

ABB AC800M automaatiojärjestelmä ja moottorikeskuksen moottorin ohjaus  
väylän kautta

Ville-Veikko Särkikangas

Teollisuuden ja luonnonvaran osaamisalan opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelman  
Kemi 2014

---

<b>Tekijä</b>	Ville-Veikko Särkikangas	<b>Vuosi</b>	2014
<b>Ohjaaja</b>	Vanhatalo Kalevi		
<b>Toimeksiantaja</b>	Lapin AMK		
<b>Työn nimi</b>	ABB AC800M automaatiojärjestelmä ja moottorikeskuksen moottorin ohjaus väylän kautta		

---

**Sivu- ja liitemäärä** 71 + 4(28)

---

Työn tavoitteena oli luoda toimiva ohjausympäristö, jossa ABB AC800M automaatiojärjestelmällä ohjataan väylän kautta älykkääseen moottorikeskukseen kytkettyjä moottoreita.

Työssä suunniteltiin, toteutettiin ja käyttöönotettiin AC800M automaatiojärjestelmä ja väyläohjauksella älykkään moottorikeskuksen UMC moottorit.

Työ toteutettiin käyttäen automaatiojärjestelmän mukana tullutta ohjelmisto ohjelmaa. Ohjelmassa käytettiin Engineering Workplace ja Control Builder ominaisuuksia, joilla luotiin käytettävä logiikka ja muokattiin tarvittavan laitteiston ominaisuuksia. Lisäksi luotiin ihmisen ja koneen välinen graafinen rajapinta käyttäen Microsoft Visual Basic ohjelmaa.

Väyläohjauksessa käytettiin Profibus kenttäväylää.

Työstä oli tarkoituksena tehdä opetuskäyttöä tukevaa materiaalia.

Lapland University of Applied Sci-  
ences  
Electrical Engineering

---

<b>Author</b>	Ville-Veikko Särkikangas	Year	2014
<b>Supervisor(s)</b>	Vanhatalo Kalevi		
<b>Commissioned by</b>	Lapland University of Applied Sciences		
<b>Subject of thesis</b>	ABB AC800M Automation System and Engine Motor Control Center via Bus		
<b>Number of pages</b>	71 + 4(28)		

---

The goal was to create an effective control environment in which ABB AC800M automation system controls the motors connected to intelligent motor center via bus.

Work included planning, implementation and introducing AC800M automation system and bus operation of intelligent motor control centers UMC motors

The work was carried out by using the software program that came together with the automation system. The program features used to establish the use of logic and modify the required hardware features were Engineering Workplace and Control Builder. Moreover, a graphic human-machine interface was created by using Microsoft Visual Basic program.

Profibus fieldbus was used for the bus control.

Results of the work was the support material meant to be used in teaching with other teaching materials.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	ABB .....	9
2.1	ABB Maailmalla .....	10
2.2	ABB Suomessa.....	12
3	ÄLYKÄS MOOTTORIKESKUS.....	15
3.1	ABB MNS iS .....	15
3.2	ABB UMC 22 .....	20
3.3	Schneider TeSys .....	22
3.4	Simocode.....	23
3.4.1	Simocode pro C.....	23
3.4.2	Simocode Pro S .....	24
3.4.3	Simocode Pro V .....	24
4	KENTTÄVÄYLÄT.....	27
4.1	CAN .....	28
4.2	Ethernet .....	29
4.3	Fieldbus .....	31
4.4	Modbus.....	32
4.5	Profibus.....	33
5	AC 800M.....	35
6	ÄLYKKÄÄN MOOTTORIKESKUKSEN VÄYLÄOHJAUS.....	36
6.1	Alkutilanne .....	36
6.2	Automaatiojärjestelmä .....	37
6.2.1	Serveri.....	37
6.2.2	Uusi ohjelma .....	37
6.2.3	I/O-osoitteet.....	45
6.2.4	HMI.....	50
6.3	Väyläohjaus .....	59
6.3.1	Ohjattavan laitteen liittäminen .....	59
6.3.2	AC 800M Webserver .....	63
6.3.3	Laitteen lisääminen väylään .....	64
7	POHDINTA.....	67
	LÄHTEET .....	68

LIITTEET .....	71
----------------	----

## ALKUSANAT

Haluan kiittää ohjaajaani Kalevi Vanhataloa saamastani tuesta ja neuvoista sekä Jouko Alanivaa teknisestä tuesta laitteiston kanssa.

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ABB	Asea Brown Bower
UMC	Universal Motor Control
I/O	Input / Output
HMI	Human-Machine Interface
GSD	General Station Description

## 1 JOHDANTO

Työssä perehdytään ABB AC800M -automaatiojärjestelmään ja älykkääseen moottorikeskukseen ja siihen, miten nämä liitetään toisiinsa Profibus-väylän avulla.

Työhön sisältyy AC800M-automaatiojärjestelmän opiskelu, käyttö, suunnittelu ja laitekonfigurointi sekä moottorikeskukseen ja sen lähtöihin ja moottoreihin tutustuminen.

Aioin selvittää itselleni täysin uuden automaatiojärjestelmän ominaisuuksia tutkimalla siihen liittyviä ohjekirjoja ja niistä löytyvillä harjoitustöillä. Moottorikeskuksen tutustumisessa käytetään ohjekirjoja ja fyysistä tutkimista. Väyläohjaukseen otin mallia väyläohjatuista taajuusmuuttajista.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimiva ohjausympäristö, jossa AC800M-automaatiojärjestelmällä ohjataan väylän kautta älykkääseen moottorikeskukseen kytkettyjä moottoreita ja tehdä tästä opetusta tukevaa materiaalia.

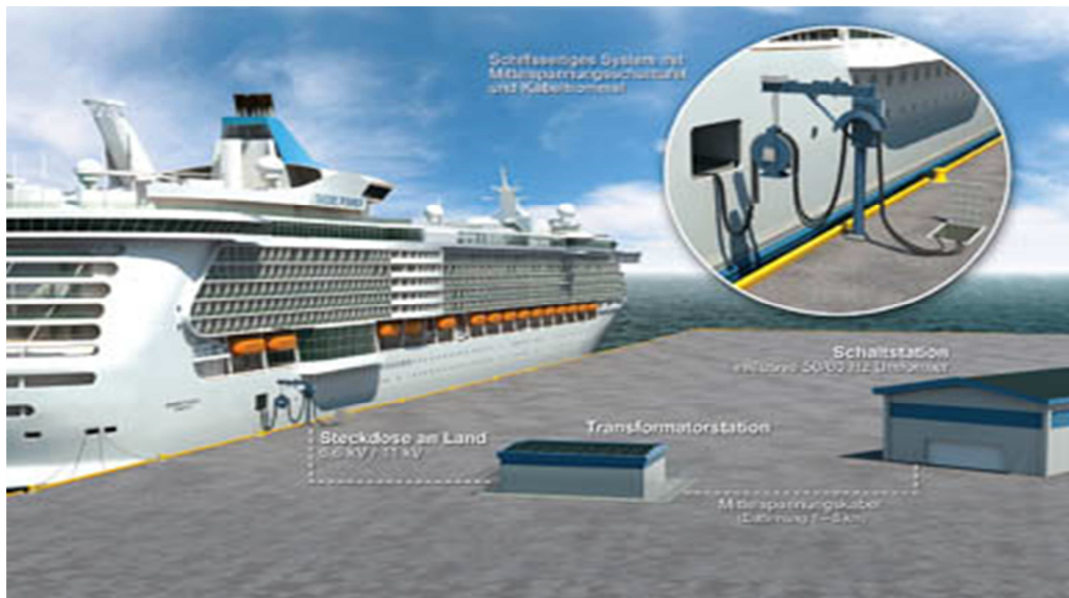


## 2 ABB

Yhtiö perustettiin vuonna 1988 yhdistämällä ruotsalainen Asea ja sveitsiläinen Brown Boveri, ja se on siitä lähtien ollut johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. Yhtiön juuret ulottuvat kuitenkin kauemmas. ABB:lta löytyy pitkä lista innovaatioita, joiden avulla on rakennettu pohjaa nyky-yhteiskunnalle. Suurimpiin innovaatioihin kuuluvat muun muassa korkeajännitteisen tasavirran siirto pitkillä välimatkoilla (Kuva 1) sekä laivoihin sähköistysratkaisut, jotka vähentävät niiden kasvihuonekaasupäästöjä (Kuva 2). Myös yhtiön lanseeraamalla System 800xA automaatiojärjestelmällä on ollut osansa eri alojen teollisuuden tuottavuuden parantamisessa. ABB toimii nykyään maailman johtavana teollisuuden moottorien, taajuusmuuttajien, tuuliturbiinigeneraattoreiden sekä sähköverkkojen toimittajana. Menestyksen takuuna on vahva panostus tutkimukseen ja kehitykseen kaikissa markkinaolosuhteissa. (ABB 2014a.)



Kuva 1. HVDC- kaapeli (ABB 2014a.)

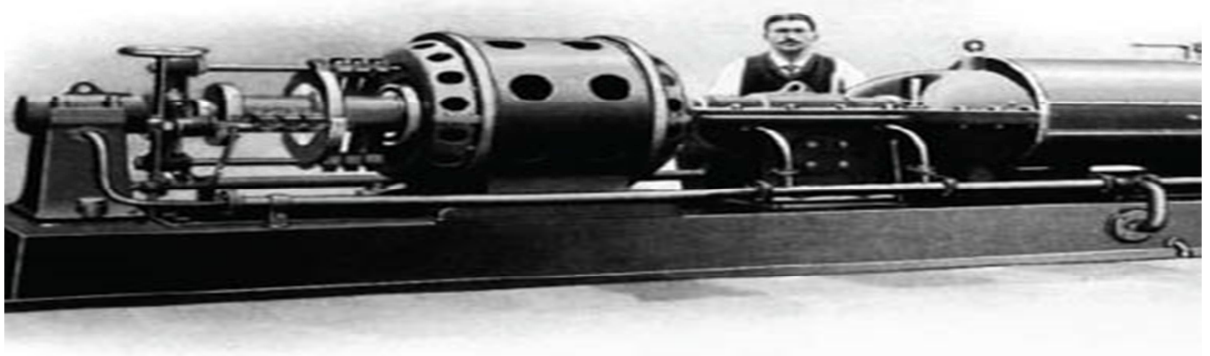


Kuva 2. Sähkönsiirto laivan ja mantereen välillä (ABB 2014a.)

## 2.1 ABB Maailmalla

ABB:n historia alkaa 1890-luvulla perustetusta yhtiöistä, joista toinen on ruotsalainen Asea (Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget) ja toinen sveitsiläinen Brown, Boveri & Cie. Molemmat yritykset olivat alansa pioneerejä. Brown Boveri toimitti Euroopan ensimmäisen laajamittaisen sähkö- ja lämmöntuotantolaitoksen tuottamaan vaihtovirtaa. Asea rakensi ensimmäisen kolmivaiheisen siirtoverkon Ruotsiin. ( ABB 2014a.)

BBC:n varhaisiin saavutuksiin kuuluu turbiiniteknologian kehittäminen ja he rakensivat Euroopan ensimmäisen höyryturbiinin jo vuonna 1901 (Kuva 3).



Kuva 3. Höyryturbiini (ABB 2014a.)

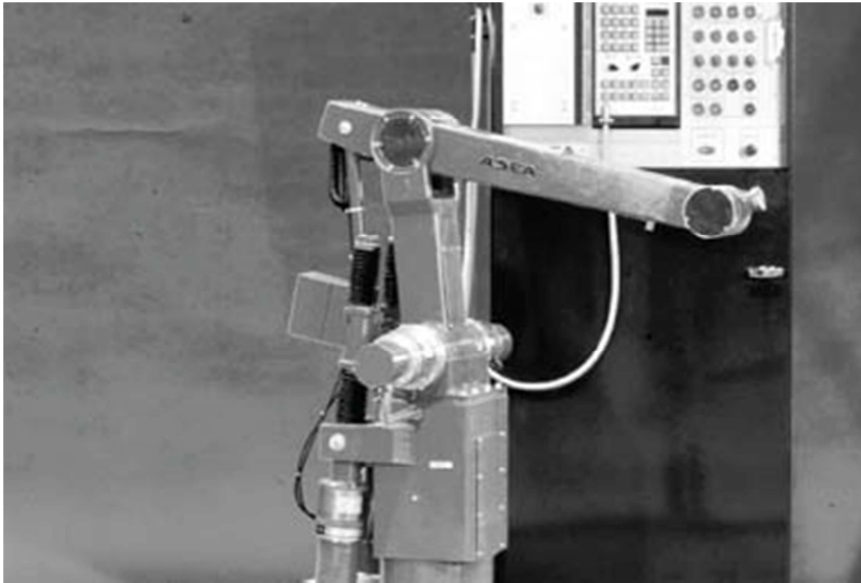
He myös patentoivat yhteen hitsatuista teräslevyistä rakennetun turbiinin vuonna 1933 ja tästä muutama vuosi myöhemmin 1939 he rakentavat ensimmäisen savukaasuturbiinin tuottamaan sähköä. Myöhemmin he valmistivat suuria muuntajia ja aloittivat kaksisuuntaisten puolijohteiden tuotannon ja toimittivat yhdeksän ensimmäistä generaattoria maailman suurimpaan vesivoimalaan Etelä-Amerikan Itaipussa vuonna 1984. (ABB 2014a.)

