 | I | - | - |
| 02 | I | - | - |
| 03 | I | - | - |
| 04 | I | - | - |
| 05 | I | - | - |
| 06 | I | - | - |
| 07 | I | - | - |
| 30 | O | Kuljetin | Taajuusmuuttaja - S2 |
| 31 | O | Oven lukitus | X2:203 |
| 32 | O | - | - |
| 33 | O | - | - |
| 36 | O | - | - |
| 37 | O | - | - |
| 38 | O | - | - |
| 39 | O | - | - |
| 40 | O | - | - |
| 41 | O | - | - |
| 42 | O | - | - |
| 43 | O | - | - |
| 44 | O | - | - |
| 45 | O | - | - |
| 46 | O | - | - |
| 47 | O | - | - |

Taajuusmuuttaja ruskea = 0V (SC); Taajuusmuuttaja vihreä = +24V (S1)

RT1

| NUMERO | I/O | SELITYS | KYTKENTÄ |
|--------|-----|------------------------------|---------------------------|
| 00 | I | Manip. 1 oikea induk. | musta johdin |
| 01 | I | Manip. 1 vasen induk. | musta johdin |
| 02 | I | Manip. 2 oikea induk. | musta johdin |
| 03 | I | Manip. 2 vasen induk. | musta johdin |
| 04 | I | Manip. 3 oikea induk. | musta johdin |
| 05 | I | Manip. 3 vasen induk. | musta johdin |
| 06 | I | Manip. 4 oikea induk. | musta johdin |
| 07 | I | Manip. 4 vasen induk. | musta johdin |
| 30 | O | Manip. 4 pysäytin | valkoinen |
| 31 | O | Manip. 4 paikotin | vihreä-ruskea |
| 32 | O | Manip. 3 pysäytin | ruskea |
| 33 | O | Manip. 3 paikotin | valkoinen-keltainen |
| 34 | O | Manip. 2 pysäytin | vihreä |
| 35 | O | Manip. 2 paikotin | keltainen-ruskea |
| 36 | O | Manip. 1 pysäytin | keltainen |
| 37 | O | Manip. 1 paikotin | valkoinen-harmaa |
| 38 | O | Robotin viereinen pysäytin | harmaa |
| 39 | O | Robotin viereinen paikotin | harmaa-ruskea |
| 40 | O | Robotin viereinen pysäytin 2 | vaaleanpunainen |
| 41 | O | Robotin viereinen paikotin 2 | vaaleanpunainen-valkoinen |
| 42 | O | - | sininen |
| 43 | O | - | vaaleanpunainen-ruskea |
| 44 | O | - | punainen |
| 45 | O | - | valkoinen-sininen |
| 46 | O | - | - |
| 47 | O | - | - |
| 48 | O | - | - |
| 49 | O | - | - |

Anturi sininen = 0V; Anturi ruskea = +24V; Valkoinen-vihreä = 0V

RT2

| NUMERO | I/O | SELITYS | KYTKENTÄ |
|--------|-----|----------------------------------|--------------|
| 00 | I | Robotin viereinen oikea induk. | musta johdin |
| 01 | I | Robotin viereinen vasen induk. | musta johdin |
| 02 | I | Robotin viereinen oikea induk. 2 | musta johdin |
| 03 | I | Robotin viereinen vasen induk. 2 | musta johdin |
| 04 | I | Painekytin | musta johdin |
| 05 | I | - | - |
| 06 | I | - | - |
| 07 | I | - | - |
| 08 | I | - | - |
| 09 | I | - | - |
| 10 | I | - | - |
| 11 | I | - | - |
| 30 | O | Paineventtiili | johdin 2 |
| 31 | O | - | - |
| 32 | O | - | - |
| 33 | O | - | - |
| 34 | O | - | - |
| 35 | O | - | - |
| 36 | O | - | - |
| 37 | O | - | - |

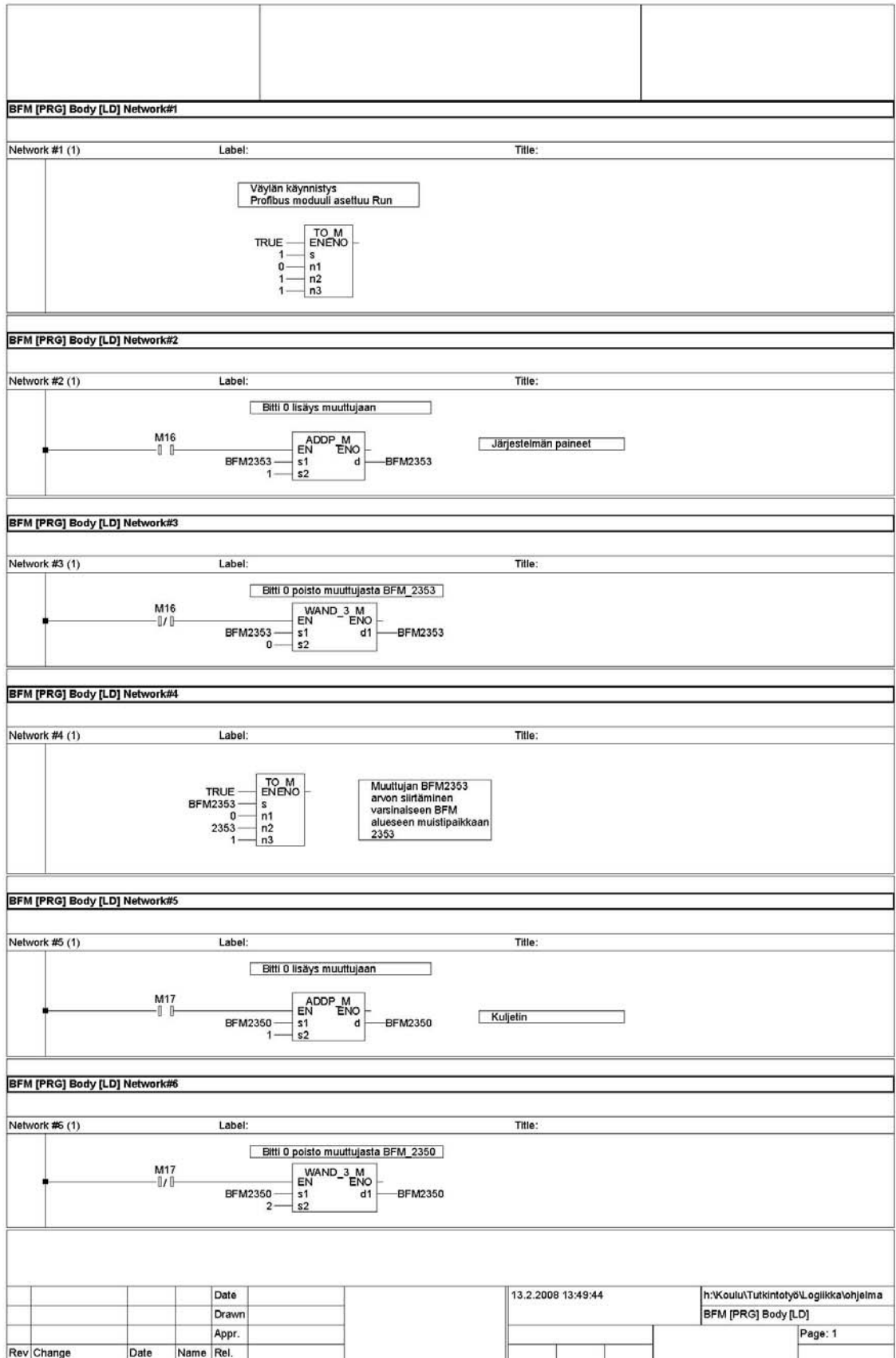
Paineventtiili johdin 1 = 0V; Anturi sininen = 0V; Anturi ruskea = +24V

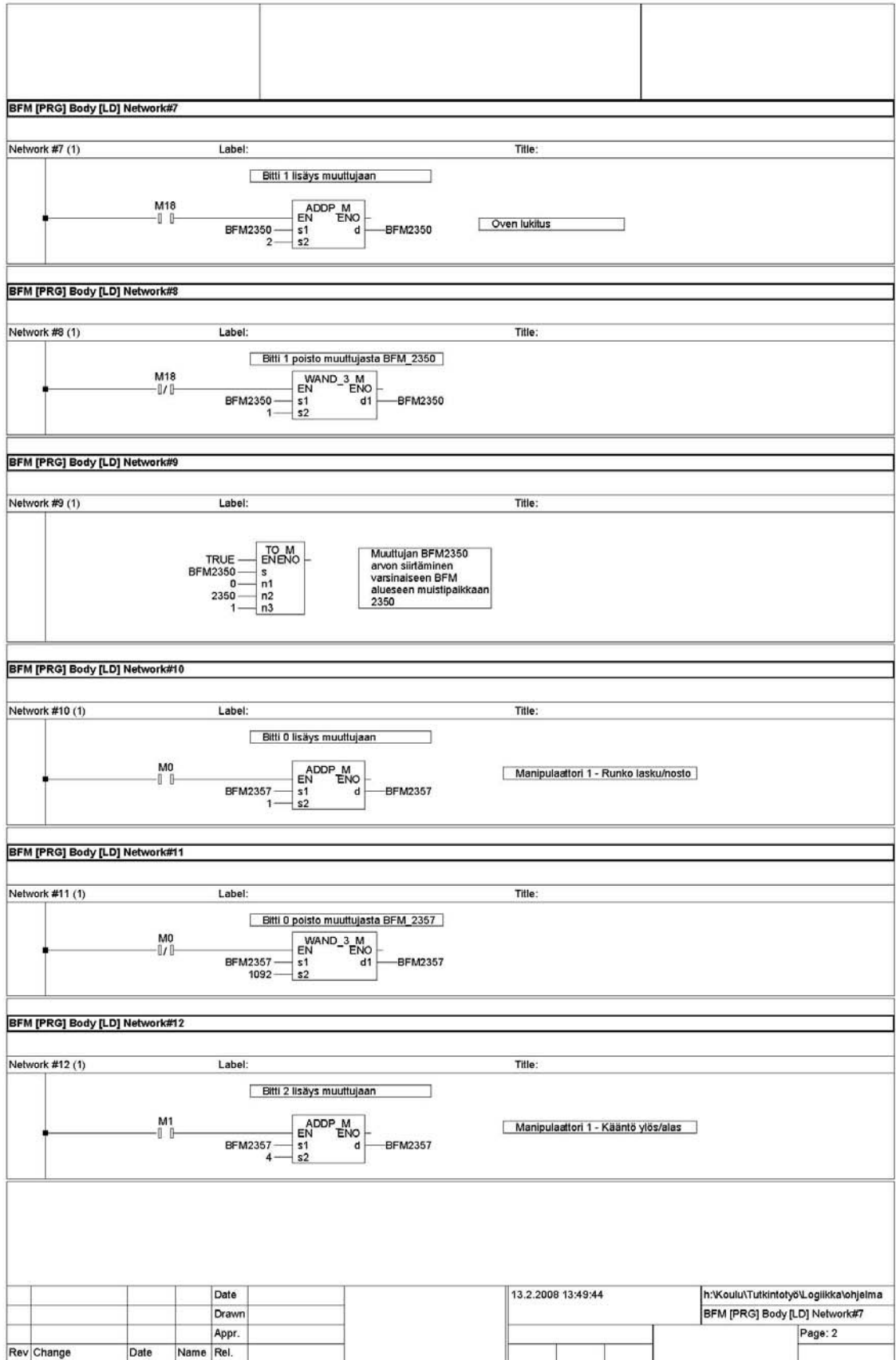
RT3

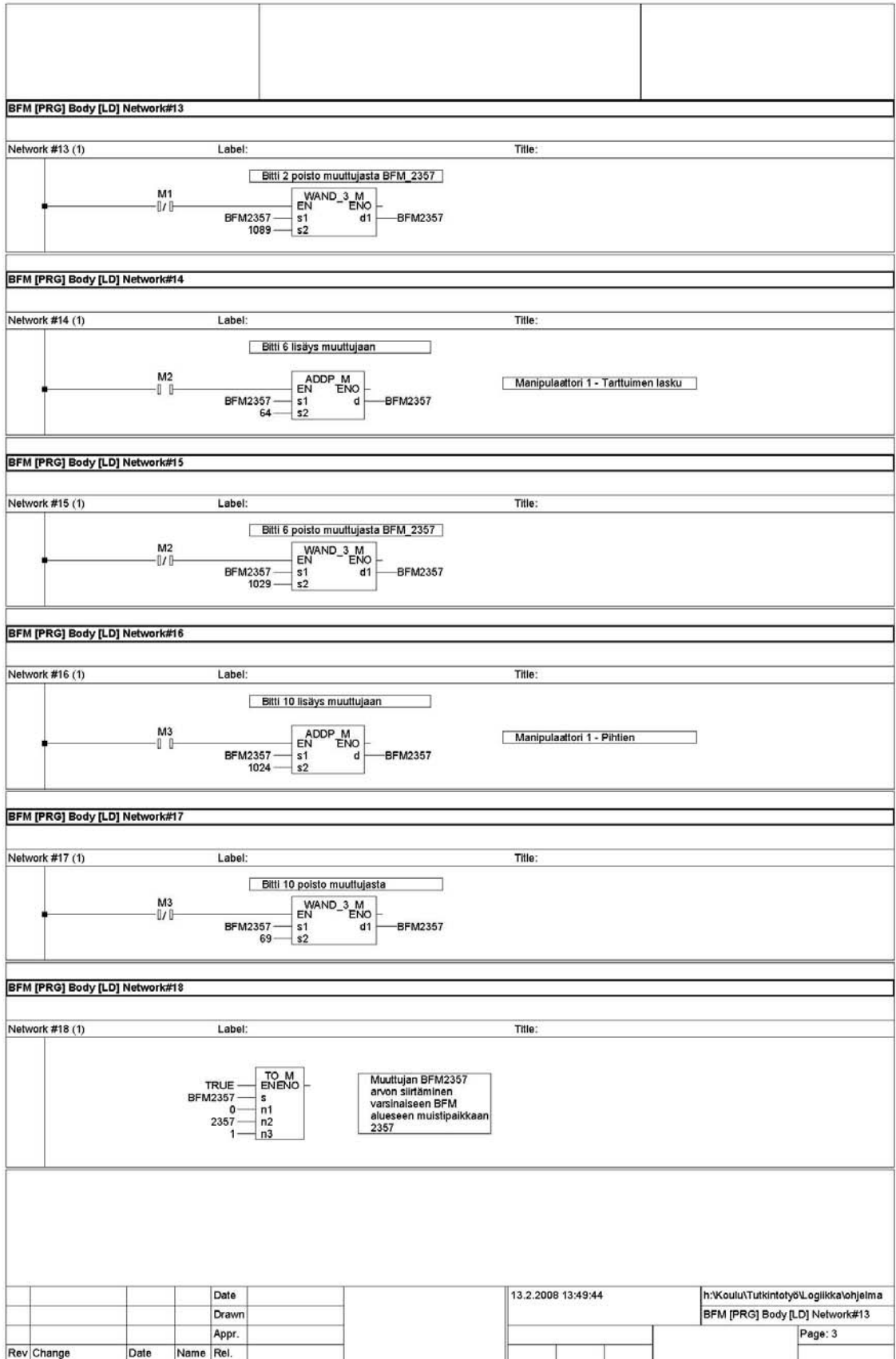
| NUMERO | I/O | SELITYS | KYTKENTÄ |
|--------|-----|---------|----------|
| 00 | I | - | - |
| 01 | I | - | - |
| 02 | I | - | - |
| 03 | I | - | - |
| 04 | I | - | - |
| 05 | I | - | - |
| 06 | I | - | - |
| 07 | I | - | - |
| 08 | I | - | - |
| 09 | I | - | - |
| 10 | I | - | - |
| 11 | I | - | - |
| 12 | I | - | - |
| 13 | I | - | - |
| 14 | I | - | - |
| 15 | I | - | - |
| 16 | I | - | - |
| 17 | I | - | - |
| 18 | I | - | - |
| 19 | I | - | - |
| 20 | I | - | - |
| 21 | I | - | - |
| 22 | I | - | - |
| 23 | I | - | - |
| 30 | O | - | - |
| 31 | O | - | - |
| 32 | O | - | - |
| 33 | O | - | - |
| 34 | O | - | - |
| 35 | O | - | - |
| 36 | O | - | - |
| 37 | O | - | - |
| 38 | O | - | - |
| 39 | O | - | - |
| 40 | O | - | - |
| 41 | O | - | - |
| 42 | O | - | - |
| 43 | O | - | - |
| 44 | O | - | - |
| 45 | O | - | - |
| 46 | O | - | - |
| 47 | O | - | - |
| 48 | O | - | - |
| 49 | O | - | - |
| 50 | O | - | - |
| 51 | O | - | - |
| 52 | O | - | - |
| 53 | O | - | - |