Asea keskittyi alkuvaiheessa sähköverkkojen ja muuntajien kehittämiseen ja rakensi vuonna 1932 maailman suurimman itsejäähdytteisen 2500 kilovolttiampeerin muuntajan (Kuva 4).



Kuva 4. Itsejäähdytteinen muuntaja (ABB 2014a.)

1954 Asea asentaa maailman ensimmäisen HVDC- siirtoyhteyden. Vuotta aiemmin Aseasta tuli ensimmäinen yritys, joka valmisti synteettisiä timantteja. Suurimpia teknologisia läpimurtoja Asea saavutti kehittämällä tyristorin, joka pystyi käsittelemään huomattavasti enemmän sähkövirtaa kuin edeltäneet laitteet. 1972 Asea rakentaa ensimmäisen ydinvoimalan ruotsiin ja kuusi vuotta myöhemmin 1978 lanseeraa ensimmäisen teollisuusrobotin (Kuva 5). Tästä kului vain kymmenen vuotta ja Asea ja BBC sulautuivat uudeksi yhtiöksi vuonna 1988. (ABB 2014a.)



Kuva 5. Teollisuusrobotti (ABB 2014a.)

## 2.2 ABB Suomessa

ABB:n juuret Suomessa ulottuvat vuonna 1863 syntyneeseen Axel Gottfrid Strömbergiin. Strömberg oli jo hyvin nuorena kiinnostunut sähkötekniikasta ja valmisti Suomen ensimmäisen tasavirtakoneen vuonna 1880. Koulutuksen hän hankki Saksasta ja hänestä tuli Suomen ensimmäinen sähkötekniikan opettaja vuonna 1887. Oman yrityksen hän perusti paria vuotta myöhemmin 1889. Strömbergin suunnittelemat sähkökoneet olivat aikansa huippua ja saivat paljon huomiota kansainvälisissä näyttelyissä voittaen useita palkintoja. (ABB 2014a.)

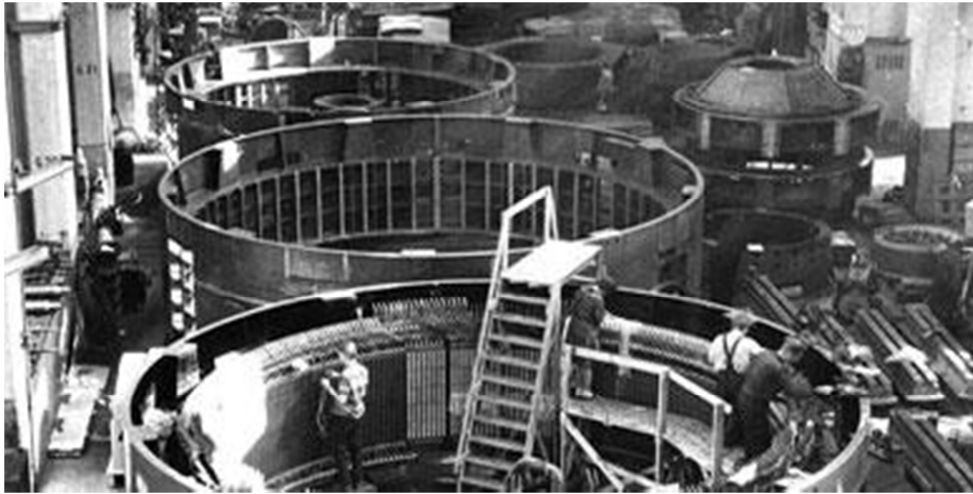
1900-luvun alkupuolella Strömbergin yritys kasvoi nopeasti ja hän hankki koneliike Tarmon, josta muodostettiin Kone Oy. Kaupunkisähkölaitoksia rakennettiin ja maaseutua sähköistettiin kasvavalla vauhdilla. Vaihtovirran lyötyä itsensä läpi sähköistyksessä, alkoi siihen liittyvien koneiden, muuntajien ja oikosulkumoottoreiden teollinen valmistus. Brown, Boveri & Cien kanssa solmittiin edustussopimus. (ABB 2014a.)

1900-luvun puolessavälissä Strömberg oli noussut Suomen kymmenen suurimman teollisuusyrityksen joukkoon ja osallistui Suomen sotakorvauksien maksuun valmistamalla ja toimittamalla tuotteitaan maailmalle (Kuva 6).

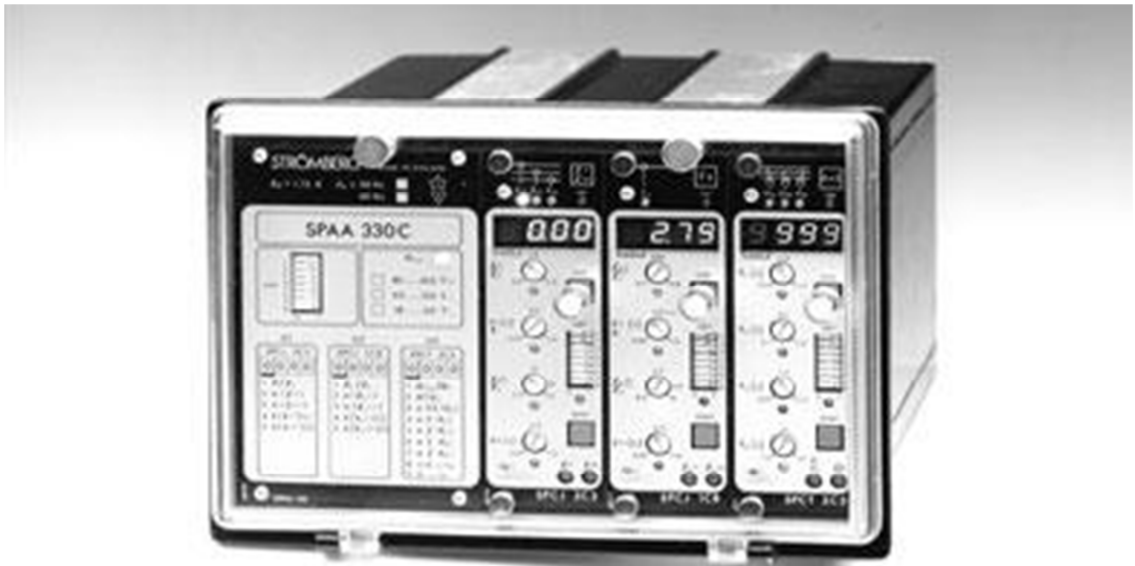


Kuva 6. Moottoreiden tuotantolinja (ABB 2014a.)

1900-luvun puolenvälin jälkeen Strömberg alkoi räätälöidä suuria generaattoreita (Kuva 7) ja aloitti suurjännitekojeiden ja kojeistojen tuotekehityksen. Tehoelektroniikka tuli mukaan tuotekehitykseen ja ensimmäinen elektronin rele tuotiin markkinoille 1960-luvulla. Strömberg osallistui myös Helsingin metron rakentamiseen. Strömberg siirtyi Asean omistukseen vuonna 1986 ja samoihin aikoihin kehitti sähköverkkojen ohjaukseen ja suojaukseen mikroprosessipohjaisen suojarelejärjestelmän sekä täysdigitaaliset sähkökäytöt (Kuva 8) teollisuudelle. (ABB 2014a.)



Kuva 7. Vesivoimajeneraattoreita (ABB 2014a.)



Kuva 8. Johdonsuojarele (ABB 2014a.)

### 3 ÄLYKÄS MOOTTORIKESKUS

#### 3.1 ABB MNS iS

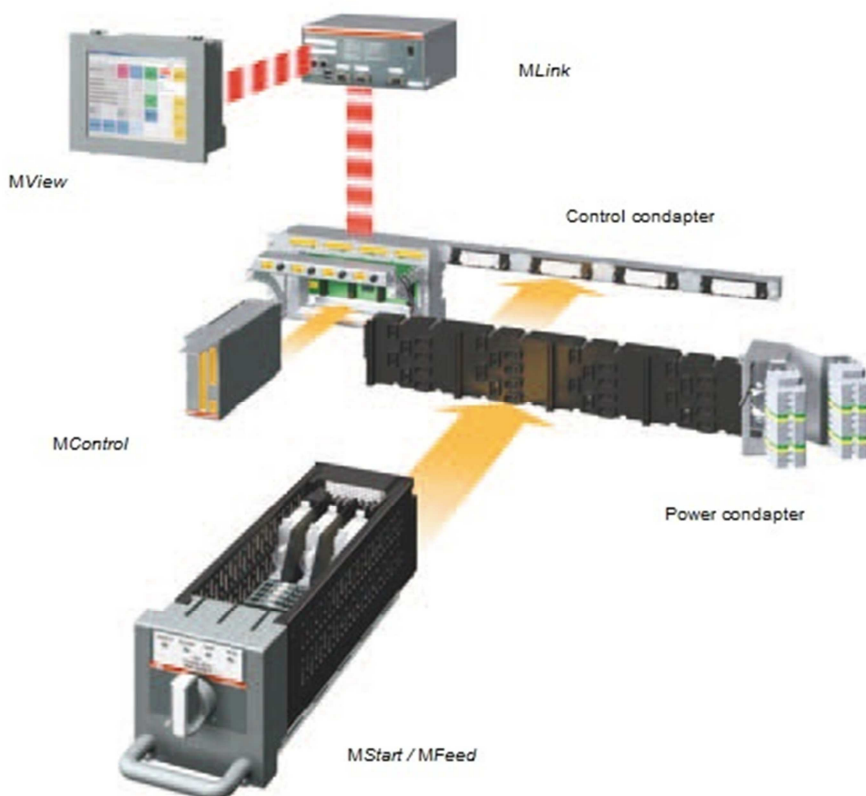
MNS iS on ABB:n kehittämä älykäs moottorinohjauskeskus (Kuva 9). Se tarjoaa paljon standardisoituja ratkaisuja vähentäen näin muun muassa suunnittelusta, käyttöönotosta, varastoinnista ja kunnossapidosta aiheutuvia kuluja. Keskuksen hyötyjä ovat lähtöjen teho- ja ohjauskomponenttien sijoitus, standardisoidut tehomodulit, joustavat käynnistin ratkaisut ja integroidut johdotukset käynnistimen ja ohjauslaitteen välillä. MNS iS tarjoaa moottorilähdölle tarvittavan suojauksen, ohjauksen ja käytön valvonnan. Aikasykronoinnilla mahdollistetaan hälytys- ja varoitustietojen tarkka rekisteröinti ohjausmoduulin rekisteriin. (ABB. MNS iS, System Guide 2014b, 5.)



Kuva 9. ABB MNS iS moottorinohjauskeskus (MNS iS, System Guide 2014b.)

Kuvassa 10 on yleinen järjestelmän rakenne. MStart kuvaa tehomodulia. Se toimii sähköisenä erottimena sisältäen sulakkeet tai katkaisijan, kontaktorin ja muita piirin ohjauskomponentteja sekä mittausmodulin. MControl toimii ohjausmodulina tarjoten suojaus-, ohjaus- ja valvontatoiminnot. MControlin I/O-kortti tarjoaa ulkoisten komponenttien liittämisen järjestelmään. MControlin ja

MStartin välillä on sisäinen väylä tiedonsiirtoa varten. MLink- moduuli toimii tiedonvälittäjänä MControlin ja MViewin välillä. MView tarjoaa monitorointi mahdollisuuden käynnistimien ja käytön tilan valvontaan. (ABB. MNS iS, System Guide 2014b, 11.)



Kuva 10. ABB MNS iS järjestelmä (MNS iS, System Guide 2014b.)

MNS iS keskus on rakenteeltaan kennokeskus. Tehomodulien kummallekin puolelle sijoitetaan toisistaan erillään pidettävät teho- ja ohjauskaapelikentät. Kaapelit voidaan tuoda sekä ylä- että alapuolelta keskukseseen. Keskuksen pääkiskot on sijoitettu keskuksen takapuolelle. Pääkiskoston rakenne on huoltovapaa rakenne kiskokiinnityksessä käytettävien ESLOK- lukiteruuvien ja kierrealuslevyjen ansiosta. Kuvassa 11 on kuvattuna kiskostojen rakenne. Pääkiskot kulkevat vaakasuunnassa ja haarakiskot pystysuunnassa. Keskuksia pystytään asentamaan joko seinäasenteisina, back-to-back- asenteisena, jossa kahden keskuksen selät ovat vastakkain tai duplex -rakenteisena, jossa seläkkäin olevilla keskuksilla on yhteinen pääkiskosto. (ABB. MNS iS, System Guide 2014b, 19.)





Kuva 11. ABB MNS iS kiskosto (MNS iS, System Guide 2014b.)

Keskuksen tehomoduulit voidaan valita käyttötarkoituksen mukaan. Valittavana on suora- (Non Reversing Direct Online, NR-DOL), suunnanvaihto- (Reversing Direct Online, REV-DOL), raskaat- (Heavy Duty, HD), tähti-kolmio-käynnistimet (Star Delta, NR-S/D) sekä kontaktoriohjaus (Contactor Feeder, CF) ja pelkkä ohjaus energian jakeluun (Feeder). Kojetaulukoissa yleensä käytetään pelkkiä lyhenteitä kontaktorin tyyppin määrittelyssä. Moduulien nimellisjännitteet ovat 400V, 500 V tai 690 V. Oikosulkusuojaus voidaan toteuttaa sulakkeettomana tai sulakkeellisena. Moduulit ovat ulosvedettäviä, eli vaihto voidaan tehdä ilman erillisiä työkaluja. Moduulit kiinnittyvät pikakoskettimin pystykiskoihin.

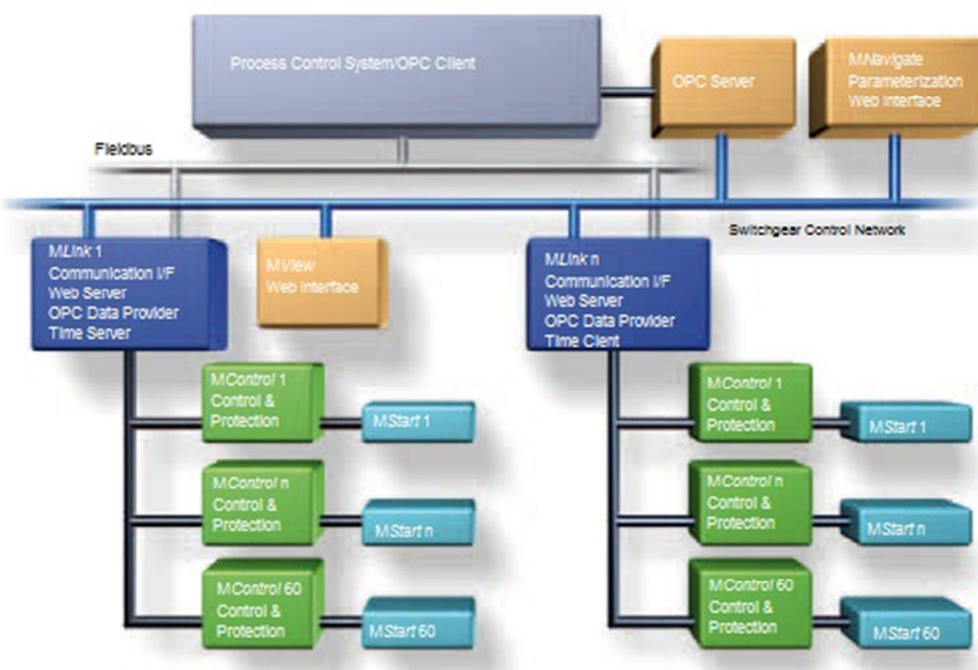
Suurempi tehoisissa moottorilähdöissä, joissa ohjattavan moottorin teho on ylittää 200 kW, käytetään kiinteää kalustustapaa. Käynnistinkomponentit kuten kytkinlaite ja kontaktori sijoitetaan kaapin pääosaan. MControl- laitteet sijoitetaan riippuen lähtevien tehokaapeleiden suunnasta joko kaapin ylä- tai alaosaan. Kuvassa 12 on kiinteä, yksikkölähtökalusteinen kaappi, jossa on MControl laitteet on sijoitettu kaapin yläosaan. (ABB. MNS iS, System Guide 2014, 20 - 21.)



Kuva 12. ABB MNS iS kalustekaappi (MNS iS, System Guide 2014b.)

MView näyttöpaneelilla pystytään tarkastelemaan ja lataamaan ohjaus- sekä suojauslaitteiden parametreja, tutkimaan hälytysrekisteriä, lukemaan erilaisia sähköisiä suureita ja tutkimaan laitteiston kuntoa, esimerkiksi kontaktoreiden vaihtovälien osalta. MView on selainpohjainen ohjelma ja sen käyttö paneelin lisäksi onnistuu PC-laitteilta, jossa web-selain ja yhteys MNS iS-järjestelmään kenttäväylän tai erillisen Ethernetin välityksellä. Kuvassa 13 on kuva viestiliikenteen toiminnasta MNS iS-järjestelmässä. Kuvassa vihreät ja vaaleansiniset laatikot kuvaavat keskuksen teho- ja ohjauskomponentteja MStart ja MControl. Tummansininen laatikko kuvaa ohjausyksiköiden ja ohjausjärjestelmän välillä tietoa välittävää MLinkiä. MLink yhdistyy kenttäväylän

avulla PCS (Process Control System), eli ohjausjärjestelmään. MLink toimii standardiorjalaitteena kenttäväylässä ja se tukee Profibus DP ja DP V1, Profinet I/O, Modbus RTU ja Modbus TCP -protokollia. Kenttäväyläliittymän lisäksi, MLink sisältää ylimääräisen Ethernet portin, jonka avulla toteuttaa Ethernet -pohjaisia sovelluksia, kuten MNavigate selainpohjainen käyttöliittymä ohjauksen parametrisointiin ja tarkasteluun sekä liityntä mahdollisuuden OPC DA (data access) ja OPC AE (alarms and events) -servereihin.



Kuva 13. ABB MNS iS viestiliikenne (MNS iS, System Guide 2014b.)

Mstart-moduulin sähköisten suureiden mittaus tapahtuu sensoreiden avulla ja se on erityisesti suunniteltu datan keräämiseen. Elektronisesti toteutettu mittaus sijaitsee lähdössä tarjoten tarkan virran, jännitteen ja lämpötilan mittauksen. Näillä tiedoilla pystytään määrittämään käytöntila tarkasti. (ABB. MNS iS, System Guide, 30 - 31.)

MControl ohjausyksiköllä toteutetaan moottorilähdön ohjaus-, suojaus- ja kunnossapidolliset diagnostiikka tarpeet. Toiminnallisuutta voidaan kasvattaa vastaamaan käyttäjän tarpeita lisäämällä I/O kortteja. MControl sisältää vakiona seitsemän binääristä tuloa (24 VDC) ja neljä relelähtöä (230 VAC). Lisäkorteilla

voidaan lisätä tulojen määrää joko seitsemällä tulolla (110 VAC tai 230 VAC) tai vaihtoehtoisesti käyttäjän tarpeista riippuen lisätä kortti, jossa neljä tuloa ja kaksi digitaalista lähtöä (230 VAC tai 24 VDC). Digitaalisten lisäkorttien lisäksi on valittavana myös analogisia tuloja ja lähtöjä sisältäviä kortteja. Valittavana on yhden analogisen lähdön ja tulon kortti tai kahden analogisen tulon kortti. Signaalitasoksi voidaan valita joko 4-20 mA tai 0-10 VDC.

Relekorteilla voidaan tuoda itsenäisesti toimivia koskettimia MControlliin. Valittavana on kahdella avautuvalla ja yhdellä sulkeutuvalla koskettimella oleva kortti tai yhdellä avautuvalla ja yhdellä sulkeutuvalla koskettimella oleva kortti. Relekortti tarvitsee kelaansa jännitteen 24 VDC. Lisäkorteilla pystytään myös mittaamaan moottorin tuuletus lämpötilaa joko PTC- tai PT100 -antureiden avulla. PTC-kortti sisältää yhden tulon sisältäen oikosulun ja piirin katkeamisen valvonnan. PT100-kortiksi voidaan valita joko yksikanavainen tai kolmekanavainen tulo. (ABB. MNS iS, System Guide 2014b, 36 - 37.)

### 3.2 ABB UMC 22

ABB:n UMC 22 on älykäs moottorinohjain 3-vaiheisille moottoreille (Kuva 14). Laitteella voidaan ohjata suora-, suunnanvaihto- ja tähti-kolmiokäynnistyksiä. Käynnistin muodostuu ohjainyksiköstä, virtamuuntajasta ja kontaktorista. Kiinnitys tapahtuu DIN-kiskoon tai ruuvi kiinnityksellä. Kotelointiluokaltaan laite on IP20. Ohjain pitää sisällään suojaus- ja ohjaustoimintojen lisäksi liitännät kenttäväyliin ja erilaisia vikadiagnostiikan sovelluksia. Suojaustoimintoihin kuuluu vaihevian, jumitilanteen, maavian ja laajasti säädettävän ylikuormituksen havaitseminen. UMC 22 suojaus toimii ylikuormitussuojien laukaisuluokkien 5, 10, 20 tai 30 mukaan. Ohjaimessa on yksi PTC- termistori lähtö, kuusi digitaalista tuloa ja kolme digitaalista lähtöä. Laitteen toimintavirta-alue 0,24 A-63 A. Alue on laajennettavissa virtamuuntajilla jopa 850 A sovelluksiin. (ABB. Universal Motor Controller 2014c, 5 - 6.)



Kuva 14. ABB UMC moottoriohjain (ABB. Universal Motor Controller 2014c.)

Laitteen liittäminen erilaisiin kenttäväyliin toteutetaan muuntimella (FieldBusPlug). UMC 22 käyttö "stand alone" -sovelluksissa ilman kenttäväyläplugia on myös mahdollista. Laitteeseen erikseen saatavan etupaneelin avulla voidaan ohjata ja lukea käytön tietoja, kuten moottorin käyttörekisteriä ja vikadiagnostiikan tietoja. Edellä mainitut voidaan lähettää myös kenttäväylää pitkin järjestelmään. Etupaneelia tarvitaan kenttä-väylän osoitteen antamiseen laitteelle. (ABB. Universal Motor Controller 2014c, 5 - 6.)

Digitaalisilla lähdöillä DO-0 ja DO-1 ohjataan kontaktoreita K1 ja K2. Pääpiiri kulkee laitteen virtamuuntajan läpi moottorille. Laitteen alapuolella näkyy paikallisohjauspainikkeet ja kenttäväyläohjaus. Vian sattuessa DO2 sulkeutuu ja sisäinen vikatieto on päällä. (ABB. Universal Motor Controller 2014c, 92 - 95.)

Vuotovirtojen havaitsemiseen UMC 22 -laitteeseen liitetään CEM 11 -summavirtaan perustuva mittauselin. Laitetta syötetään 24 VDC -syötöllä. Laitteesta viedään signaali UMC -sisääntuloihin. Vuotovirran raja-arvon määritetään säätökytkimellä. (ABB. Universal Motor Controller 2014c, 25.)

### 3.3 Schneider TeSys

Schneider TeSys -tuoteperhe sisältää monipuolisia vaihtoehtoja moottorin älykkääseen ohjaamiseen ja suojaamiseen. Nimellisvirraltaan alle 32 A moottorilähdöissä, yksi laite toimii erottimena, kontaktorina, oikosulkusuojana ja ylikuormitussuojana. Suurempiin lähtöihin tarvitaan lisäksi erillisiä laitteita kuten kontaktori ja oikosulkusuoja. Suojausten ollessa elektronisia ovat releiden asettelualueet laajoja ja laukaisut tarkkoja. Releitä saa joko näytöllisinä tai ilman. Vakioreleisiin (ilman näyttöä), on mahdollista liittää valvontamoduleilla lisätoimintoja kuten kuormituksen valvonta, kaukokuittaus tai ennakoiva ylikuormitushälytys. Näytöllisestä monitoimireleestä voidaan seurata moottorin kuormitusta, vikahistoriaa ja käyttökertoja. Käynnistin ja siihen liitettävät lisämodulit kytkeytyvät plug-in -asennustavalla tarjoten helpon muokattavuuden. Kuvassa 15 on TeSys U -laite. (Schneider 2014.)



Kuva 15. Schneider TeSys U (Schneider 2014.)

Käynnistin muodostuu perusrungosta, suojareleestä ja mahdollisista lisämoduleista. Runko valitaan 12 tai 32 A virralle, joko suora- tai suunnanvaihtokäynnistykseen. Runko sisältää yhden sulkeutuvan ja yhden avautuvan apukoskettimen. Käynnistin täyttää täyden oikosulkukoordinaation vaatimukset (IEC 947-6-2). Schneider TeSys käynnistimet sisältävät laajat mahdollisuudet liittyä erilaisiin väylin ohjausjärjestelmiin. Kenttäväylämodulien

avulla liitytään eri väyliin kuten CANopen-, Modbus-, Profibus- ja Ethernet-väyliin. (Schneider 2014.)

### 3.4 Simocode

Simocode on älykäs pienjännitemoottorin suojaus- ja ohjausjärjestelmä. Siemensin valmistama tuoteperhe pitää sisällään mallit Simocode pro C, Simocode pro S ja Simocode pro V. Nämä voidaan liittää ohjausjärjestelmään Profibus DP -väylän avulla. Simocode pro V PN liitetään Profinet- väylän avulla.

#### 3.4.1 Simocode pro C

Pro C -laite (Kuva 16) sisältää tarvittavat ohjaus- ja suojaustoiminnot moottorin suora- ja suunnanvaihtokäynnistykseen. Laite koostuu virtamuuntajasta ja perusyksiköstä ja mahdollisesti lisävarusteena saatavasta käyttöpaneelistä. Pro C perusyksikkö pysyy samana ja ohjattavan moottoritehon kasvaessa, vaihdetaan virtamuuntaja. Virtamuuntajia on valittavana 630 A sovelluksiin asti ja välimuuntajaa käytettäessä 820 A. Perusyksikössä on neljä binäärituloa, kolme monostabiilia relelähtöä ja yksi liitännä binääriselle PTC-anturille. Perusyksiköitä saa joko DC 24 V tai AC/DC 110 -240 V -käyttöjännitteelle. Tiedonsiirtonopeus Profibus DP -väylässä voi olla 12 Mbit/s. (Siemens Simocode 2014.)