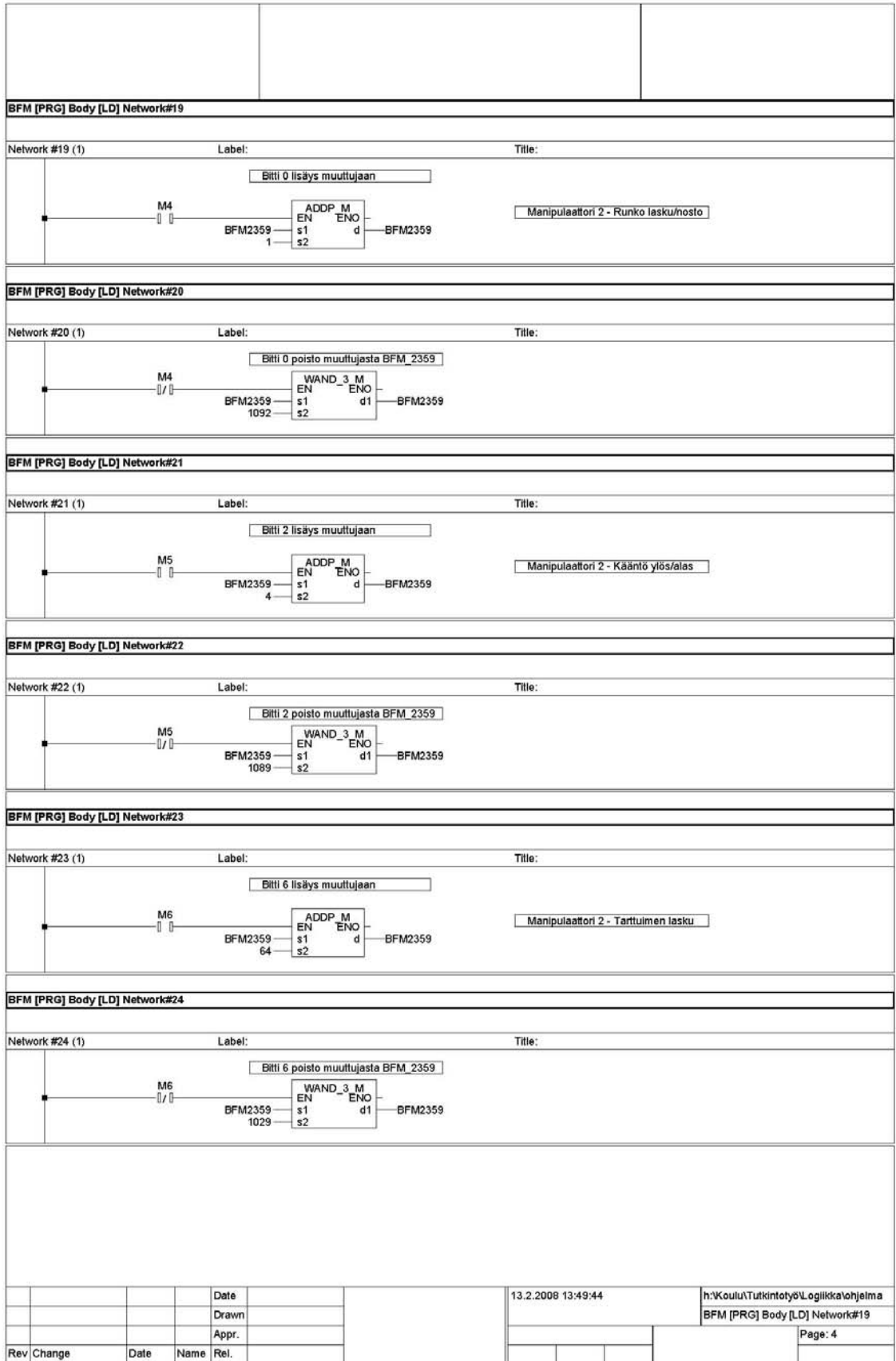
RT4

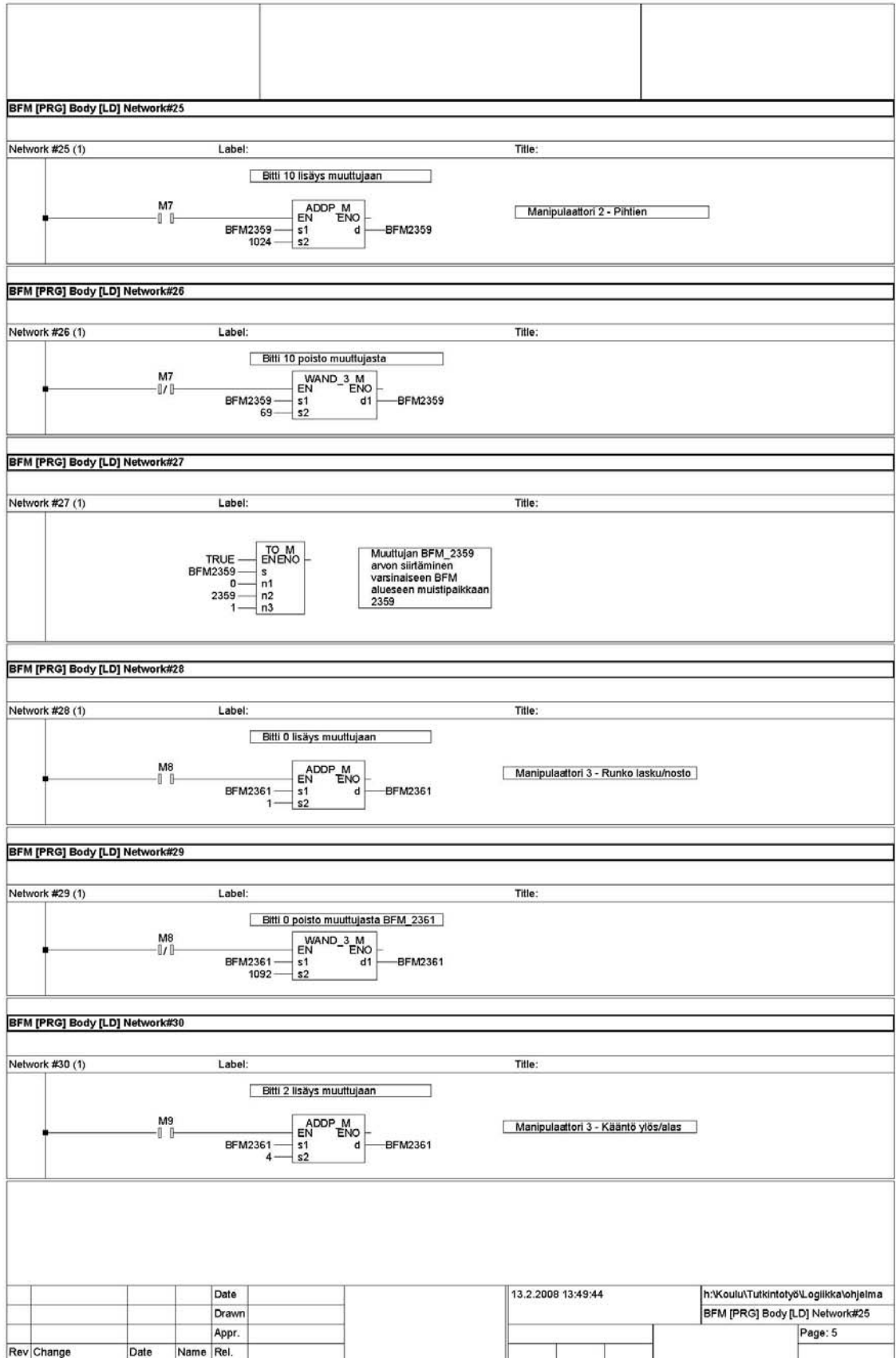
| NUMERO | I/O | SELITYS | KYTKENTÄ |
|--------|-----|---------------------|------------------------|
| 00 | I | Pihti1 | valkoinen |
| 01 | I | Pihti2 | harmaa |
| 02 | I | Pihti3 | lila |
| 03 | I | - | - |
| 04 | I | - | - |
| 05 | I | - | - |
| 06 | I | - | - |
| 07 | I | - | - |
| 08 | I | Pihti1 ylhäällä | keltainen |
| 09 | I | Pihti1 alhaalla | vihreä |
| 10 | I | Pihti2 ylhäällä | punainen |
| 11 | I | Pihti2 alhaalla | vaaleanpunainen |
| 12 | I | Pihti3 ylhäällä | vaaleanpunainen-harmaa |
| 13 | I | Pihti3 alhaalla | musta |
| 14 | I | - | - |
| 15 | I | - | - |
| 30 | O | Pihti 1 auki | punainen |
| 31 | O | Pihti 2 auki | punainen |
| 32 | O | Pihti 3 auki | punainen |
| 33 | O | Pihtien lasku/nosto | punainen |
| 34 | O | - | - |
| 35 | O | - | - |
| 36 | O | - | - |
| 37 | O | - | - |