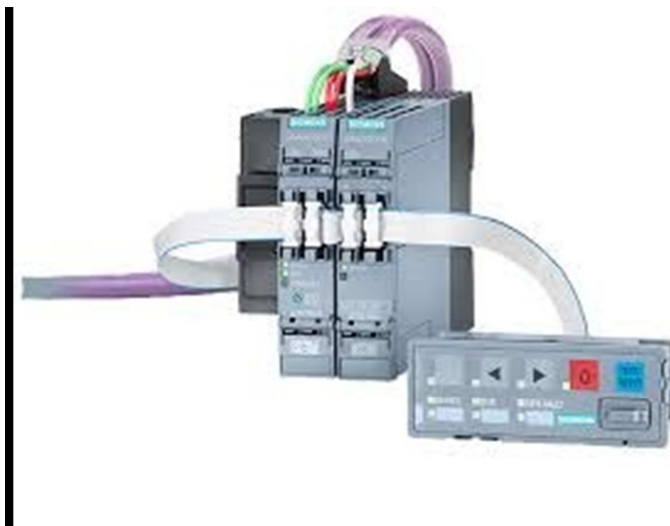
Kuva 16. Simocode Pro C (Siemens Simocode 2014.)

Pro C -laitteella voidaan moottori suojata ylikuormitukselta, vaiheviialta, termisesti (PTC), epäsymmetriseltä kuormalta, jumitilanteilta ja maasululta.

Monipuolisten suojaustoimintojen lisäksi laitteella voidaan valvoa moottorilähdön käyttötunteja, pysähdysaikoja, ylikuormasta johtuvia pysähdyskertoja ja käynnistyskertoja.

#### 3.4.2 Simocode Pro S

Pro S (Kuva 17) sisältää edelliseen verrattuna enemmän sovellusvaihtoehtoja. Sillä voidaan ohjata suora-, suunnanvaihto-, tähti-kolmio- tai pehmokäynnistyksiä. Laite koostuu perusyksiköstä, virtamuuntajasta ja monitoimilaajennusyksiköstä. Perusyksikkö sisältää neljä binäärituloa, kaksi relelähtöä ja termistoriliitännän. Laajennusyksiköllä saadaan lisättyä neljä binäärituloa, kaksi relelähtöä, yksi lämpötilan mittaustulo ja liitäntä summavirtamuuntajalle vikavirran valvontaa varten. Perusyksiköitä ja laajennusyksiköitä saa joko DC 24 V tai AC/DC 110 -240 V -käyttöjännitteelle. Tiedonsiirtonopeus Profibus DP väylässä on 1,5 Mbit/s. (Siemens Simocode 2014.)



Kuva 17. Simocode Pro S (Siemens Simocode 2014.)

#### 3.4.3 Simocode Pro V

Pro V (Kuva 18) on laajennettavissa viidellä laajennusyksiköllä. Pro V -perusyksiköllä voidaan ohjata erilaisia sovelluksia, kuten suora-, suunnanvaihto-, tähti-kolmio-, kaksi-nopeusmoottori- ja pehmokäynnistyksiä. Näiden lisäksi



voidaan toteuttaa myös magneettiventtiili- ja venttiilitoimilaitteen ohjauksia. Pro V -malliin on sisällytetty lisää valvonta- ja mittaustietoja. Laitteella voidaan valvoa kuorman tehoa ja vaihejärjestystä. Näiden lisäksi moottorilähdön jännitteen ja tehokertoimen mittaus on mahdollista. (Siemens. Älykästä moottorin ohjausta 2014, 28.)



Kuva 18. Simocode Pro V (Siemens Simocode 2014.)

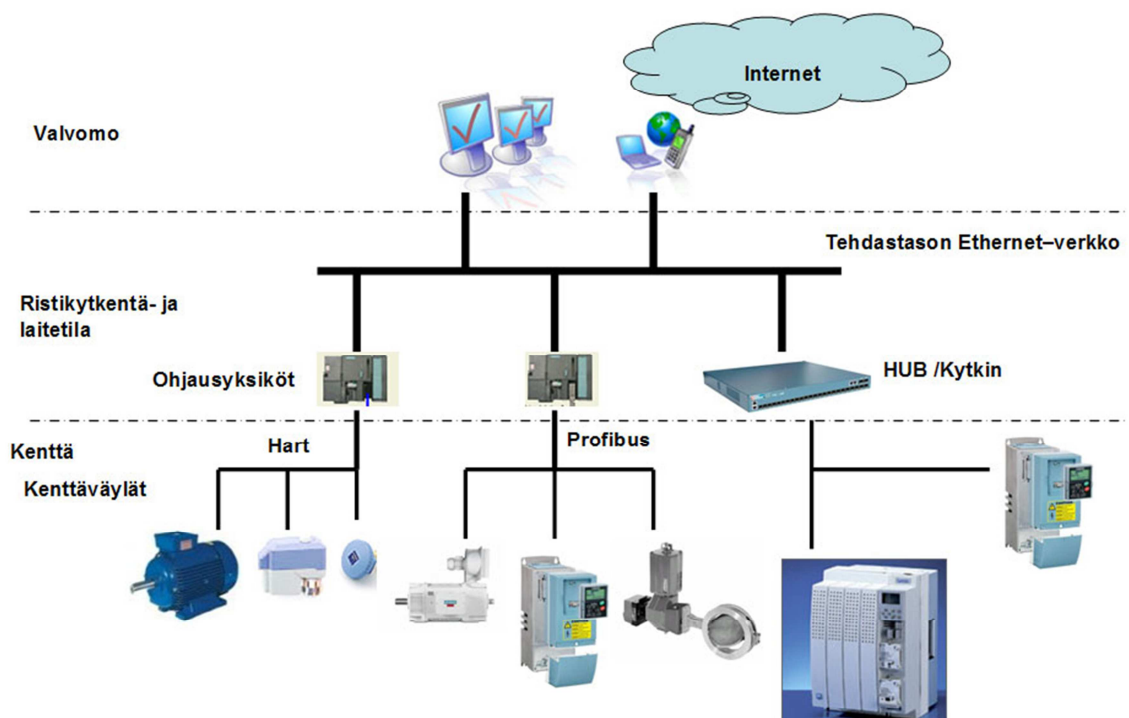
Perusyksikön liitännät ovat samanlaiset kuten Pro C -mallissa. Laajennusyksiköillä voidaan Pro V -ominaisuuksia kasvattaa sovelluksen vaatimalla tavalla. Laajennusyksiköistä voidaan valita digitaalimoduuli, maasulkumoduuli, lämpötilan mittausmoduuli ja analogimoduuli. Digitaalimoduuli laajennusyksikkö sisältää neljä binäärituloa ja kaksi relelähtöä. Moduuleita sallitaan asennettavaksi kaksi yhteen perusyksikköön. Analogimoduuli sisältää kaksi analogituloa ja yhden analogilähdön. (Siemens, Älykästä moottorin ohjausta 2014, 25 - 27.)

Lisäksi perusyksikkö on laajennettavissa turvareleillä, joita ovat DM-F local ja DM-F PROFIsafe. DM-F local on paikallinen turvarele, joka on riippumaton ohjausjärjestelmästä. Releeseen voidaan liittää hätäseispainikkeita, turva-aitarajoja, kuittauspainikkeita jne. PROFIsafe -relettä käytetään turvalogiikan yhteydessä. Logiikan tai hajautusaseman turva I/O:hon kytketään digitaaliset tai analogiset turva-anturit. Turvalogiikan toimiessa, pysäyttää DM-F PROFIsafe

moduulimoottorin. Pro V PN tuo edellisiin lisäksi mahdollisuuden liittyä ohjausjärjestelmään Profinet -väylän avulla. Profibus DP:tä käytettäessä tiedonsiirtonopeus on 12 Mbit/s. (Siemens Simocode 2014.)

## 4 KENTTÄVÄYLÄT

Kenttäväylillä siirretään tietoa järjestelmien välillä. Väylät korvaavat vanhaa 4-20 mA virta- ja jänniteviestitekniikkaa. Kuvassa 19 on esimerkki teollisuuden automaatiojärjestelmästä. Ylimpänä kuvassa on hallinnon tietokone, joka on yhteydessä alempiin valvomon tietokoneisiin avoimella Ethernet-verkolla. Seuraavalla tasolla ovat prosessiasemat, joihin kuuluvat virransyöttökortti, liityntä automaatiotähtäin, keskusyksikkö sekä input- ja output-liitynnät. I/O liityntöihin kuuluu kenttäväyläkortteja automaatiolaitteille, anturiväyläkortteja binääriantureille sekä laiteväyläkortteja moottorikeskuksille ja taajuusmuuttajille. Tarvittaessa I/O -liitännöihin saa myös perinteisiä 4-20 mA analogi- ja binäärikortteja. Kenttäväylään liitetään niin sanottuja älykkäitä kenttälaitteita. Näitä ovat esimerkiksi lämpötila-, paine- ja virtauslähettimet sekä venttiilit. (Mäkinen & Kallio 2004, 32 - 35.)



Kuva 1. Esimerkkikuva tyypillisestä tehdaskohtaisesta automaatiojärjestelmästä

Kuva 19. Automaatiojärjestelmän rakenne

Älykäs laite pystyy kaksisuuntaiseen tiedonsiirtoon. Laitteilla pystytään esimerkiksi säätämään prosessia. Laitteet saavat ohjausjännitteensä

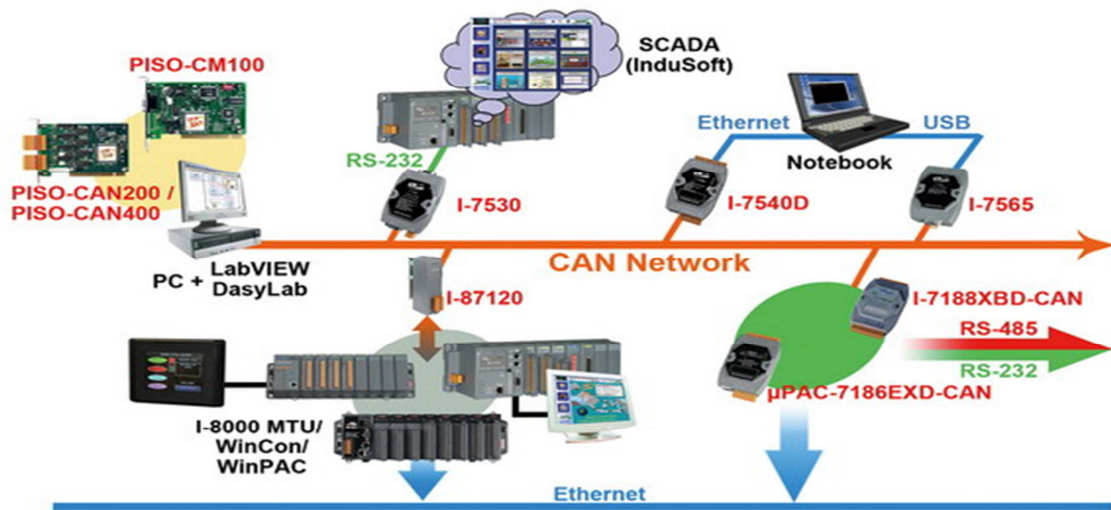
kenttäväylän runkokaapelista tai erillisestä syötöstä. Kenttäväylien yleistyminen johtuu niiden hyvistä ominaisuuksista. Kaapeloinnin väheneminen, voitaessa kytkeä laitteet yhteen väylään erilliskaapeloinnin sijasta, tuo säästöjä asennuskustannuksiin. Lisäksi käyttöönotto sujuu hyvin suunnitellun väylän avulla helposti, sillä konfigurointi ja parametointi voidaan tehdä valvomosta käsin. Kenttäinstrumenteissa olevan vikadiagnostiikan avulla voidaan ennakoida laitteiden huolto ja estää prosessin pysähtyminen. Lisäksi kenttäväylien käytössä on etuna kenttäinstrumentoinnin laajentamisen mahdollisuus. (Mäkinen & Kallio 2004, 32 - 35.)

#### 4.1 CAN

CAN-väylä (Controller Area Network) on suunniteltu Boschin toimesta alunperin autojen eri ohjausjärjestelmien väliseen kommunikointiin. CAN-väylällä on kuitenkin sovelluksia esimerkiksi robotiikan ja teollisuuden reaaliaikaisissa tiedonsiirtotarpeissa. Sitä käytetään prosessien anturi- ja toimilaitteväylänä (Kuva 20).