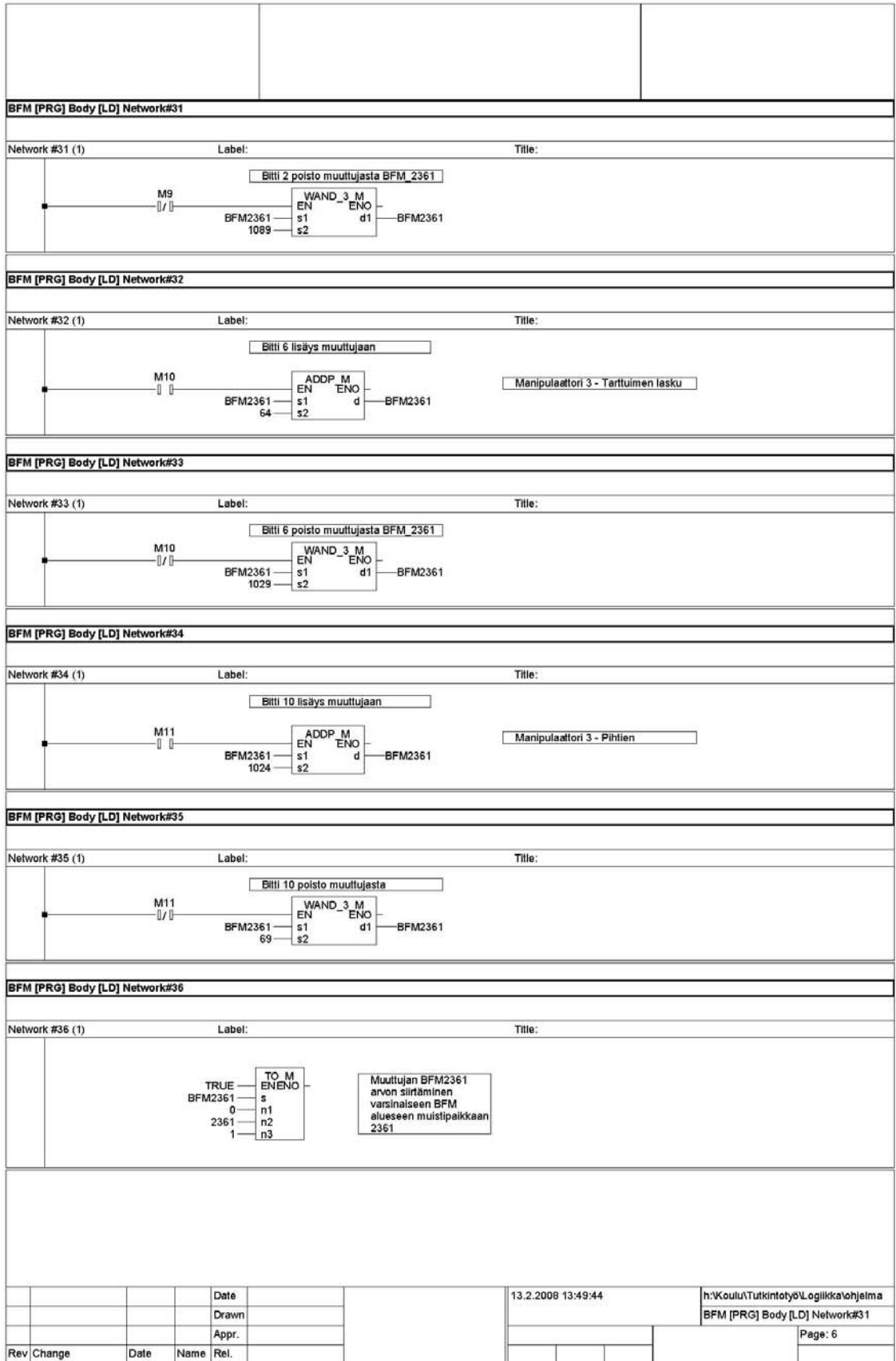


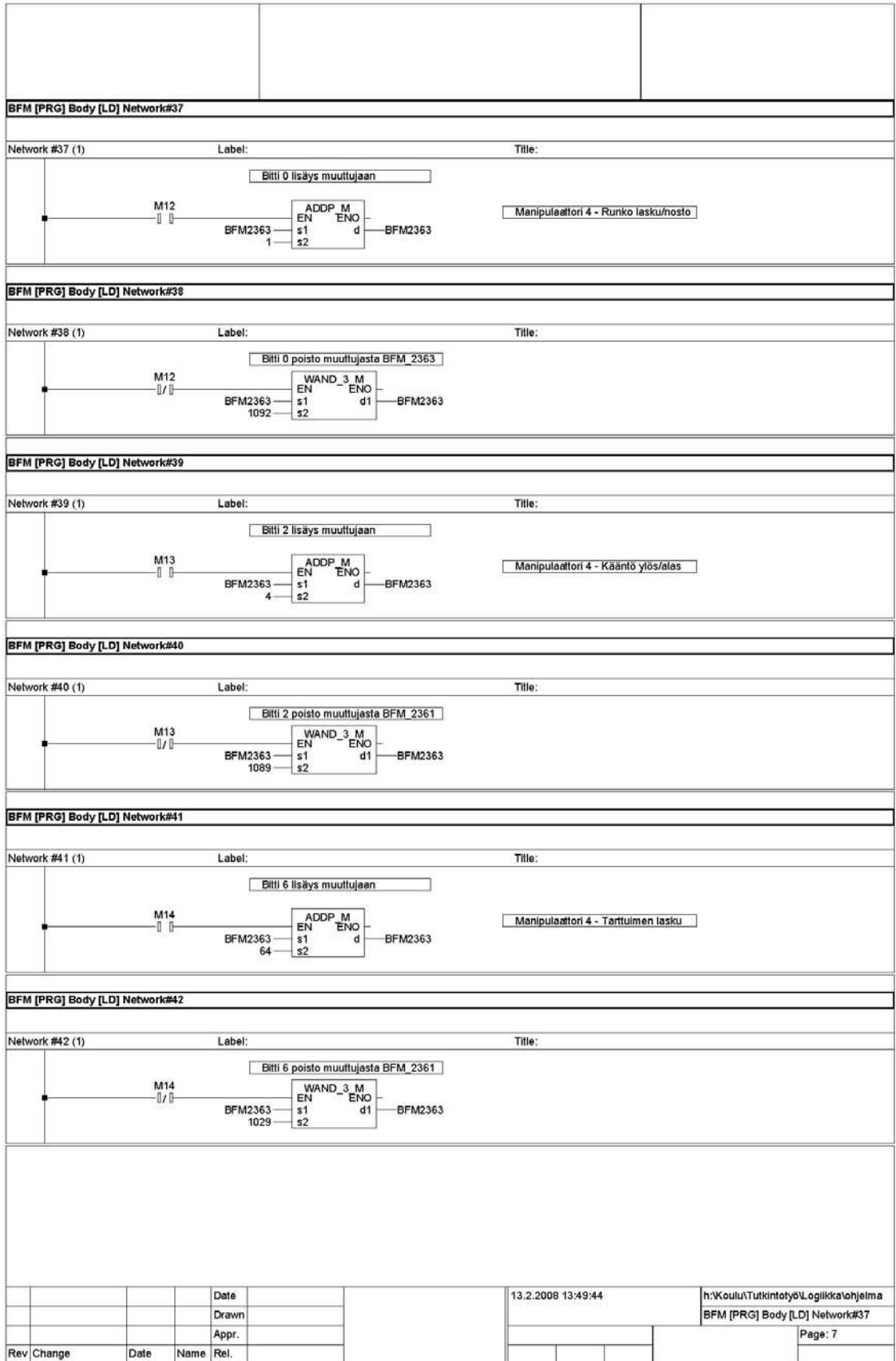


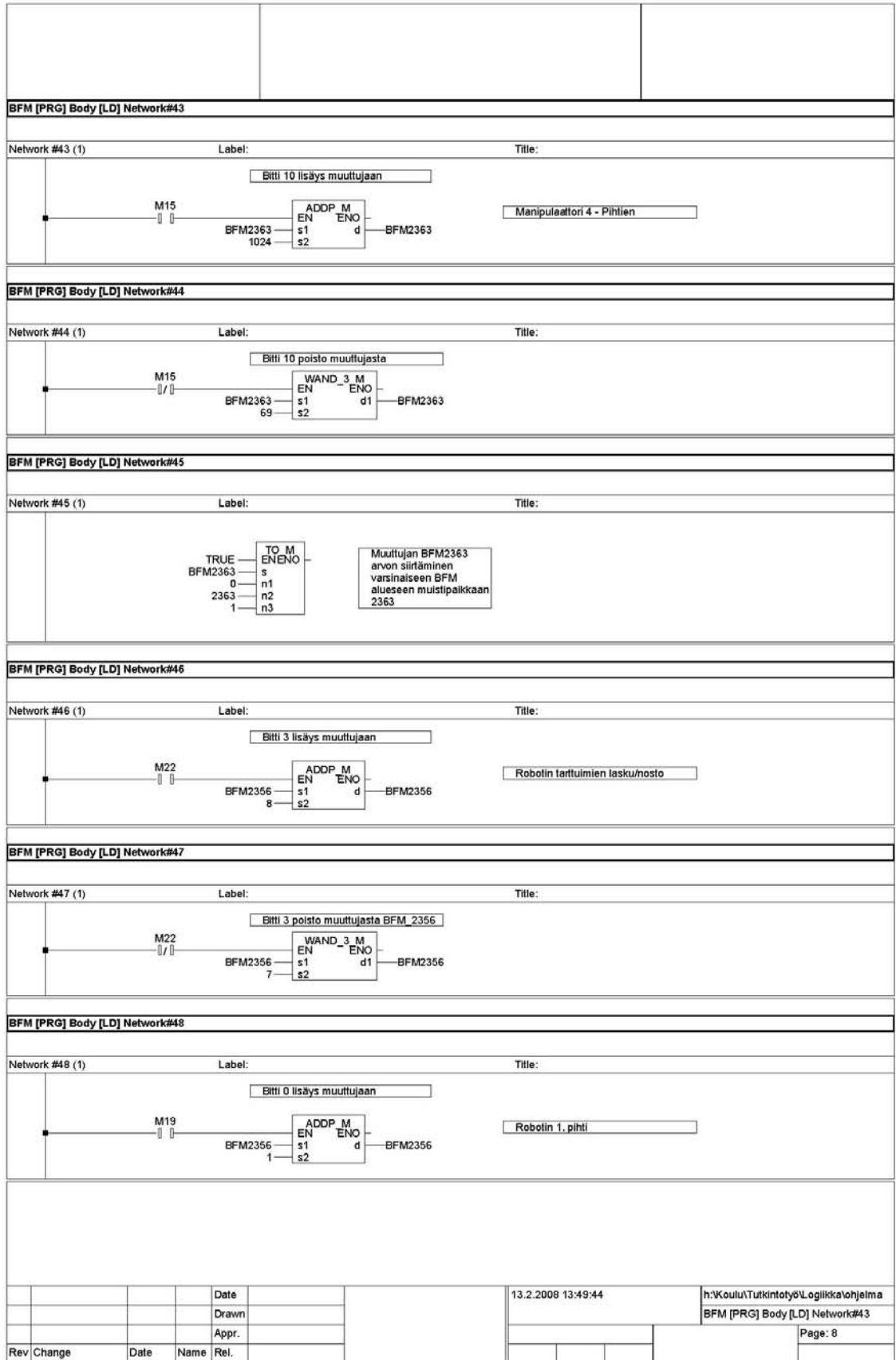


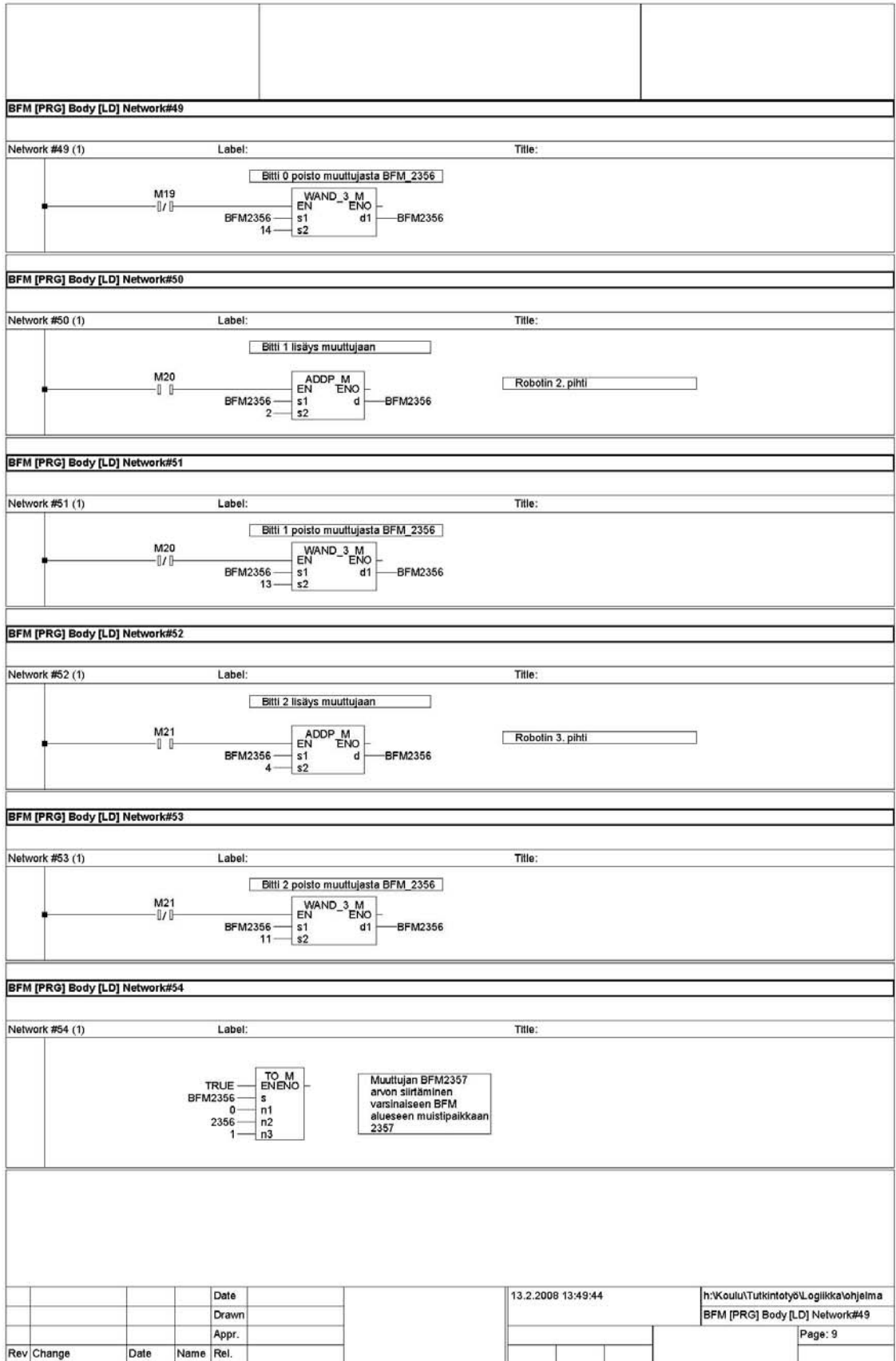


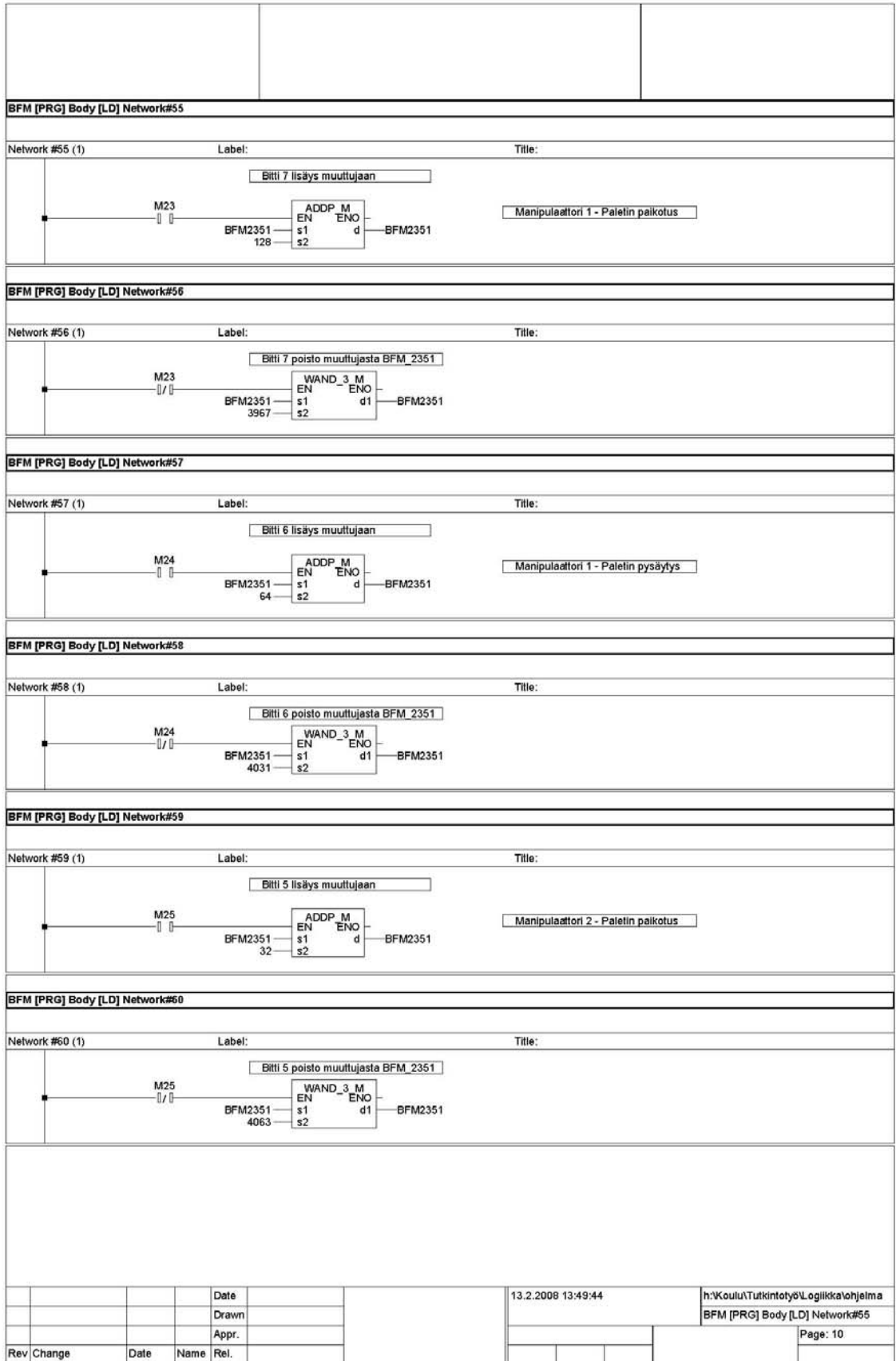


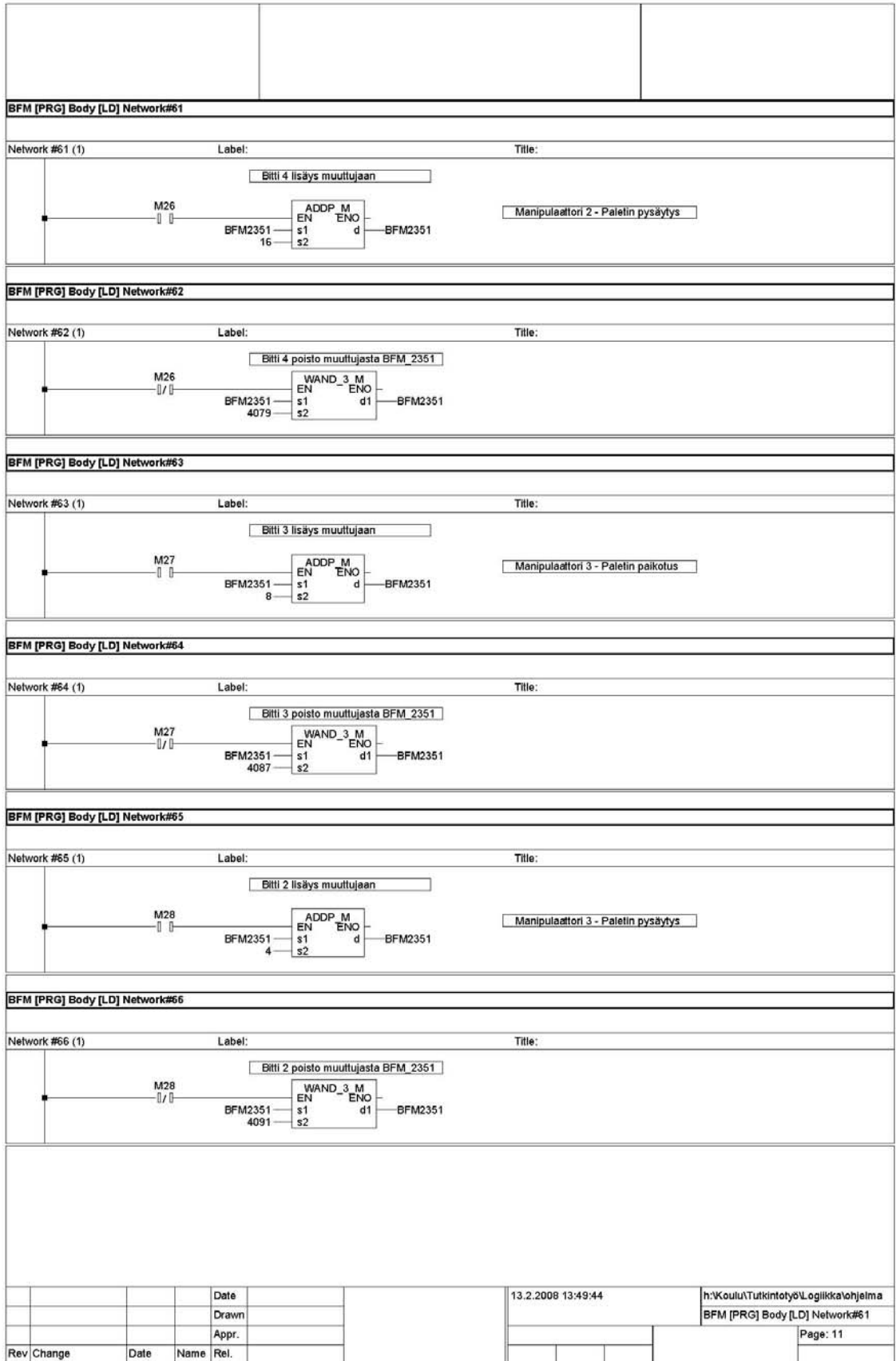


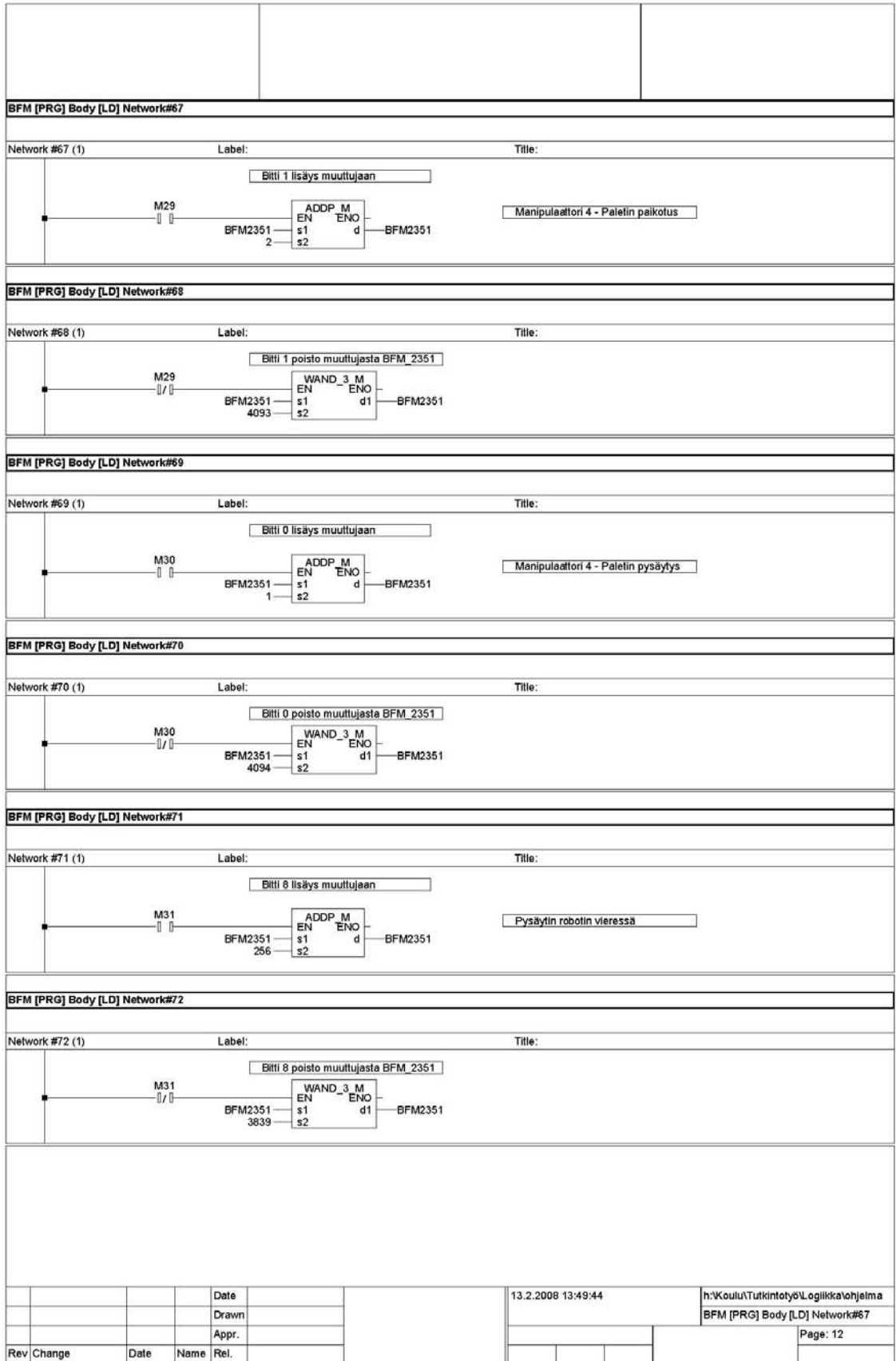


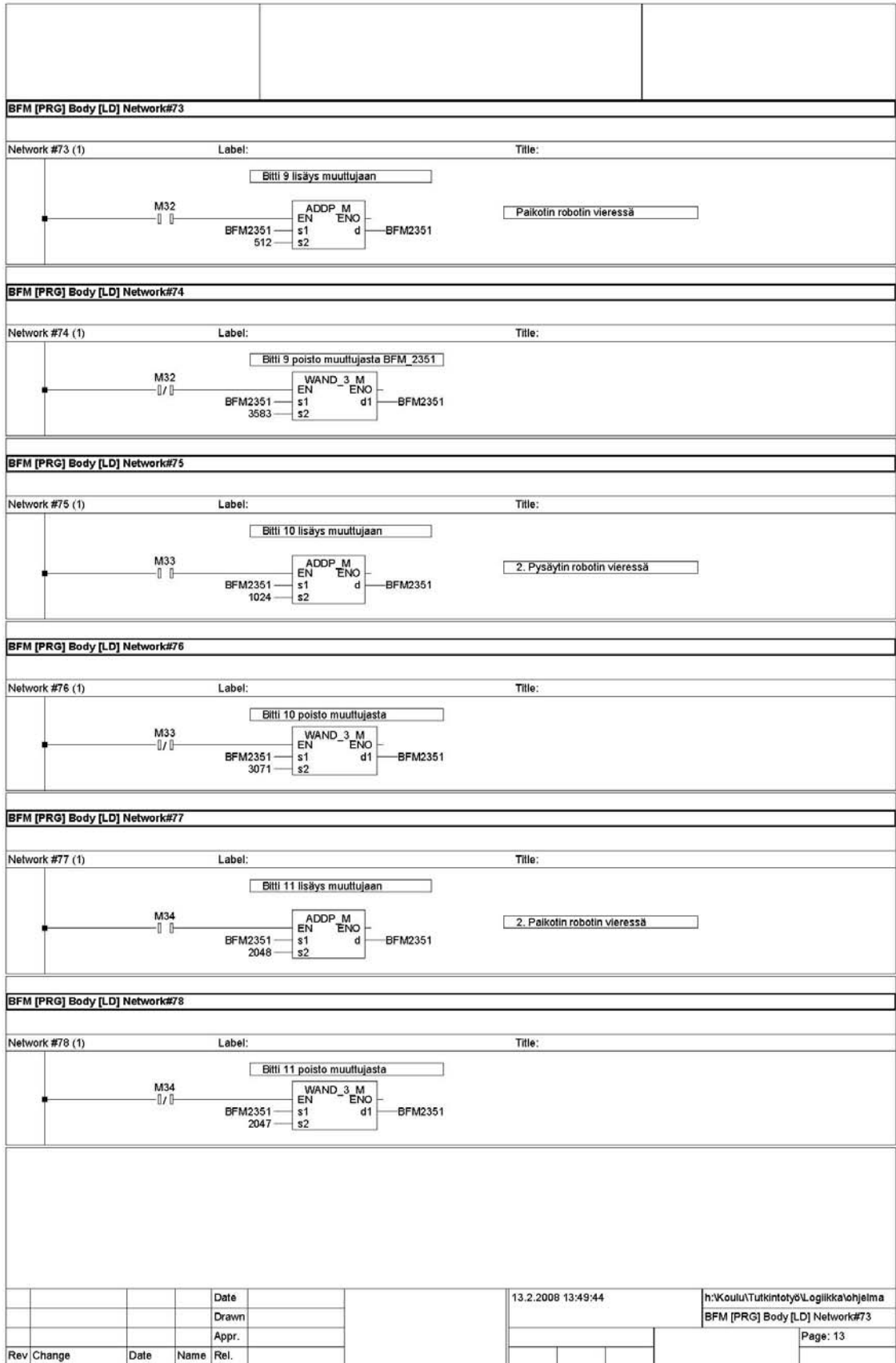






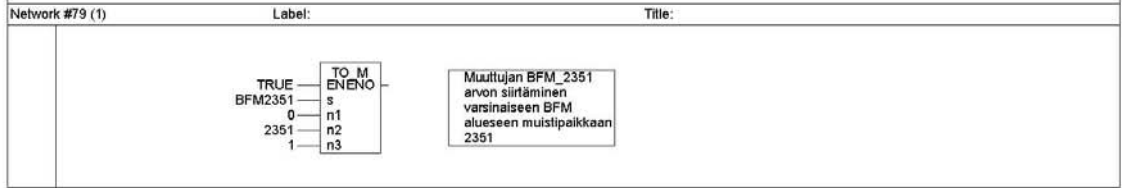




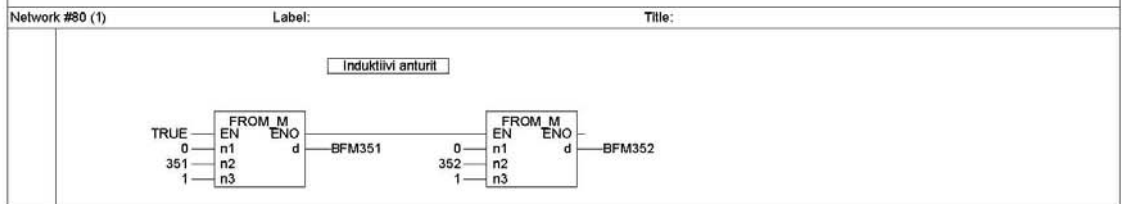


| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