CAN-väylä on niin sanottu usean isännän väylä (multi master bus), jossa solmut voivat lähettää sanoman itsenäisesti. Väyläkaapeli kulkee kaikkien asemien läpi ja se päätetään päätevastuksilla. Sanoma on yleinen, eli solmut, jotka tarvitsevat kyseisen sanoman tietoa, vastaanottavat sen. Koska väylällä ei käytetä osoitetietoja, voi väylällä olla solmuja rajattomasti. Kuitenkin lähetin/vastaanotin-piirit rajaavat liitettävien laitteiden määrän siirtoviiveestä johtuen. Siirtoviiveen vaikutus johtuu CAN-väylän kilpavarauksen periaatteesta. Kilpavarauksen periaatteessa, solmujen on otettava näyte yksittäisestä bitistä samalla hetkellä. CAN-protokollapiirit antavat mahdollisuuden hallita synkronointia. Näin voidaan sallia huonommat kellotoleranssit solmuilla tai kasvattaa väylän pituutta.

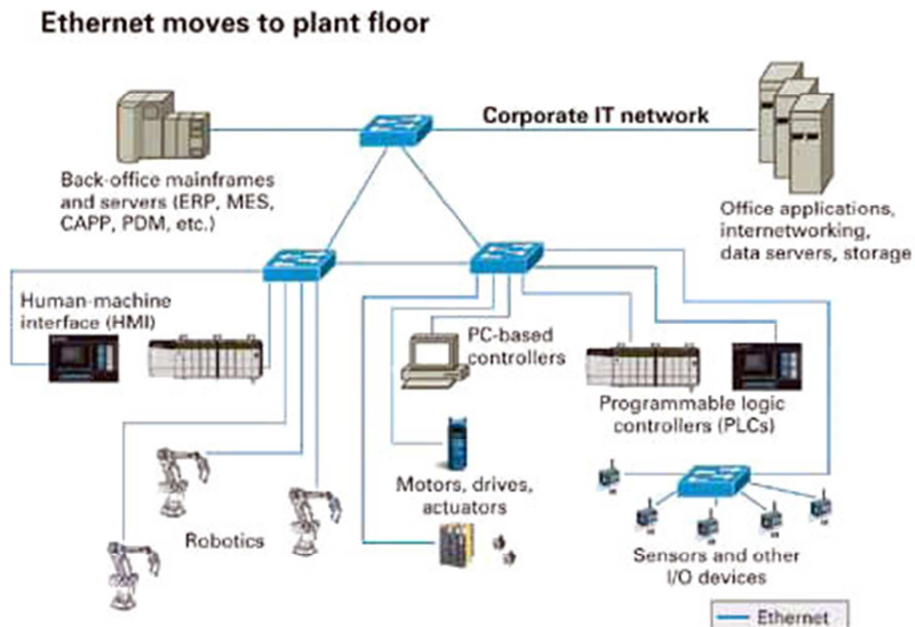
(Alanen 2000.)



Kuva 20. CAN- väylä

#### 4.2 Ethernet

Teollisuudessa on käytetty Ethernet-ratkaisuja ohjaustasolla jo pitkään. Tekniikan kehittyessä on Ethernetin hyviä ominaisuuksia pyritty saamaan käyttöön myös kentälaitetasolle (Kuva 21). Perinteinen Ethernet ei pysty reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon sen väylän vasteaikojen takia. Kentälaitetasolla tarvitaan nopeaa kommunikointia laitteiden välillä. Ethernetin hyötyjä ovat laaja käytettävyys ja standardisointi. Lisäksi nopea datanopeus ja yhtenäinen verkko tekevät kentälaitetasolta hallinnolliselle tasolle tiedonkeruusta helpompaa verrattuna tasoitain erilaisilla väylillä rakennettuun verkkoratkaisuun. (Silvonen 2006, 24 – 28.)



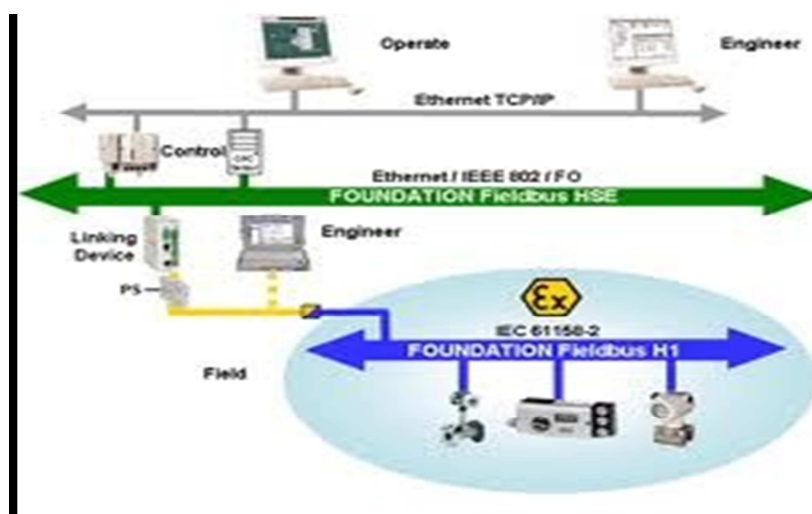
Kuva 21. Ethernet kenttäväyläratkaisumalli

Huonoja puolia Ethernetin käytössä kentätasolla on teollisuudessa esiintyvät sähkömagneettiset häiriöt, jotka häiritsevät suuri nopeuksisten väylien tiedonsiirtoa. Ratkaisuna käytetään paremmin suojattua parikaapelia tai valokuitukaapelia. Toinen huono puoli Ethernetin käytössä on sen suuri ohjaustiedon määrä. Näin kaistanleveys ei ole yhtä tehokkaasti käytössä, kuten digitaalisilla kenttäväylillä. Lisäksi kentälaitetason antureiden ja laitteiden prosessoritehon tulee riittää TCP/IP ohjaustiedon käsittelyyn. Ethernetin käyttö teollisuuden väylänä on tutkittu useiden yritysten toimesta ja markkinoille on tuotukin jo valmiita ratkaisuja. Valmistajat ovat tehneet erilaisia ratkaisuja Ethernet-protokollan hyödyntämisessä reaaliaikaisessa väylässä, josta yksi esimerkki on Profinet. Profinet on Siemensin ja Profibus Internationalin kehittämä teollisuus-Ethernet. Profinetilla on käyttösovelluksia eri osa-alueilla. Profinet I/O on tarkoitettu hajautetun I/O:n liittämiseen Profinet-verkkoon. Profinet CBA on kehitetty komponenttien väliseen kommunikointiin. Tiedonsiirron nopeus on Profinetissä 100 Mb/s ja aikakriittiselle ja kiireettömälle datalle on omat kommunikointitavat. Reaaliaikainen dataliikenne on syklistä, tuottaja/kuluttaja -tyyppistä tiedonsiirtoa. (Silvonen 2006, 24 – 28, 35, 40)

Ethernet Powerlink -nimisen yrityksen reaaliaikainen teollisuus-Ethernet ratkaisu perustuu IEEE 802.3 standardiin. Reaaliaikaisuus saavutetaan kommunikointitavalla, jossa ainoastaan yksi laite puhuu kerrallaan. Yksi laite toimii isäntänä MN (managing node), joka johtaa keskustelua. Muut laitteet toimivat ohjattavina laitteina CN (controlled nodes). Keskustelusykli koostuu 3 vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa, isäntälaitte synkronoi muut väylän laitteet SoC -viestillä (start of cycle). Toisessa vaiheessa lähetetään data ja kolmannessa vaiheessa ei aikakriittinen data, kuten TCP/IP data ja parametrien asetteludata. Ethernet Powerlink on standardisoinut sovelluserroksen CANopen standardin mukaan ja siitä voidaan käyttää "CANopen over ethernet" -nimitystä. (Ethernet Powerlink 2014.)

#### 4.3 Fieldbus

Foundation Fieldbus -kenttäväylä on digitaalinen, kaksisuuntainen ja sarjaliikenteinen kommunikointi protokolla prosessiautomaation tarpeisiin. Fieldbus sisältää alemman tason väylän H1 ja ylemmän prosessin säätötason HSE (Kuva 22). Foundation Fieldbus väylän kautta kommunikoivia kenttälaitteita valmistavien yritysten on tarkistutettava yhteensopivuus Foundation Fieldbus -korporaatiolla. Tällä tavalla pyritään varmistumaan eri valmistajien ja Fieldbus -väylän yhteensopivuudesta.



Kuva 22. Fieldbus-malli

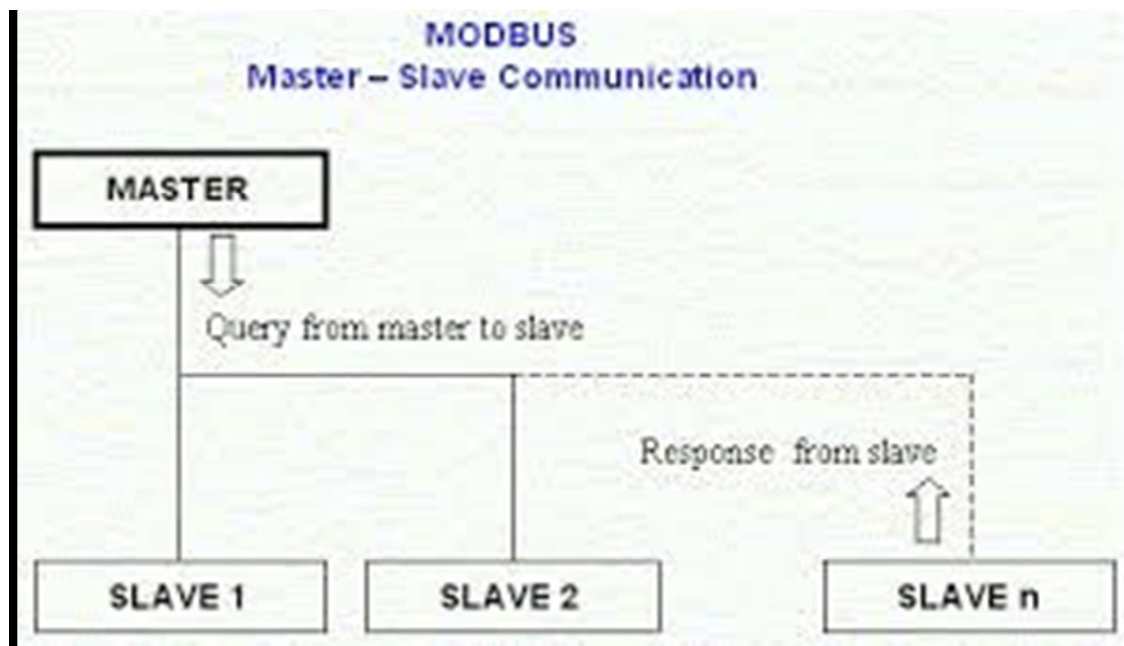
Alemman tason H1-väylää käytetään kenttätason tiedonsiirtoon. H1- väylän tiedonsiirtonopeus on 31,25 kbit/s. HSE-väylän nopeus on 100 Mbit/s ja sitä käytetään prosessien ohjausosiemien väliseen tiedonsiirtoon. Väylät voidaan yhdistää toisiinsa joko linkillä (linking device) tai kytkimellä (coupler). Linkkiä käytettäessä, viestien puskurointi mahdollistaa viestien lähettämisen kahteen eri väylään eri suuntiin. Väylät yhdistäessä kytkimen avulla, ei viestien puskurointi ole mahdollista ja HSE-väylä toimii hitaammalla nopeudella. (Sorsanen 2009, 13 – 16.)

Väylään voi liittyä useampi isäntälaitte, mutta vain yksi voi olla kerrallaan aktiivinen. Aktiivinen isäntä hallinnoi väylän tiedonsiirtoa. Kenttäväyläsegmentin pituus voi olla 1900 metriä. Mikäli kenttälaitteiden syöttö tapahtuu runkokaapelin kautta, voidaan segmenttiin liittää enintään 12 laitetta. Ulkoisen syötön käytöllä laitemäärä voidaan nostaa 32 laitteeseen. Verkon topologiaksi, Fieldbus Foundation suosittelee käytettäväksi puu- ja väylätopologioita. (Sorsanen 2009, 13 – 16.)

#### 4.4 Modbus

Modbus-protokollaa käytetään ohjelmoitavien logiikoiden ja toimilaitteiden välisenä väylänä. Laitteet kommunikoivat keskenään isäntä-orja tekniikalla tarkoittaen, että yksi laite on isäntä ja muut orjia (Kuva 23). Isäntä keskustelee orjalaitteiden kanssa joko osoittaen kysymyksen tietylle orjalle tai broadcast-tyyppisesti yleisesti kaikille väylän laitteille. Orjia voi väylällä olla 247. Hyväksyttäviä orjaosoitteita 1-247. 0-osoite varataan tiedon lähettämiseen isännältä jokaiselle orjalle. Isäntälaitte tietää, mikä laite kommunikoi sen kanssa, sillä orjan vastatessa se kertoo osoitteensa.





Kuva 23. Modbus isäntä-orja-malli

Isäntälaitte muodostaa kyselyviestit asettamalla ensin joko vastaanottavan orjalaitteen osoitteen tai broadcast-tunnuksen. Tämän jälkeen viestiin asetellaan funktiokoodi, lähetettävä data ja virheentarkistuskenttä. Orja muodostaa vastauksen samalla funktiokoodilla sekä lisäämällä mahdolliset palautusarvot ja virheentarkistuskentän. Mikäli orja ei pysty toteuttamaan isäntälaitteen pyyntöä tai huomaa virheen, palauttaa se virheilmoituksen. Funktiokoodilla isäntä osoittaa kysymyksen orjalle koskien jotain tiettyä toimenpidettä. Osa funktiokoodista toimii samalla tavalla kaikissa Modiconin laitteissa ja osa vain tietyissä. Funktiokoodi on yhden tavun kokoinen luku väliltä 1-255. Funktiokoodit voivat käskää orjalaitteen lukemaan jonkin tulon tai lähdön tilan. Orja lukee halutun tilatiedon tai muistiosoitteen ja palauttaa sen isännälle viestin datakentässä. (Karttunen 2009, 14 – 15, 19.)

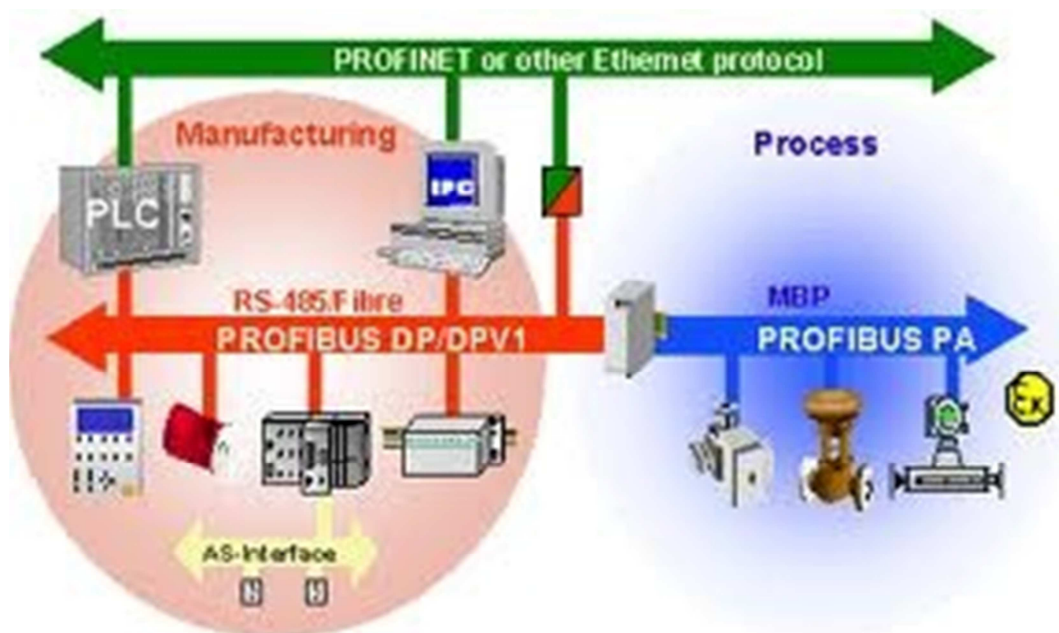
#### 4.5 Profibus

Profibus on hyvin yleinen käytössä oleva kenttäväyläteknikka (Kuva 24). Profibus perustuu toimittajasta riippumattomaan standardiin EN 50 170. Profibus-väylään voidaan liittää eri valmistajien laitteita ilman suurempia muutoksia rajapintoihin. Laitteiden liittämiseen väylään tarvitaan kuitenkin GSD-

tiedosto (General Station Description). GSD-tiedoston avulla Profibus-laitteelle saadaan määritettyä liitetyn laitteen perusominaisuudet. GSD-tiedosto saadaan yleensä laitevalmistajalta. (Mustonen 2011, 9)

Profibus DP on nopeaan tiedonsiirtoon tarkoitettu väylä, jonka tarkoitus on yhdistää hajautetut kenttälaitteet ja automaatiojärjestelmä. Profibus DP jaetaan 3 eri kehitysasteeseen DP-V0, DP-V1 ja DP-V2. Versiot tukevat erilaisia viestintätapoja. DP-V0 tukee isäntä-orja peruskommunikointia synkronisella tiedonsiirrolla. Myöhemmät versiot DP-V1 ja DP-V2 tuovat lisää ominaisuuksia kuten asyklisen tiedonsiirron ja parametroidin ajan aikana. Kehittynein väylä DP-V2 mahdollistaa orjalaitteiden välisen kommunikoinnin, jolloin isäntälaitteen kuormitus pienenee ja väylän nopeus kasvaa. DP-signaali on kanttiaaltoa noin 5 voltin amplitudilla. (Mustonen 2011, 9-10.)

Profibus PA on käytössä prosessitekniiikan sovelluksissa yleensä Profibus DP:n rinnalla. PA-signaali tarjoaa kenttälaitteille syötön ja tiedonsiirron samassa kaapelissa, joten kenttälaitteet eivät tarvitse erillistä ohjausjännitettä. Väylän nopeus on 31.25 kbit/s. PA-datasignaalin tulisi olla välillä 800 mV - 1000 mV, jännite puolestaan välillä 9 - 32 VDC. (Mustonen 2011, 10.)

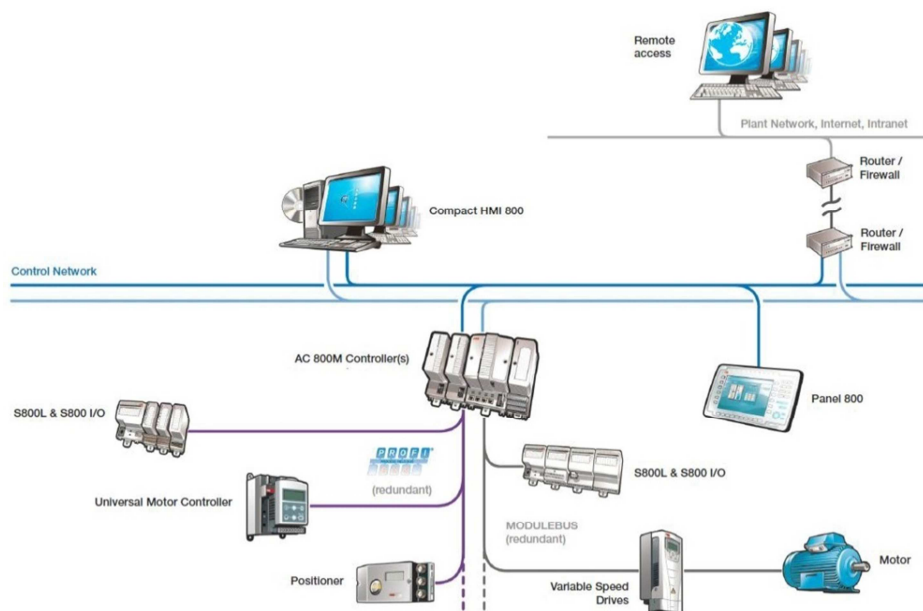


Kuva 24. Profibus

## 5 AC 800M

AC 800M on ohjelmoitava logiikka (PLC), jota ohjelmoidaan Compact Control Builder-ohjelmalla. Se on täysin modulaarinen ja joustava kaikille ympäristöille. Monet asetukset tekevät AC 800M:stä poikkeuksellisen avoimen. Skaalautuva muotoilu helpottaa laajennusta. AC 800M laajentuu niin isoksi kuin ohjausjärjestelmänohjaus vaatii, koska logiikkaan voi helposti lisätä ylimääräisiä laitteita.

AC 800M:n tehokkaat ohjausratkaisut ja ohjelmistossa uudelleen käytettävät kirjastot tekevät logiikan tekemisestä mukavan. Compact Control Builder-ohjelma tarjoaa suuren valikoiman tehokkaita ohjausratkaisuja AC 800M:lle. Ohjelmistonkirjastoissa olevat ”heti-valmiina-käyttöön” -toiminnot tietää tehokasta ohjelmointia. AC 800M:n tueksi löytyy Compact Products 800, joka on valikoima yksinkertaisia ja rahaa säästäviä ohjaus tuotteita. Kuvassa 25 on esimerkki tyypillisestä Compact Products 800 -asetuksista. (AC 800 M product guide)



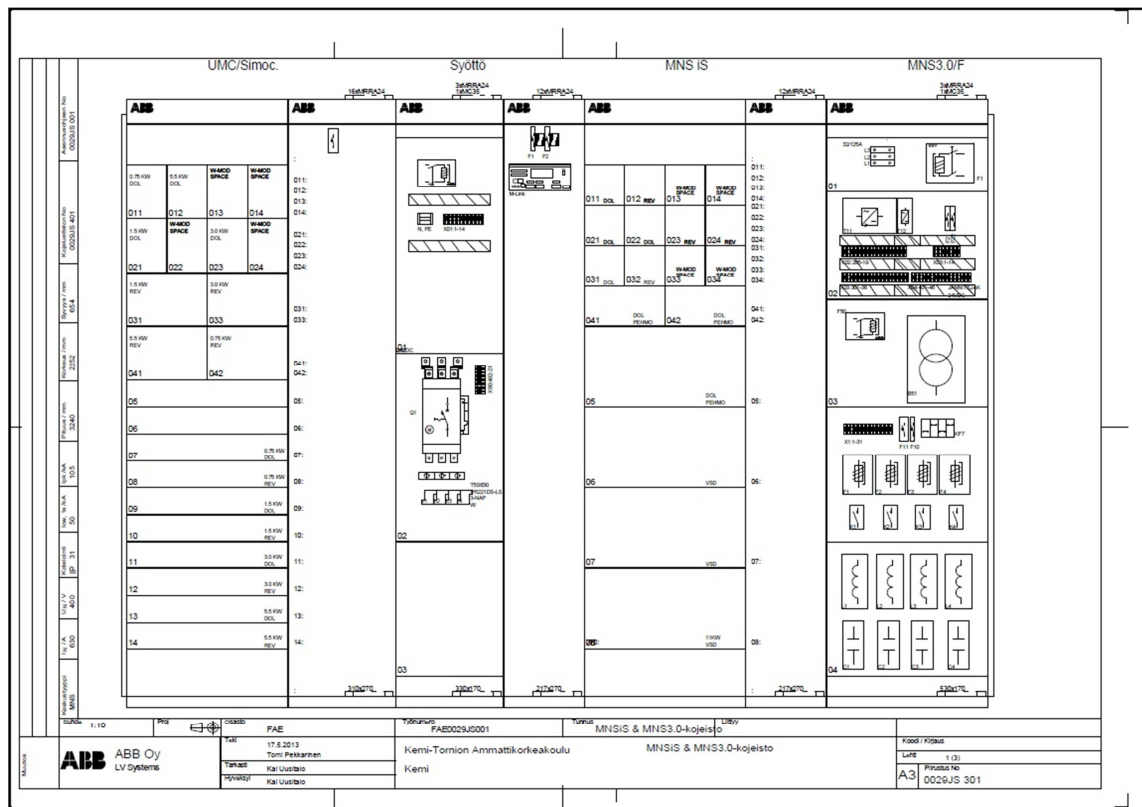
Kuva 25. Esimerkki Compact Products 800- asetuksista

## 6 ÄLYKKÄÄN MOOTTORIKESKUKSEN VÄYLÄOHJAUS

Työn tarkoituksena oli suunnitella, toteuttaa ja käyttöön ottaa AC 800M automaatiojärjestelmällä ja väyläohjauksella älykkään moottorikeskuslähdön UMC moottori. Työssä syntyneitä dokumentaatioita olisi tarkoitus käyttää myös opetus tarkoituksiin.

### 6.1 Alkutilanne

Moottorikeskus (Kuva 26.) oli asennettu, mutta ei käyttöön otettuna sähkövoimatekniikan laboratoriossa. AC 800M automaatiojärjestelmä sijaitsi etävalvomossa koulun campusalueella.



Kuva 26. Älykkään moottorikeskuksen Layout-kuva (Lapin AMK 2014)

Automaatiojärjestelmää ja siihen kuuluvia osia ei pystynyt heti siirtämään laboriotiloihin siellä olevan remontin ollessa vielä kesken, joten siirsin sen sähköyötilaan sen ollessa vapaana. Siellä pääsin tutustumaan AC 800M

automaatiojärjestelmän sielunelämään. Järjestelmä ei ollut entuudestaan tuttu, sillä siitä ei ollut yhtään opintokurssia opintojeni aikana, joten aloitin työn niin sanotusti nollista. Laitteiston siirsin ja asensin laboratorion tiloihin heti sen ollessa mahdollista.

## 6.2 Automaatiojärjestelmä

Automaatiojärjestelmään tutustumiseen ja siihen tarvittavan ohjausohjelman suunnitteluun käytin apuna ABB internetsivuilta löytyvää e-oppimismateriaalia ja vanhaa harjoitustehtävämateriaalia (Liite 1) sekä laitteiston mukana tullutta ohjeistuskansiota (Student Training Binder).

### 6.2.1 Serveri

Automaatiojärjestelmän serverinä toimi jo käytössä oleva serveri, johon ei minun tarvinnut tehdä muutoksia. Jos kuitenkin on tarvetta konfiguroida serverin IP-osoitteita, tein sitä varten ohjeistuksen (Liite 3).