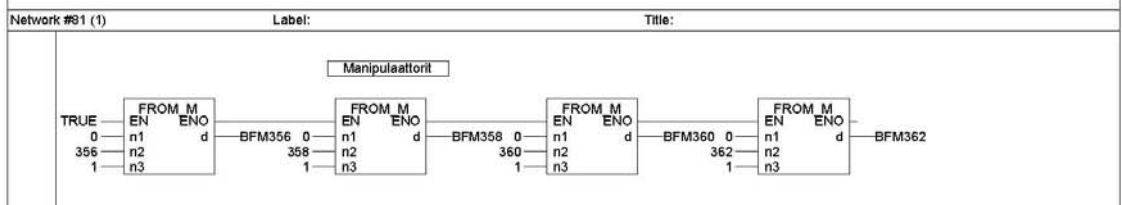
BFM [PRG] Body [LD] Network#79



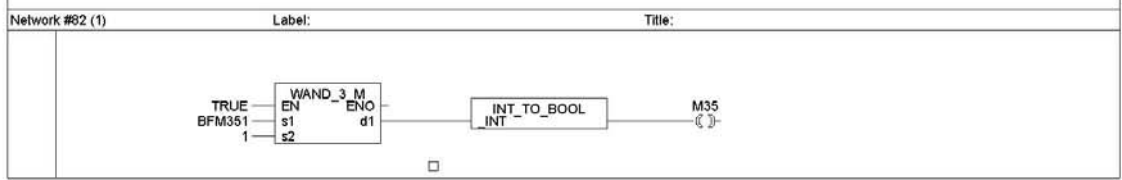
BFM [PRG] Body [LD] Network#80



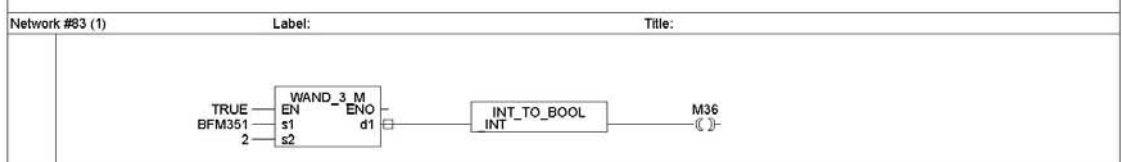
BFM [PRG] Body [LD] Network#81



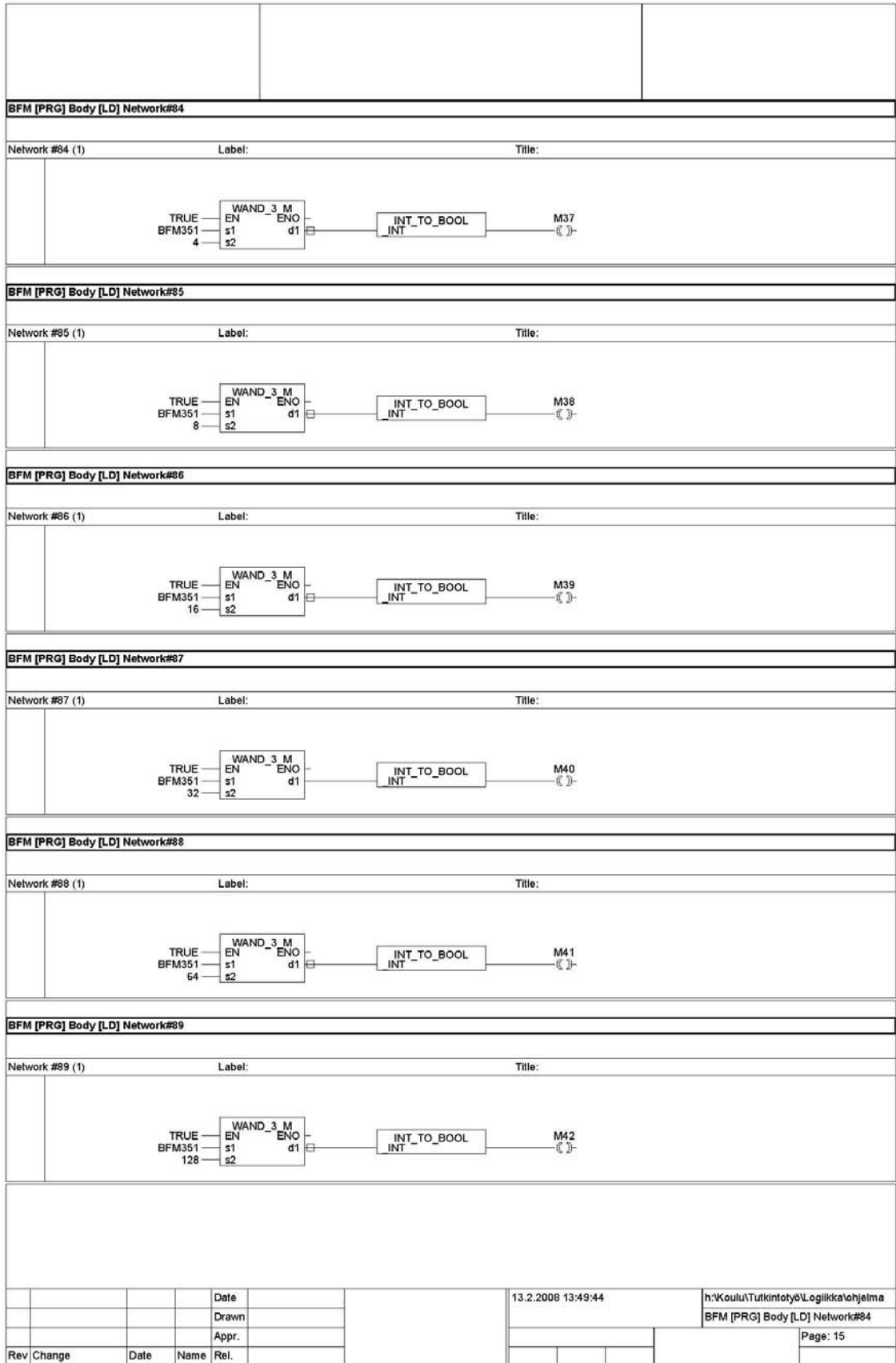
BFM [PRG] Body [LD] Network#82

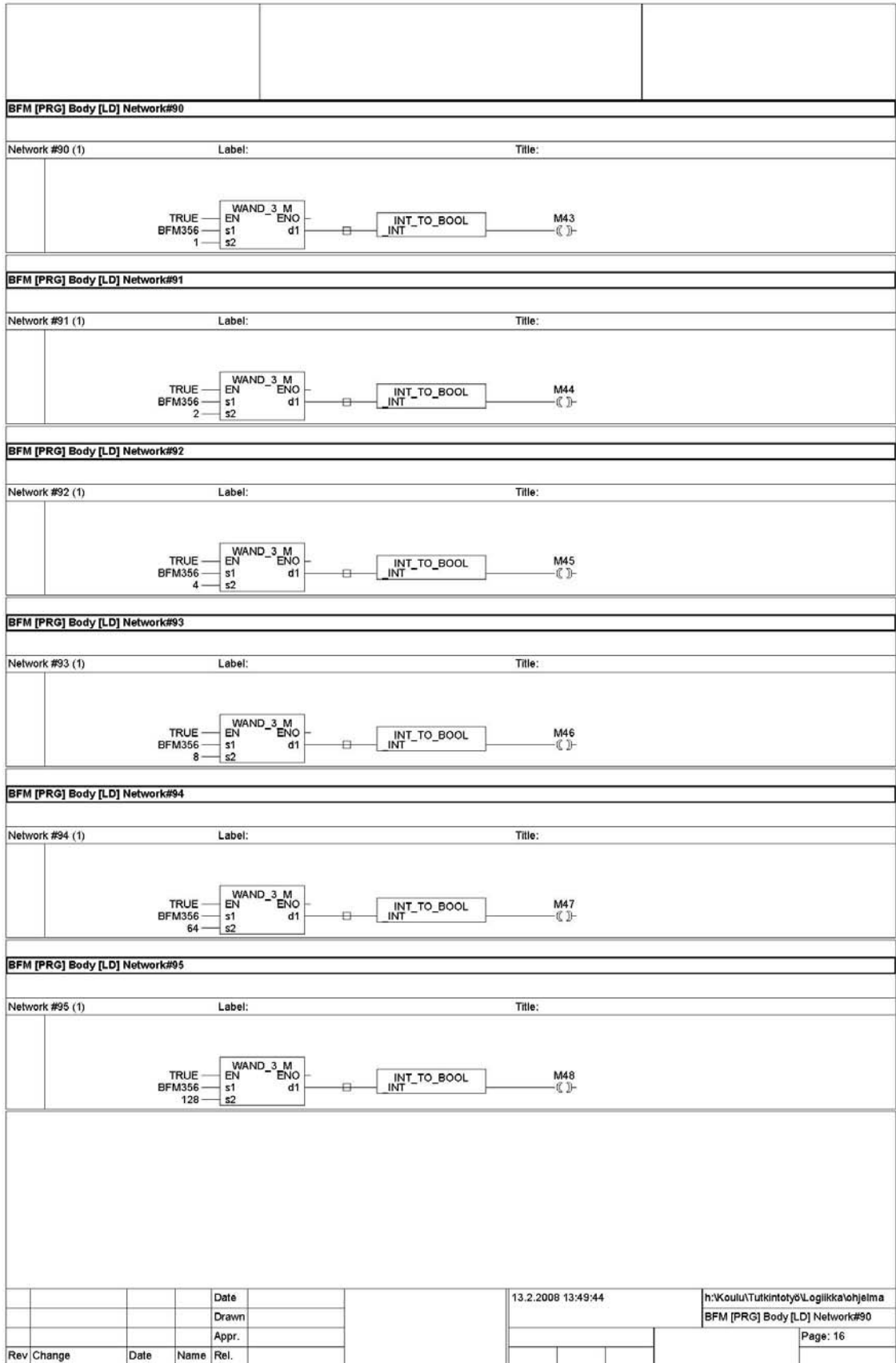


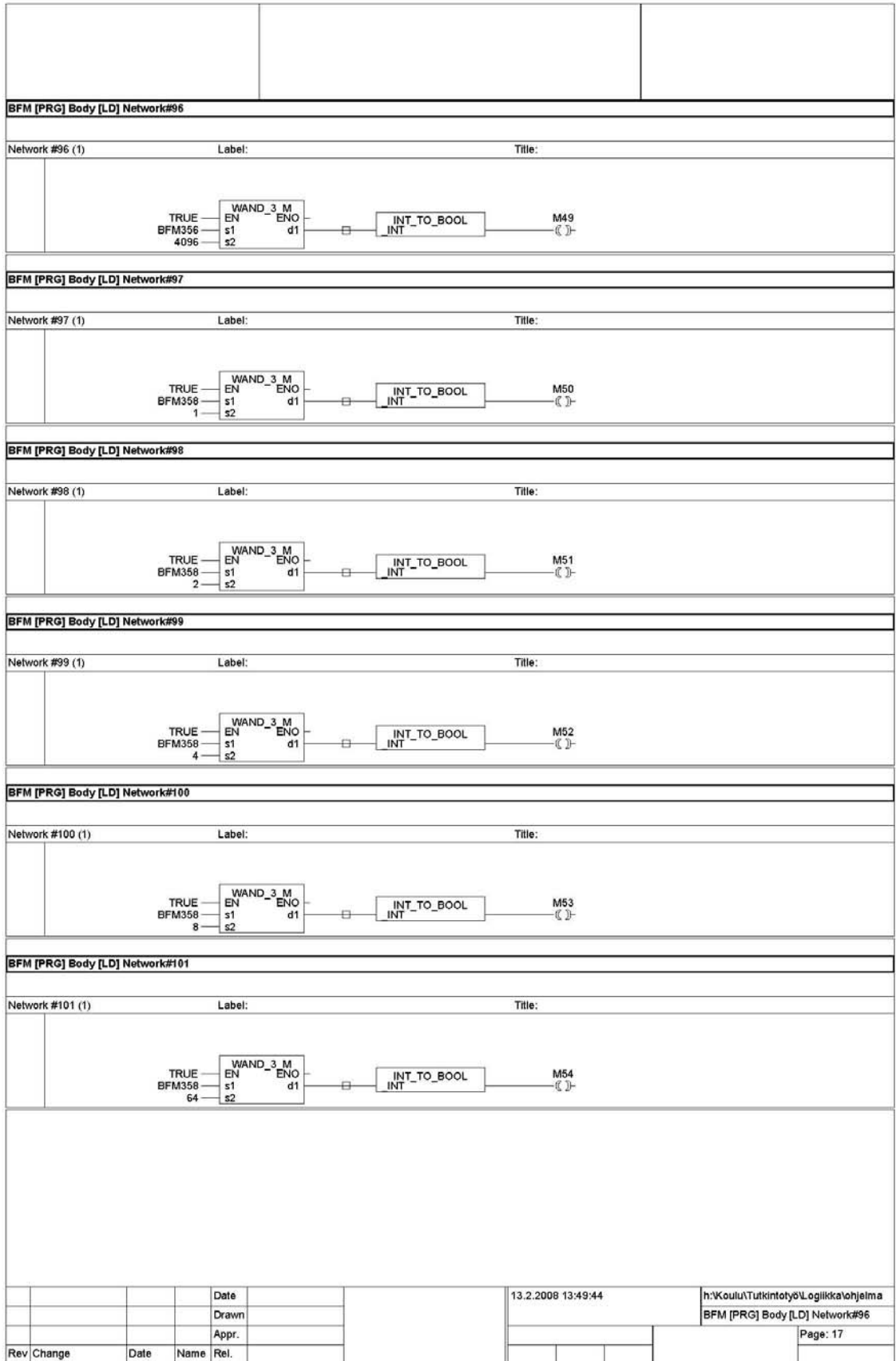
BFM [PRG] Body [LD] Network#83

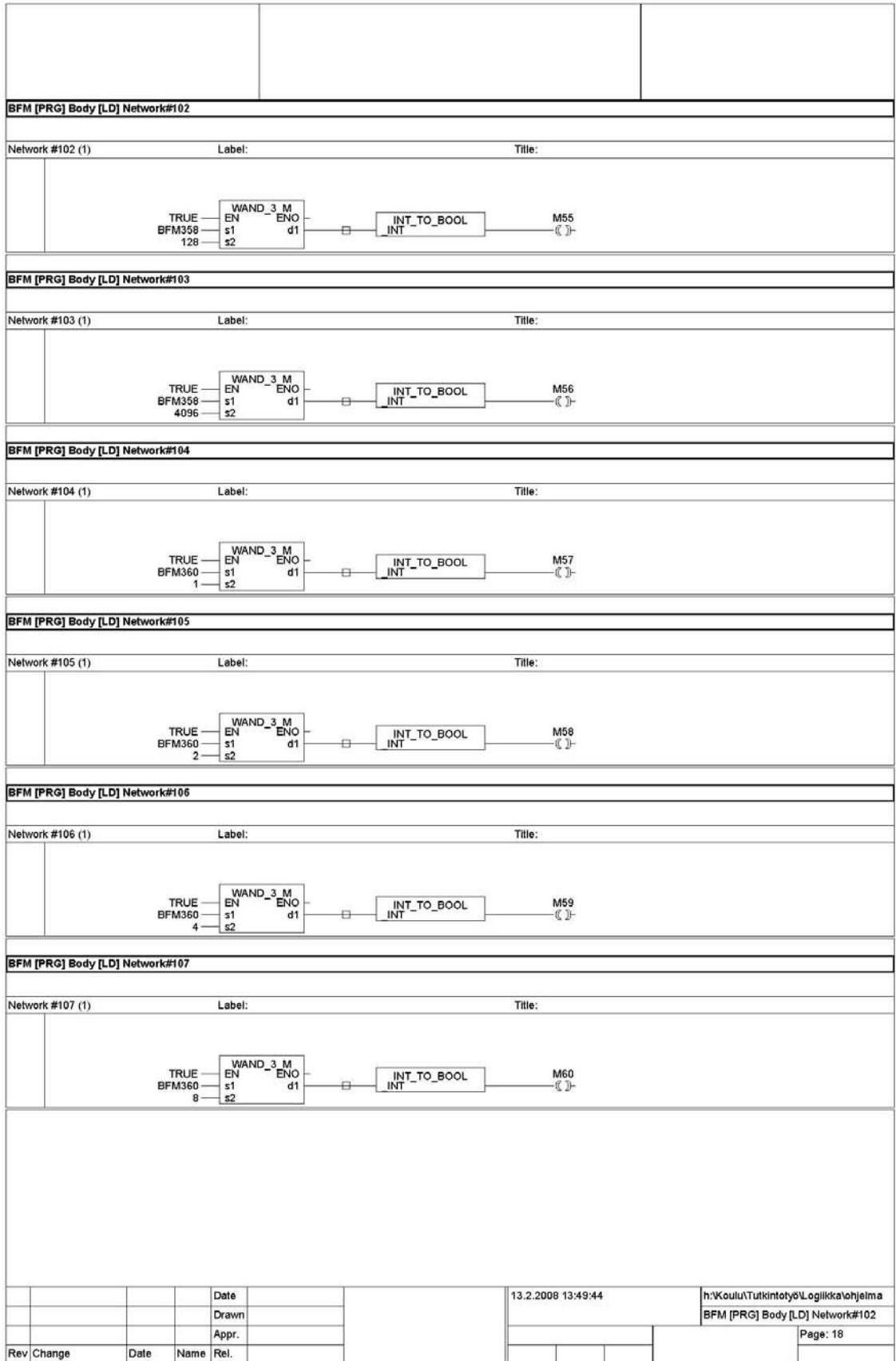