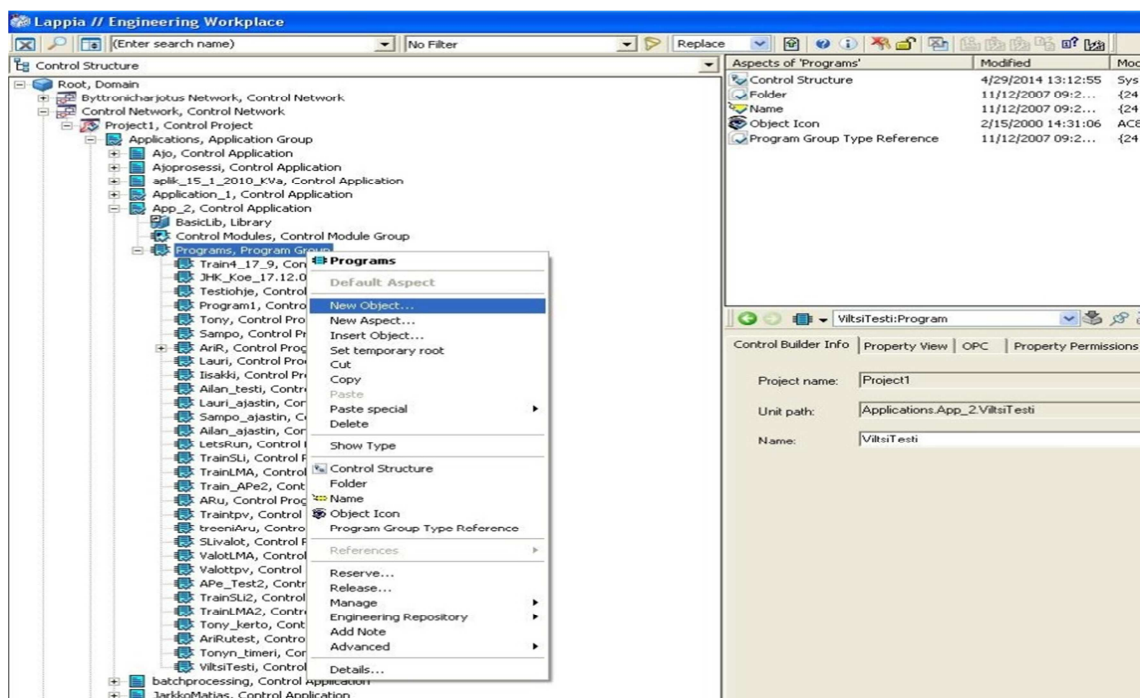
### 6.2.2 Uusi ohjelma

Uuden ohjelman luominen AC800M -automaatiojärjestelmällä tapahtuu Engineering Workplacen kautta. Avasin workplacen tietokoneen työpöydältä aukaisemalla My ePlant -ohjelman (Kuva 27).



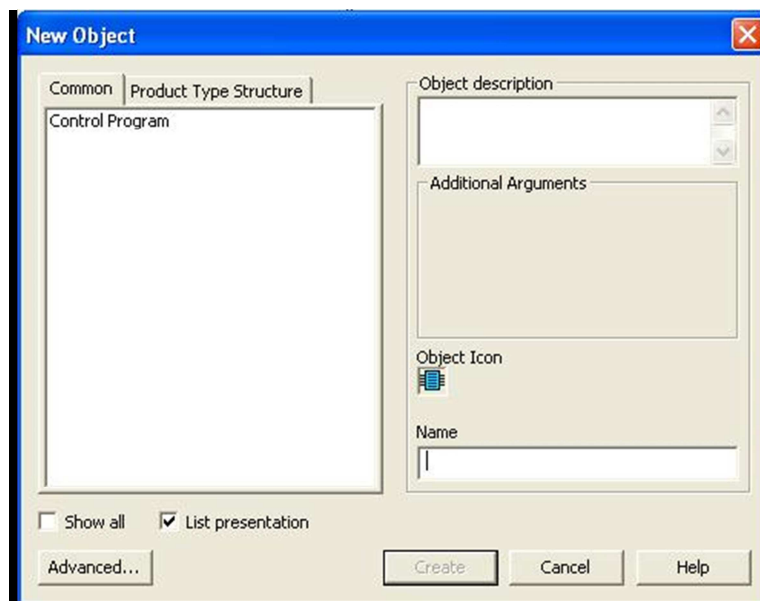
Kuva 27. My ePlant Engineering Workplace

Avattuani ohjelman hain sieltä Control Structure -osion. Control Structuren juuren (Root) alta löysin Control Networkin. Networkin alta etsin Project1 ja tämän alta Applications, Applications Groupin. Applicationista hain Control Application juuren, jonka alle halusin ohjelman tehdä ja loin sen App\_2, Control Application alle. Valitsemassani juuressa tulee esiin Programs, Program Group. Loin siihen uuden ohjelman klikkaamalla hiiren oikeaa painiketta ja valitsemalla sieltä uuden objektin (Kuva 28).



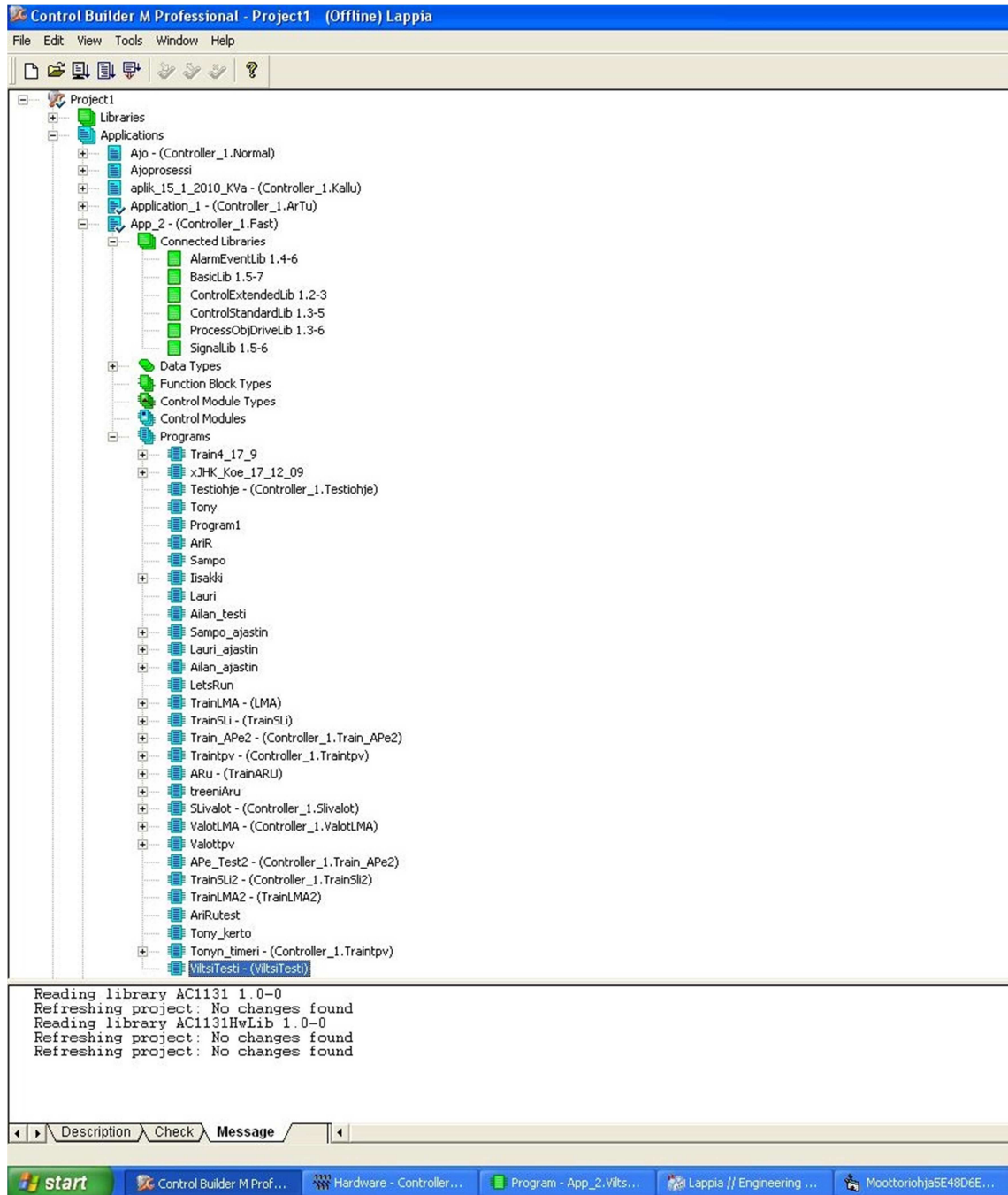
Kuva 28. Uuden ohjelman luominen

New Object ikkunassa (Kuva 29) annoin ohjelmalleni nimen ja loin sen.



Kuva 29. Objektin nimeäminen ja luonti

Luotuani ohjelmani aukesi Control Builder M (Kuva 30). Hain ja avasin sieltä oman ohjelmani, jossa pääsin tekemään ohjelmaani logiikan.



Kuva 30. Control Builder M

Omaan yksinkertaiseen moottorinohjaukseen tarvitsin käynnistys- ja pysäytyskomennot ja moottorin tilatiedon.

Avattuani ohjelmani eteeni aukesi muuttujataulukko ja ohjelmakoodivälilehti. Muuttujataulukkoon lisäsin tarvitsemani muuttujat, niiden tyyppin ja

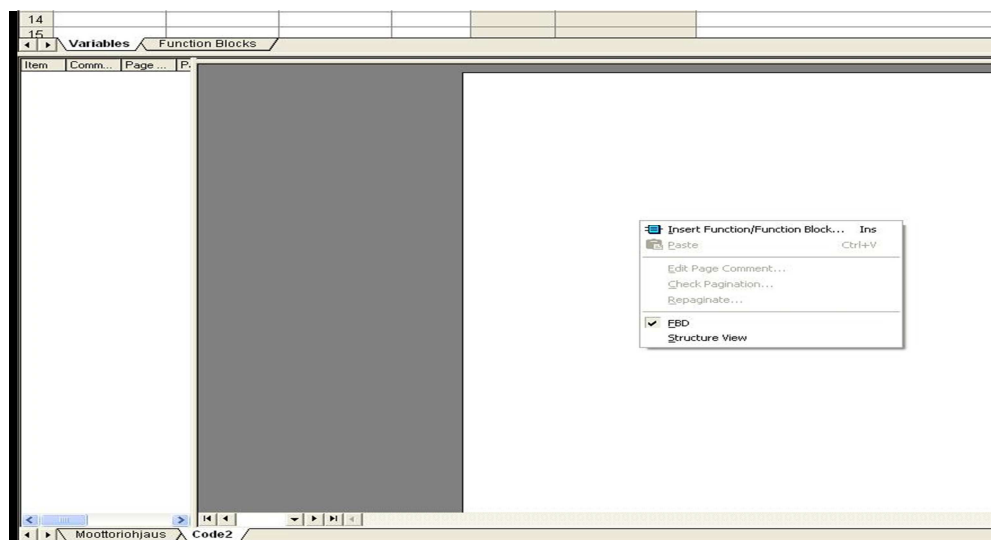


ominaisuuden. Muuttujat nimesin Startiksi, Stopiksi ja M1:ksi (Kuva 31). Tässä tapauksessa kaikkien tyyppiä tuli boolean, sillä tarvitsin vain bittitiedon näistä ja ominaisuudeksi retain, sillä halusin niiden muistavan jo kerran antamani tilatiedon.

	Name	Data Type	Attributes	Initial Value	I/O Address	Access Variables	Description
1	Start	bool	retain		Controller_1.		
2	Stop	bool	retain		Controller_1.		
3	M1	bool	retain		Controller_1.		
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

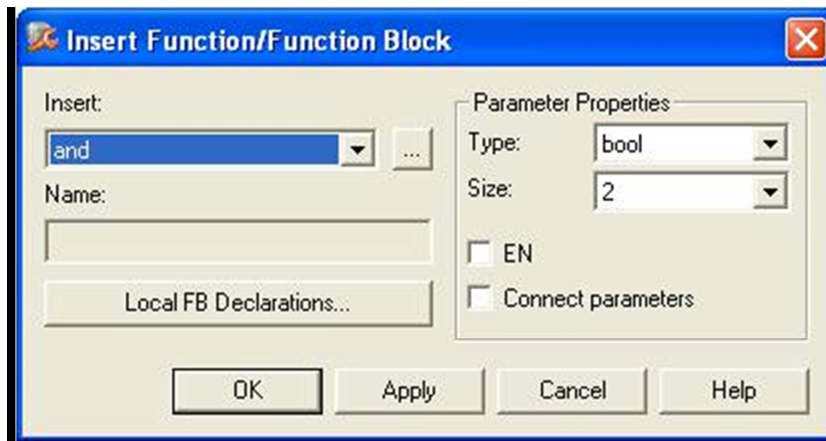
Kuva 31. Muuttujataulukko

Muuttujataulukon alla on ohjelmakoodivälilehti, johon rakensin ohjelman logiikka. Lisäsin function painamalla hiiren oikeaa näppäintä tyhjällä sivulla ja valitsin Insert Function/Function Block (Kuva 32).