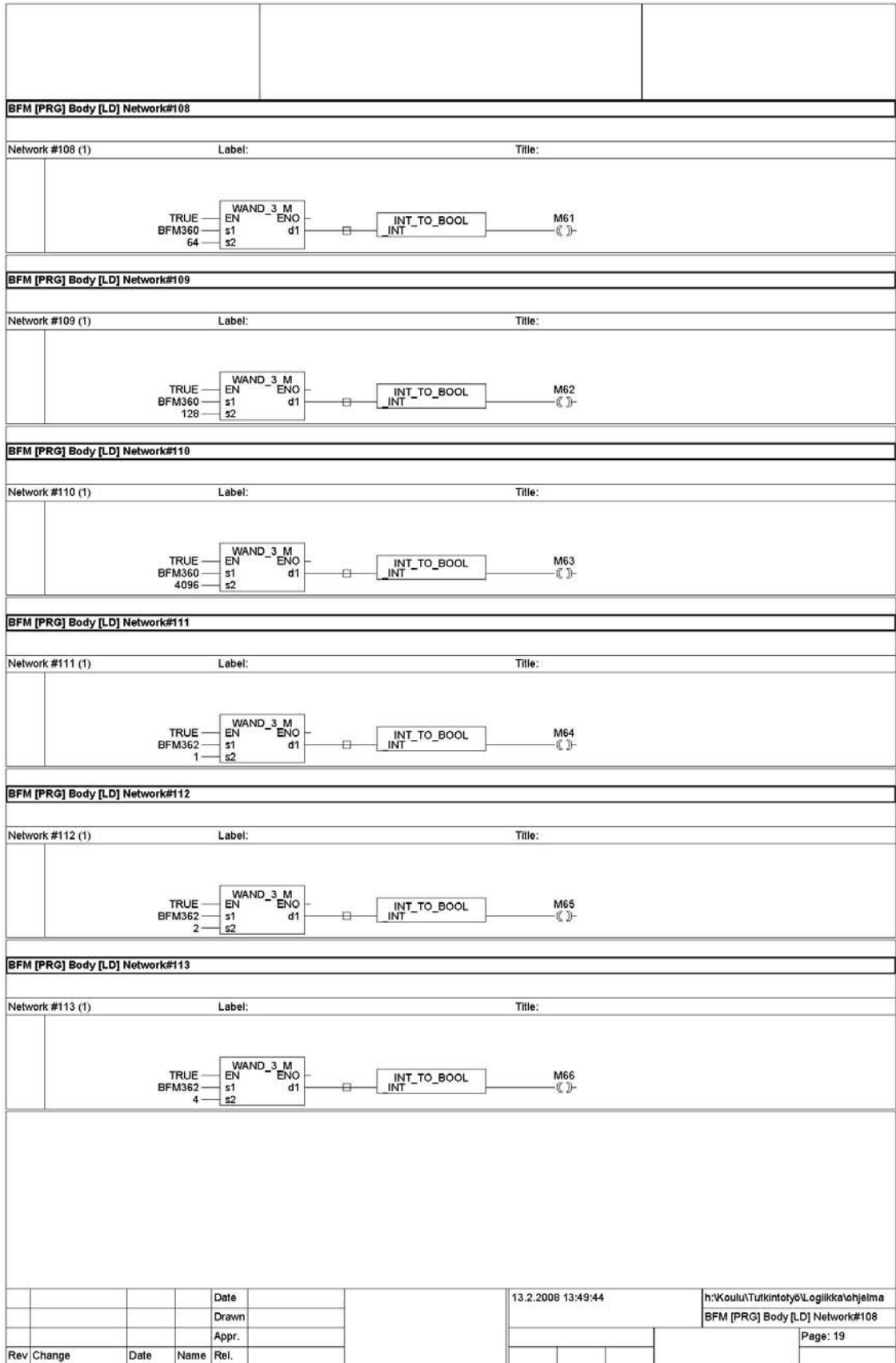
| | | | | | | |
|-----|--------|------|-------|------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | Date | | 13.2.2008 13:49:44 | h:\Koulu\Tutkintotyö\Logiikka\ohjelma |
| | | | Drawn | | | BFM [PRG] Body [LD] Network#79 |
| | | | Appr. | | | Page: 14 |
| Rev | Change | Date | Name | Rel. | | |

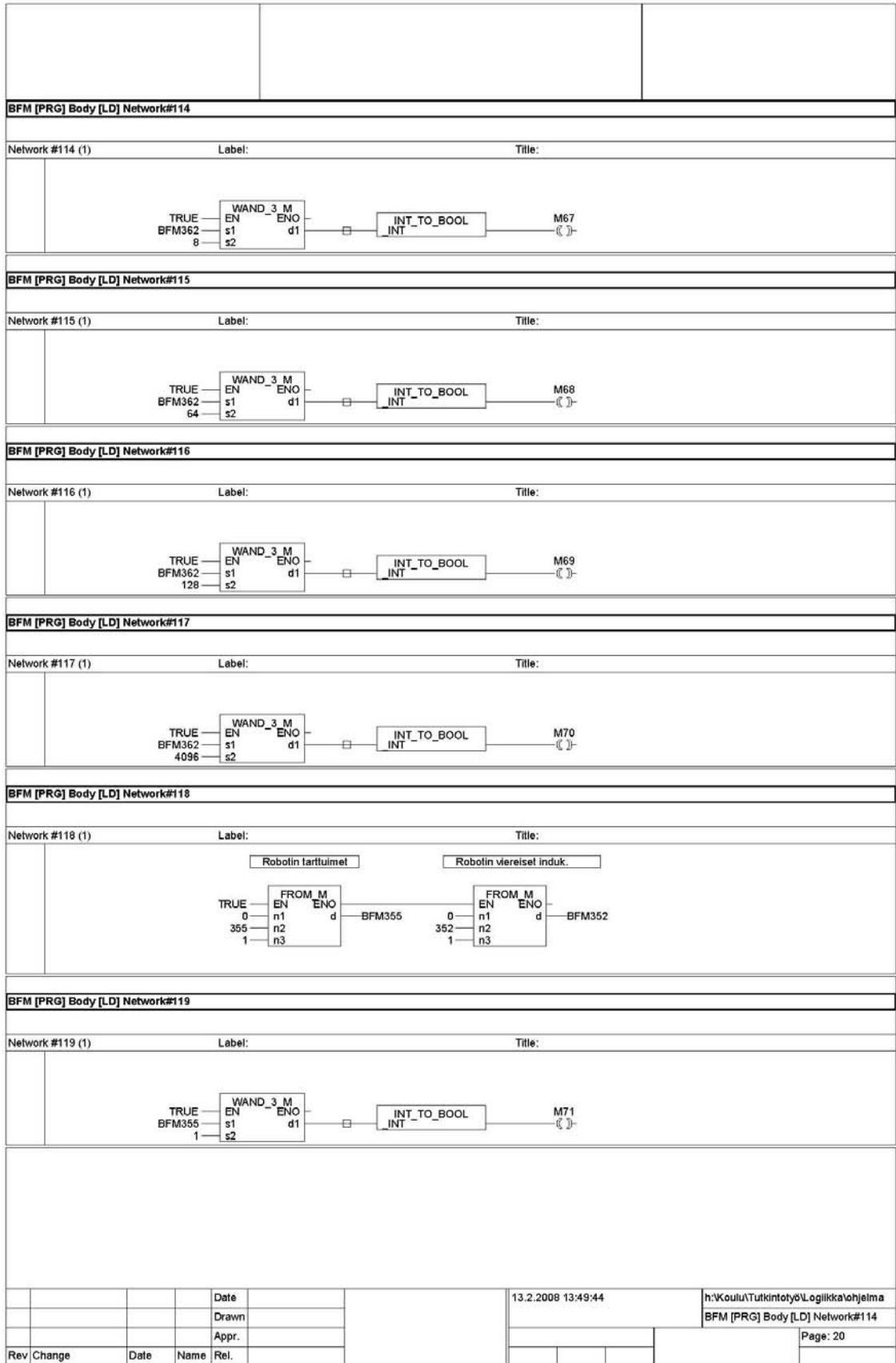


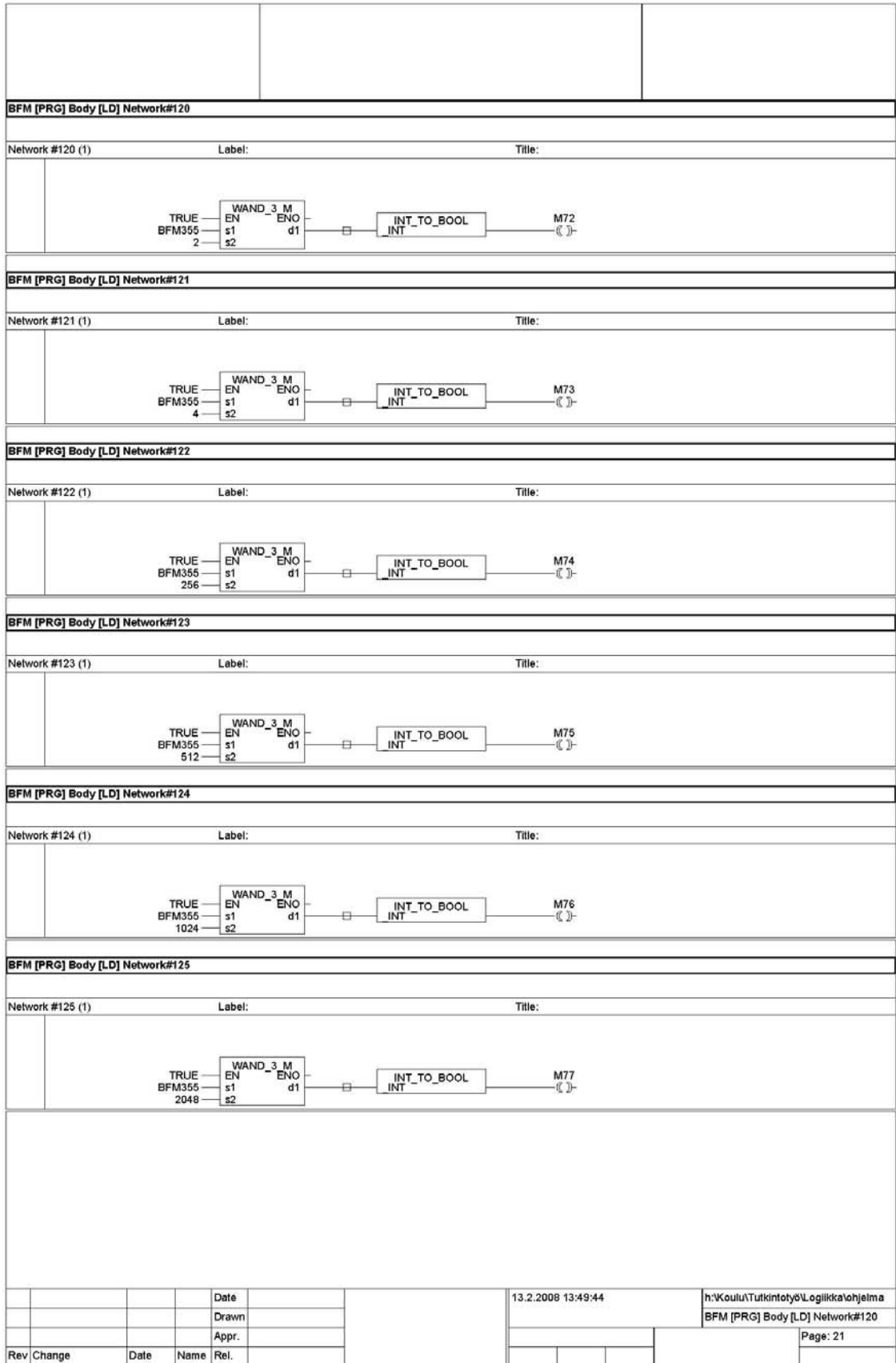


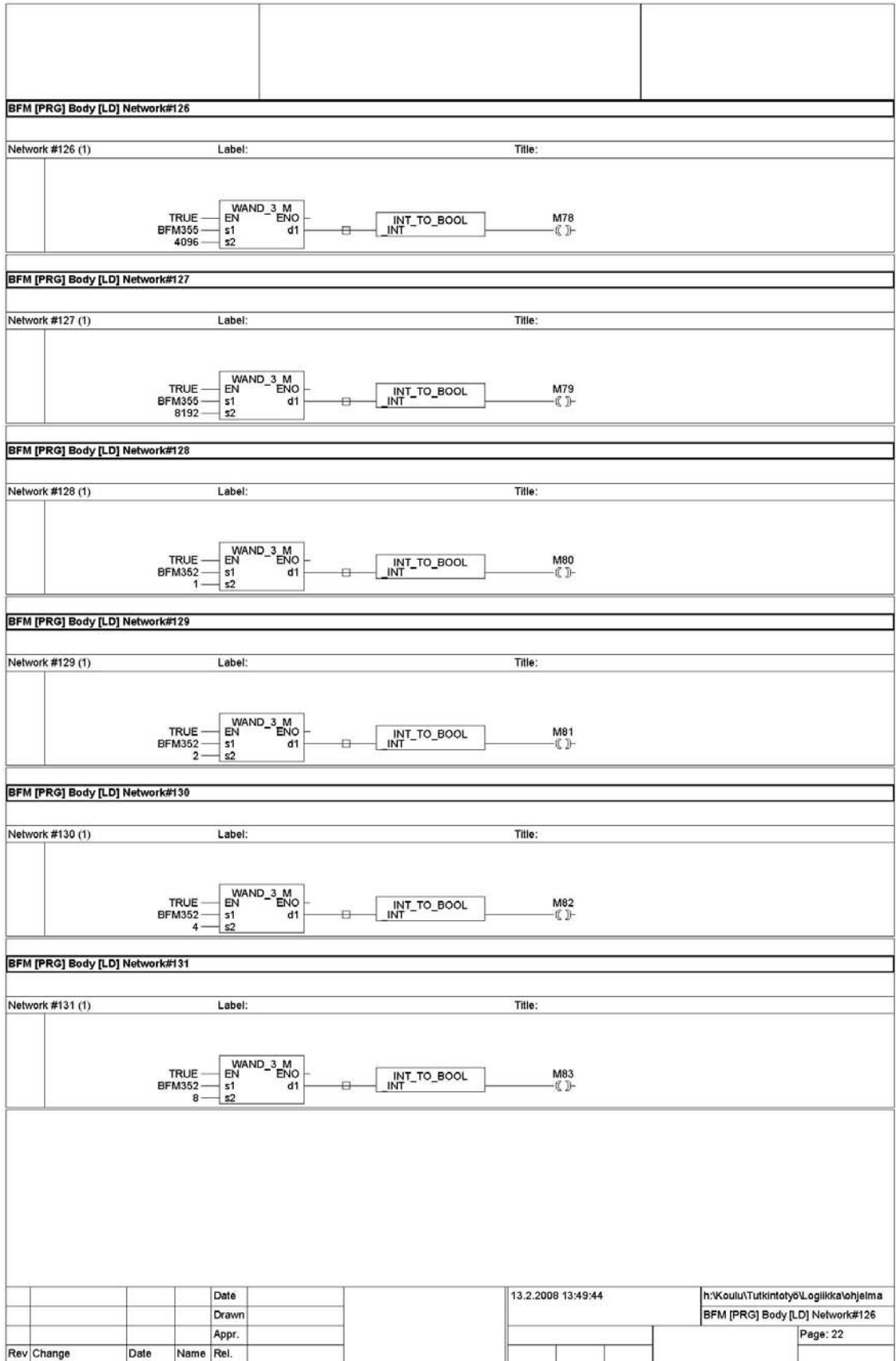








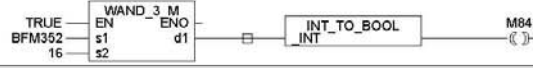




| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

BFM [PRG] Body [LD] Network#132

Network #132 (1) Label: Title:



| | | | | | | |
|-----|--------|------|------|-------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | | Date | 13.2.2008 13:49:44 | h:\Koulu\Tutkintotyö\Logiikka\ohjelma |
| | | | | Drawn | | BFM [PRG] Body [LD] Network#132 |
| | | | | Appr. | | Page: 23 |
| Rev | Change | Date | Name | Rel. | | |

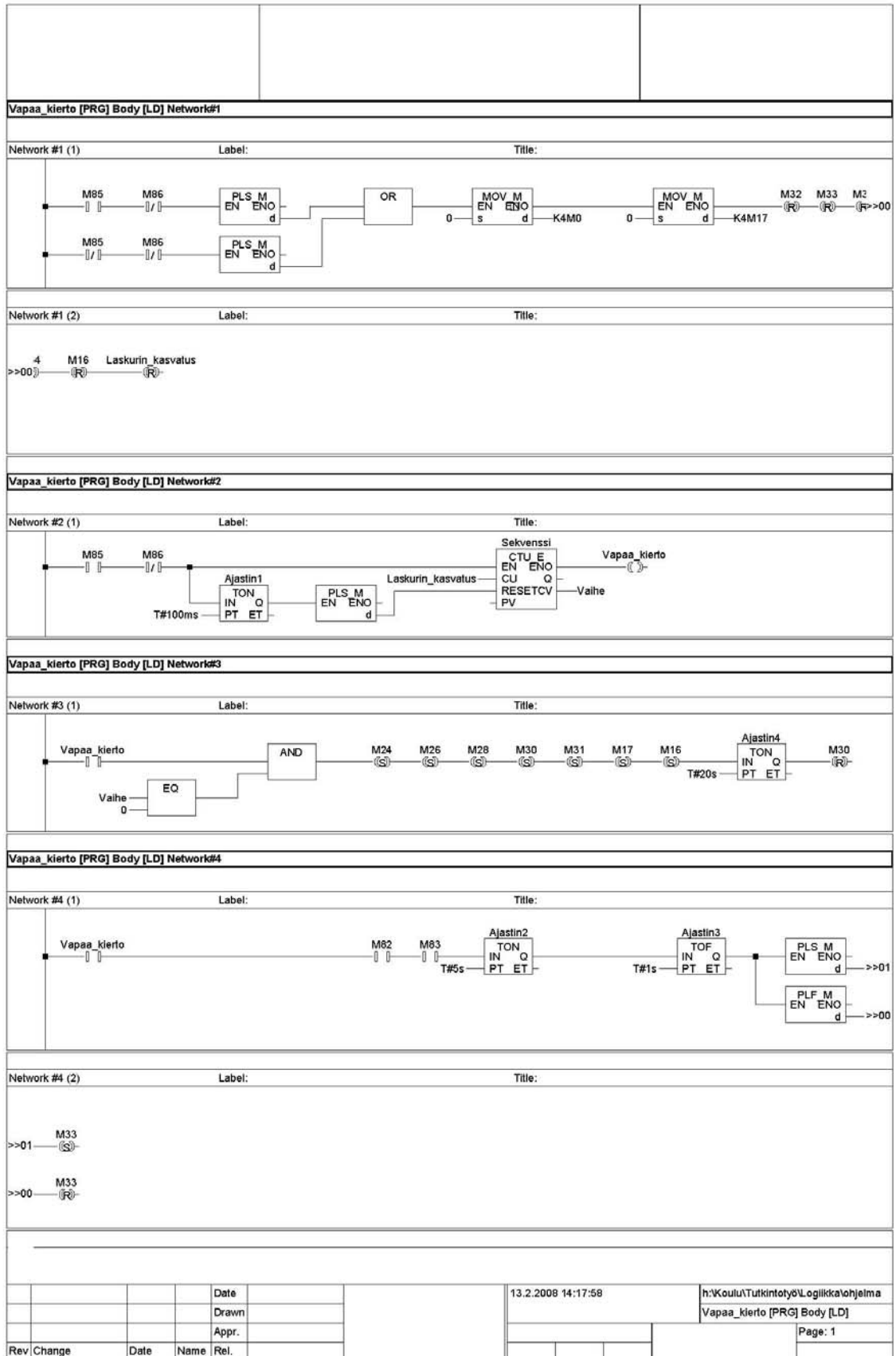
| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

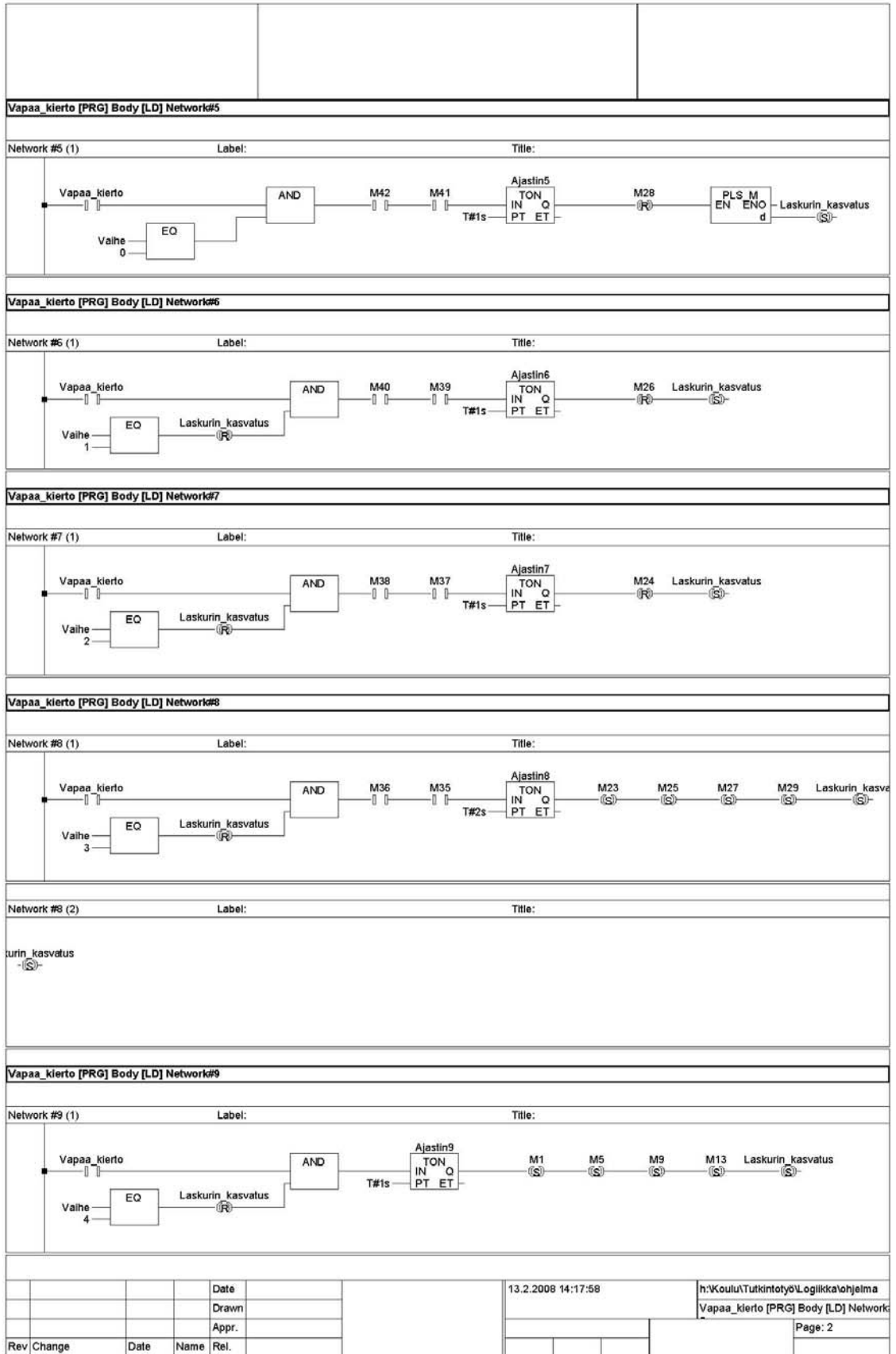
BFM [PRG] Header

| | Class | Identifier | Type | Initial | Comment |
|----|-------|------------|------|---------|--|
| 0 | VAR | BFM2357 | INT | 0 | Manipulaattori 1 |
| 1 | VAR | BFM2359 | INT | 0 | Manipulaattori 2 |
| 2 | VAR | BFM2361 | INT | 0 | Manipulaattori 3 |
| 3 | VAR | BFM2363 | INT | 0 | Manipulaattori 4 |
| 4 | VAR | BFM2353 | INT | 0 | Järjestelmän paineet/Paletin paikoitus |
| 5 | VAR | BFM2356 | INT | 0 | Robotin tarttuimet |
| 6 | VAR | BFM2350 | INT | 0 | Kuljettimen käynnistys |
| 7 | VAR | BFM2351 | INT | 0 | Pysäytin/paikotin |
| 8 | VAR | BFM351 | INT | 0 | Manipulaattoreiden induk. |
| 9 | VAR | BFM352 | INT | 0 | Robot. rata induk. |
| 10 | VAR | BFM356 | INT | 0 | 1. Manipulaattorin anturit |
| 11 | VAR | BFM358 | INT | 0 | 2. Manipulaattorin anturit |
| 12 | VAR | BFM360 | INT | 0 | 3. Manipulaattorin anturit |
| 13 | VAR | BFM362 | INT | 0 | 4. Manipulaattorin anturit |
| 14 | VAR | BFM355 | INT | 0 | Robotin tarttuimet |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

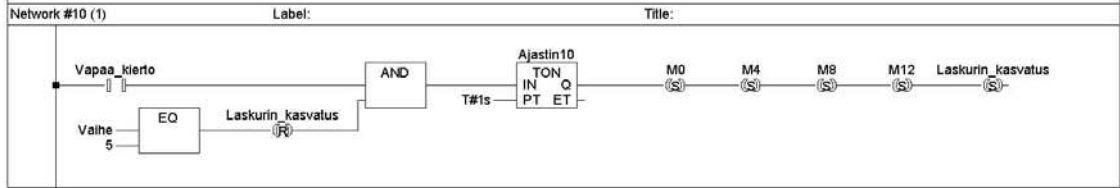
| | | | | | | |
|-----|--------|------|-------|------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | Date | | 13.2.2008 14:06:04 | h:\Koulu\Tutkintotyö\Logiikka\ohjelma |
| | | | Drawn | | | BFM [PRG] Header |
| | | | Appr. | | | Page: 1 |
| Rev | Change | Date | Name | Rel. | | |



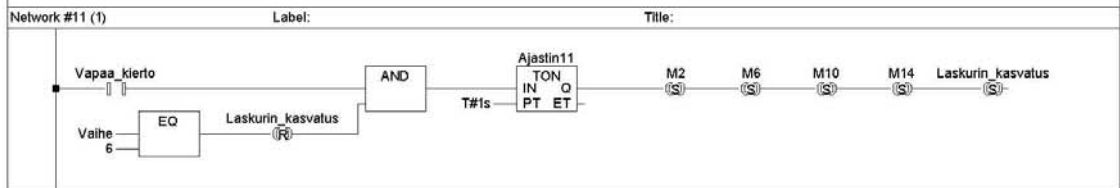




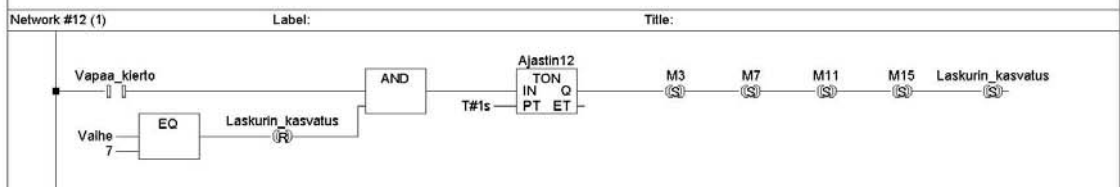
Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#10



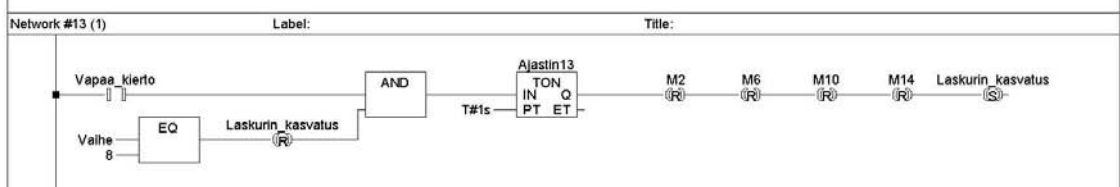
Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#11



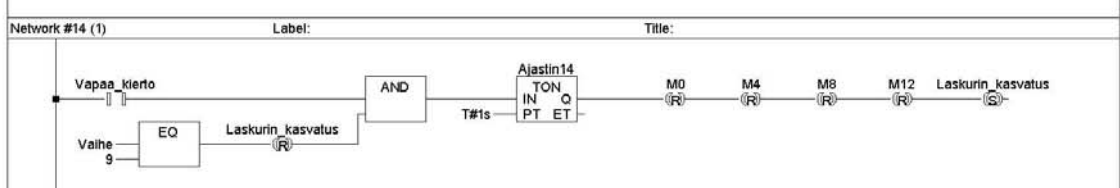
Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#12



Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#13



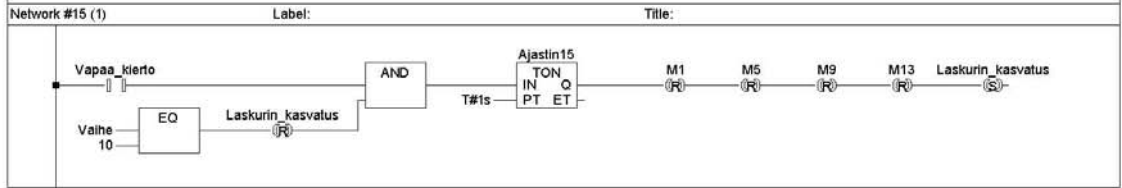
Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#14



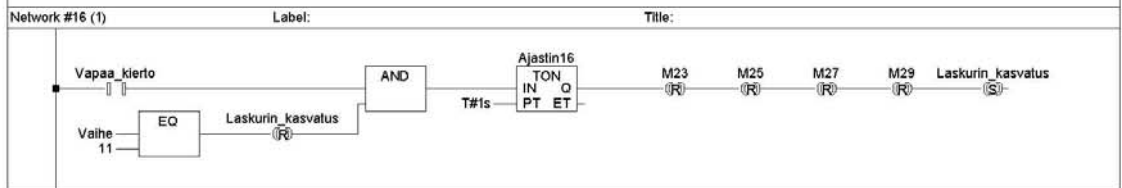
| | | | | | | |
|-----|--------|------|------|-------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | | Date | 13.2.2008 14:17:58 | h:\Koulu\Tutkintotyö\Logiikka\ohjelma |
| | | | | Drawn | | Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network |
| | | | | Appr. | | |
| Rev | Change | Date | Name | Rel. | | Page: 3 |



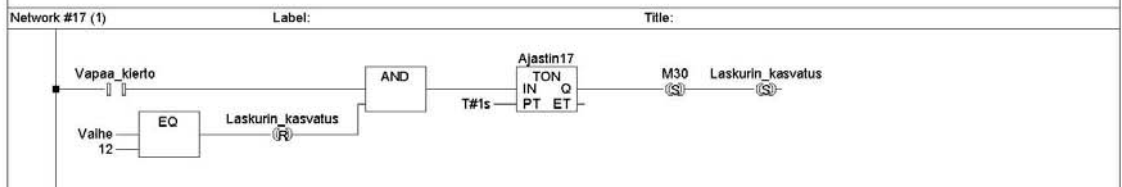
Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#15



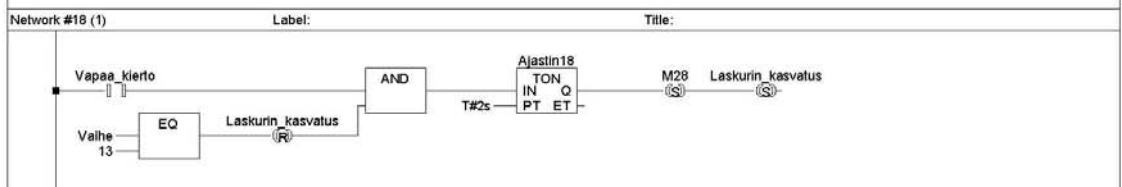
Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#16



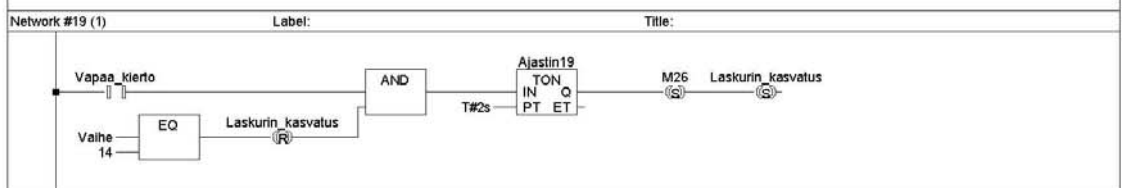
Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#17



Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#18



Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#19

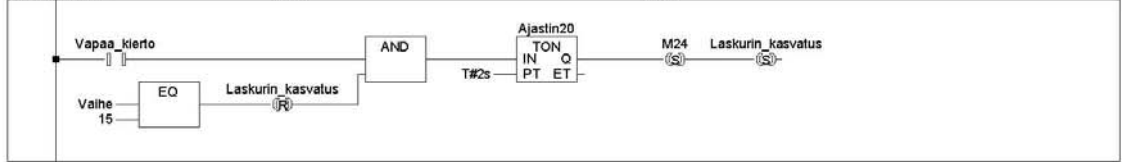


| | | | | | | |
|-----|--------|------|-------|------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | Date | | 13.2.2008 14:17:58 | h:\Koulu\Tutkintotyö\Logiikka\ohjelma |
| | | | Drawn | | | Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network |
| | | | Appr. | | | |
| Rev | Change | Date | Name | Rel. | | Page: 4 |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network#20

Network #20 (1) Label: Title:



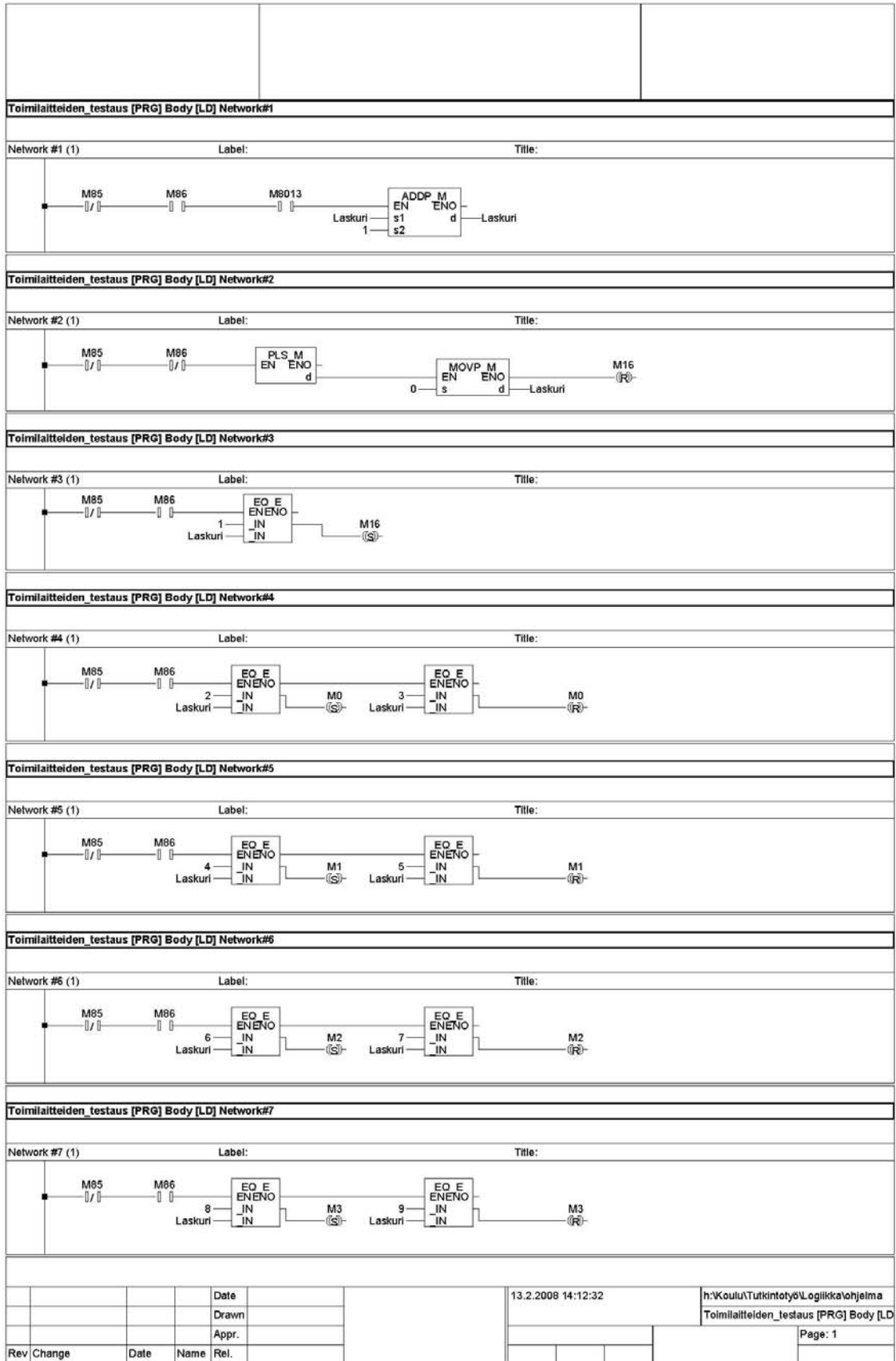
| | | | | | | |
|-----|--------|------|------|-------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | | Date | 13.2.2008 14:17:58 | h:\Koulu\Tutkintotyö\Logiikka\ohjelma |
| | | | | Drawn | | Vapaa_kierto [PRG] Body [LD] Network |
| | | | | Appr. | | Page: 5 |
| Rev | Change | Date | Name | Rel. | | |

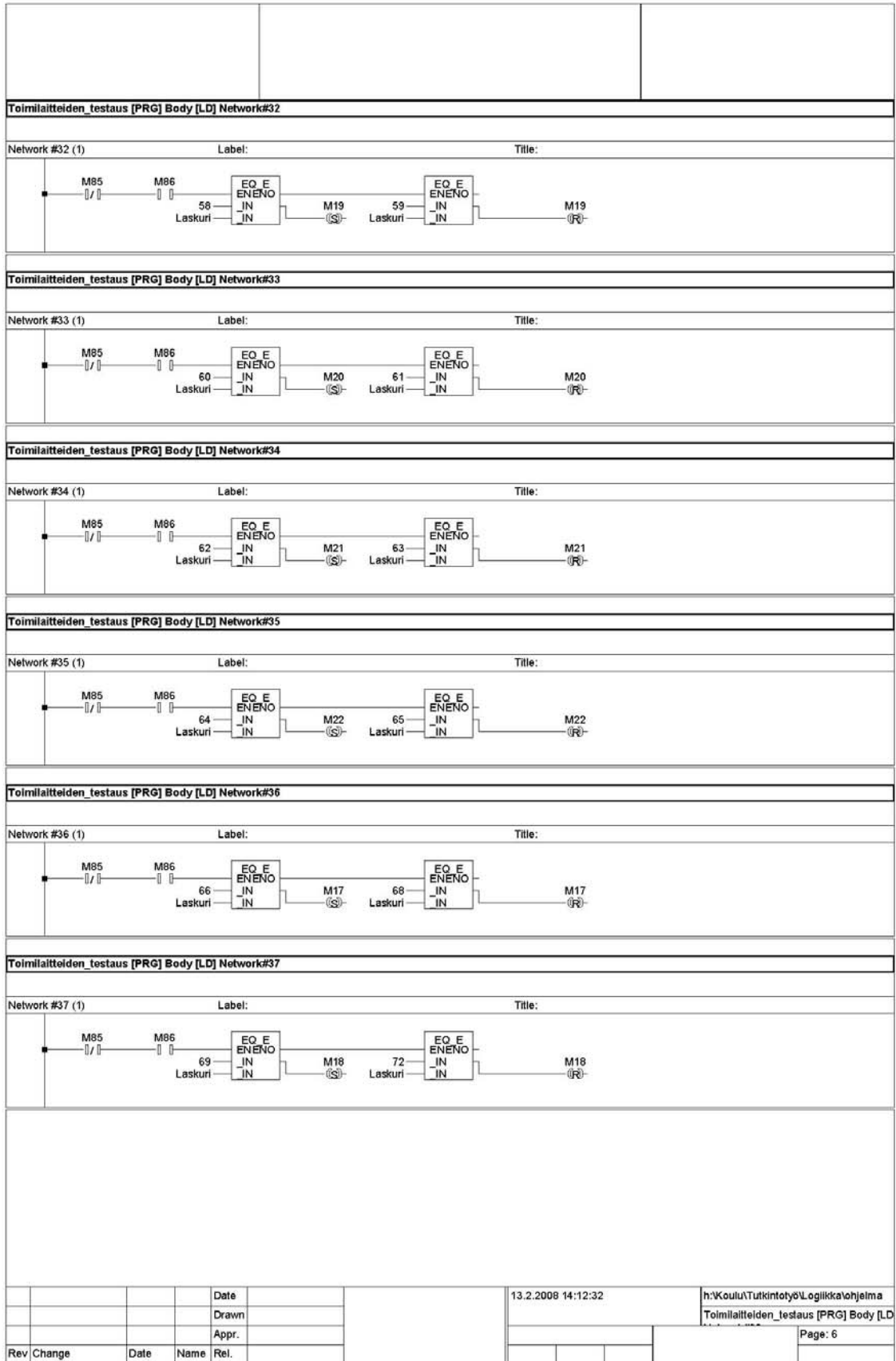
| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

Vapaa_kierto [PRG] Header

| | Class | Identifier | Type | Initial | Comment |
|----|-------|-------------------|--------|---------|---------|
| 0 | VAR | Trigger1 | R_TRIG | | |
| 1 | VAR | Trigger2 | R_TRIG | | |
| 2 | VAR | Ajastin1 | TON | | |
| 3 | VAR | Sekvenssi | CTU_E | | |
| 4 | VAR | Laskurin_kasvatus | BOOL | FALSE | |
| 5 | VAR | Vaihe | INT | 0 | |
| 6 | VAR | Vapaa_kierto | BOOL | FALSE | |
| 7 | VAR | Trigger3 | R_TRIG | | |
| 8 | VAR | Ajastin2 | TON | | |
| 9 | VAR | Ajastin3 | TOF | | |
| 10 | VAR | Ajastin4 | TON | | |
| 11 | VAR | Ajastin5 | TON | | |
| 12 | VAR | Ajastin6 | TON | | |
| 13 | VAR | Ajastin7 | TON | | |
| 14 | VAR | Ajastin8 | TON | | |
| 15 | VAR | Ajastin9 | TON | | |
| 16 | VAR | Ajastin10 | TON | | |
| 17 | VAR | Ajastin11 | TON | | |
| 18 | VAR | Ajastin12 | TON | | |
| 19 | VAR | Ajastin13 | TON | | |
| 20 | VAR | Ajastin14 | TON | | |
| 21 | VAR | Ajastin15 | TON | | |
| 22 | VAR | Ajastin16 | TON | | |
| 23 | VAR | Ajastin17 | TON | | |
| 24 | VAR | Ajastin18 | TON | | |
| 25 | VAR | Ajastin19 | TON | | |
| 26 | VAR | Ajastin20 | TON | | |

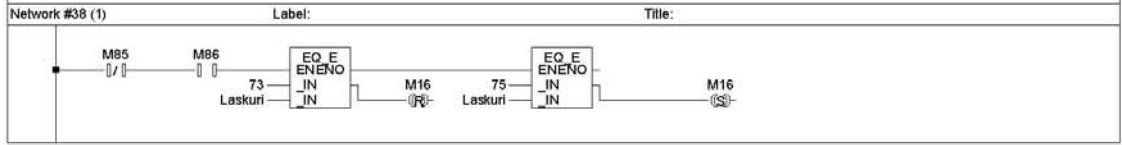
| | | | | | | |
|-----|--------|------|-------|------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | Date | | 13.2.2008 14:18:54 | h:\Koulu\Tutkintotyö\Logiikka\ohjelma |
| | | | Drawn | | | Vapaa_kierto [PRG] Header |
| | | | Appr. | | | Page: 1 |
| Rev | Change | Date | Name | Rel. | | |



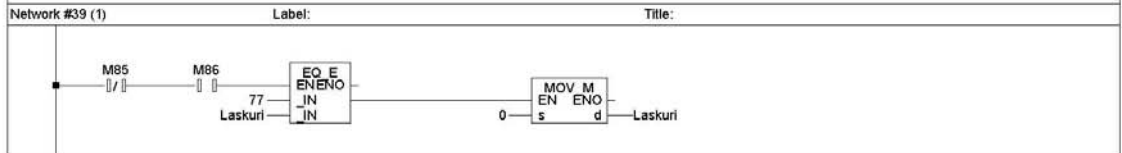


| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

Toimilaitteiden_testaus [PRG] Body [LD] Network#38



Toimilaitteiden_testaus [PRG] Body [LD] Network#39



| | | | | | | |
|-----|--------|------|------|-------|--------------------|---|
| | | | | Date | 13.2.2008 14:12:32 | h:\Koulu\Tutkintotyö\Logiikka\ohjelma |
| | | | | Drawn | | Toimilaitteiden_testaus [PRG] Body [LD] |
| | | | | Appr. | | Page: 7 |
| Rev | Change | Date | Name | Rel. | | |