Kuva 32. Function lisääminen

Avautuneesta functio ikkunasta (Kuva 33) valitsin haluamani tyytin ja siinä samalla muokkasin sen parametrejä. Seuraavan function lisäsin painamalla jo lisäämäni function päällä hiiren oikeaa näppäintä ja tässä vaiheessa ohjelma kysyi haluanko lisätä sen jo lisäämäni function eteen vai taakse.



Kuva 33. Function valintaikkuna

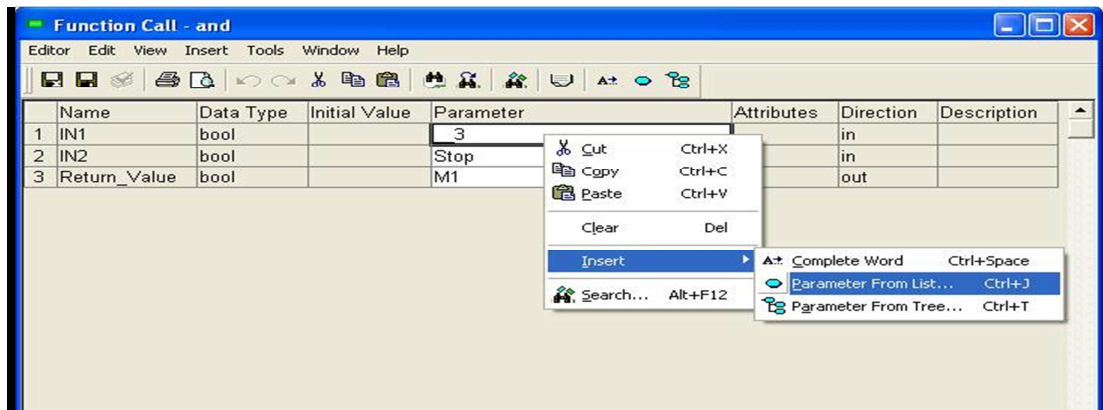
Lisättyäni haluamani määrän ja tyytin functiopalikoita, aloin kiinnittämään niitä ja luomiani parametrejä toisiinsa. Painamalla functiopalikan pinnistä hiiren oikealla näppäimellä aukaisin valikon, josta valitsin connect ja painoin Ctrl+J (Kuva 34). Tämä antoi listan mahdollisista parametreistä, joita voin liittää.



Kuva 34. Parametrien liittäminen Ctrl+J

Vaihtoehtoisesti voin liittää parametrejä pinneihin muokkaamalla palikan parametrejä klikkaamalla hiiren oikealla palikan päällä ja valitsemalla Edit

Parameter List, jolloin aukeaa kuvan 35 mukainen ikkuna, johon voin lisätä haluamani parametrit.



Kuva 35. Parametrien lisääminen

Jos haluan vain liittää palikan toiseen ilman parametrejä, niin valitsin haluamani pinnan ja sen pinnan päällä, johon haluaisin liitoksen menevän, painan hiiren oikeaa ja sieltä valitsen liitä viimeksi valittuun. Sitä mahdollisuutta varten, että logiikan tekeminen ei mahtuisi yhdelle välilehdelle, tein ohjeistuksen uusien välilehtien lisäämiselle liitteeseen 4.

Kuvassa 36 on tekemäni malliesimerkki yksinkertaisesta moottoriohjauksen pitopiiristä, jossa on käytin yhtä and- (ja) ja yhtä or- (tai) porttia. Piirissä or-porttiin tulee tiedot startista ja moottorin käyntitiedosta. Jommankumman näistä tiedoista tulee olla aktiivisia, jotta moottori käynnistyy tai pysyy käynnissä. And-porttiin tulee tiedot or-portista ja stop-komennosta. Stop-signaalin laitoin käänteiseksi, jotta se ei estäisi moottorin käynnistymistä ja käynnissä oloa.

Program - App\_2.ViltsiTesti\*

Editor Edit View Insert Tools Window Help

Name	Data Type	Attributes	Initial Value	I/O Address	Access Variables	Description
1 Start	bool	retain		Controller_1.		
2 Stop	bool	retain		Controller_1.		
3 M1	bool	retain		Controller_1.		
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

Variables Function Blocks

Item	Comm...	Page...	P...
DR[...		1	
AN[...			

Start

Stop

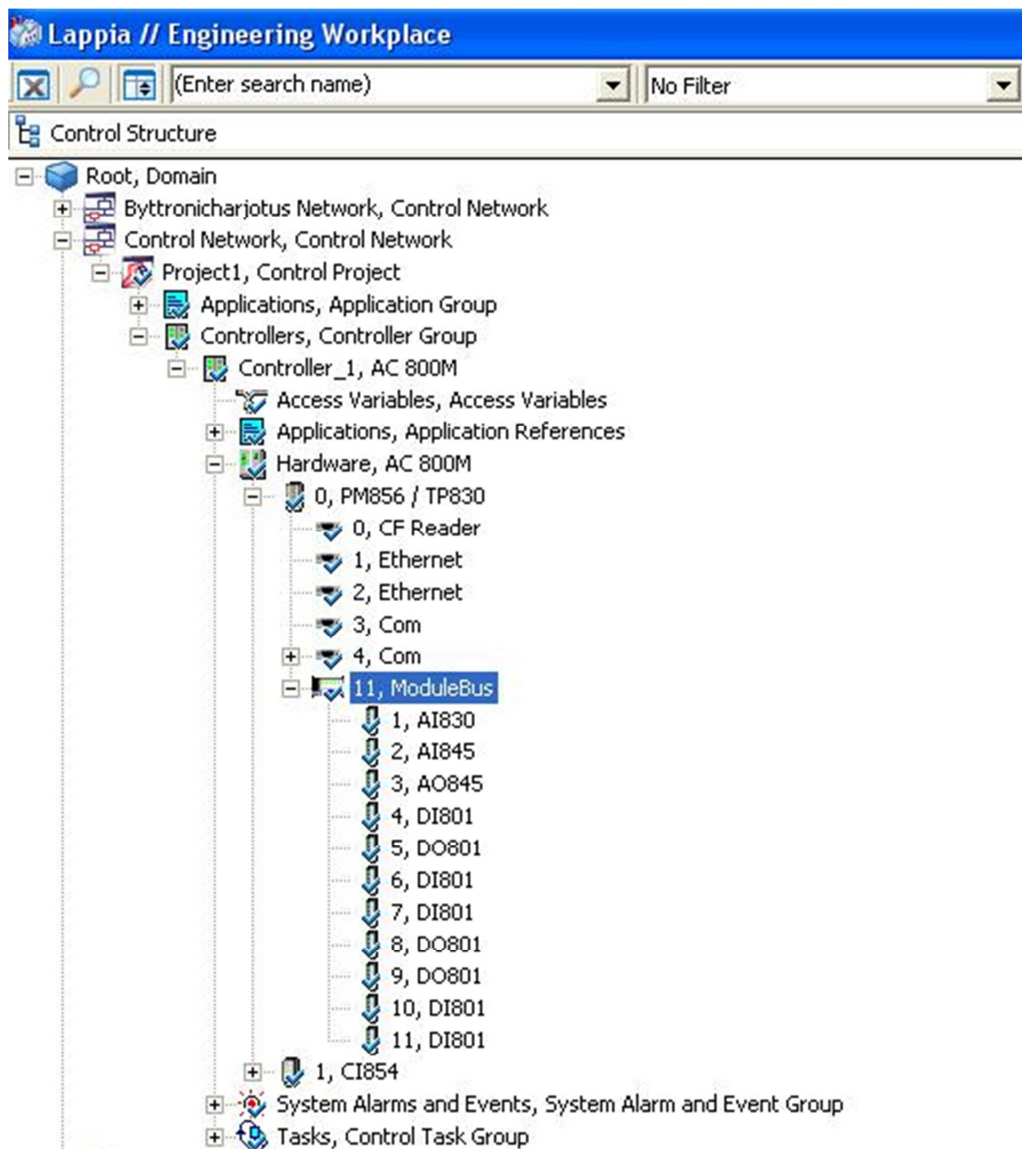
M1

Moottorinohjaus Code2

Kuva 36. Yksinkertainen pitopiiri

### 6.2.3 I/O-osoitteet

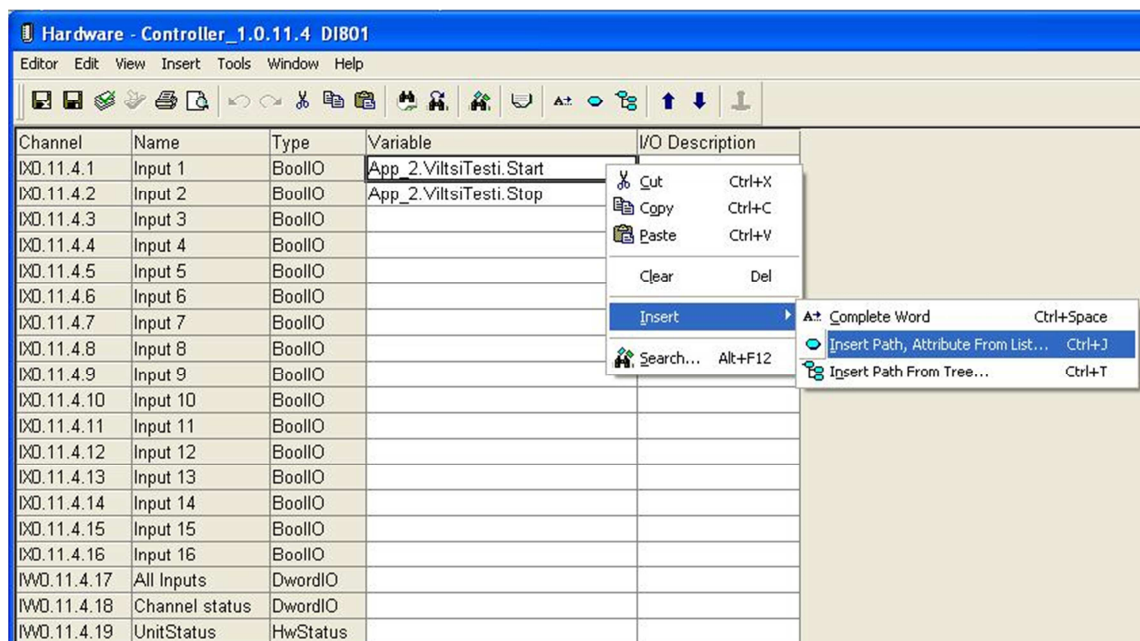
I/O-osoitteiden hakeminen ja yhdistäminen tekemiini muuttujiin tapahtui My ePlantin kautta. Avasin Engineering Workplacen ja hain Control Structuren ja sen juuresta etsin Hardware AC 800M:n ja sen alta 11ModuleBus:in, jonka alta löysin saatavilla olevat I/O-kortit (Kuva 37).



Kuva 37. I/O-kortit

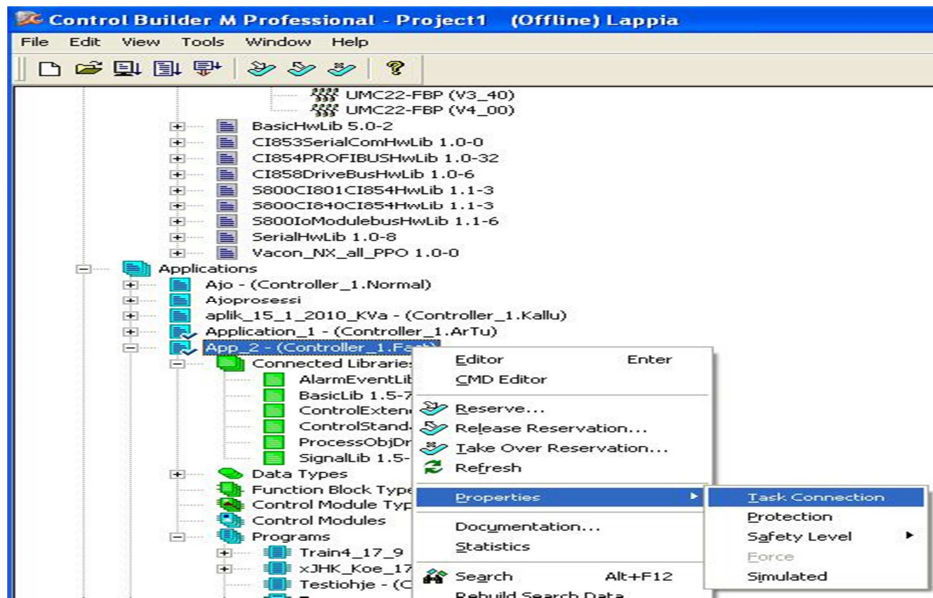
Valitsin haluamani kortin ja klikkasin sen päällä hiiren oikeaa näppäintä ja valitsin Hardware Editorin. Tästä aukesi kortin kanavalista, josta näin vapaat ja

varatut kanavat. Kanavan varaaminen haluamalleni muuttujalle tapahtui painamalla hiiren oikealla muuttuja sarakkeen kohdalla ja valitsemalla insert (Kuva 38). Tein tämän kaikille muuttujilleni. Yhdelle kanavalle mahtui vain yksi muuttuja, joten jos yritin laittaa muuttujaa jo varatulle kanavalle, pyyhkiytyi vanha muuttuja pois.



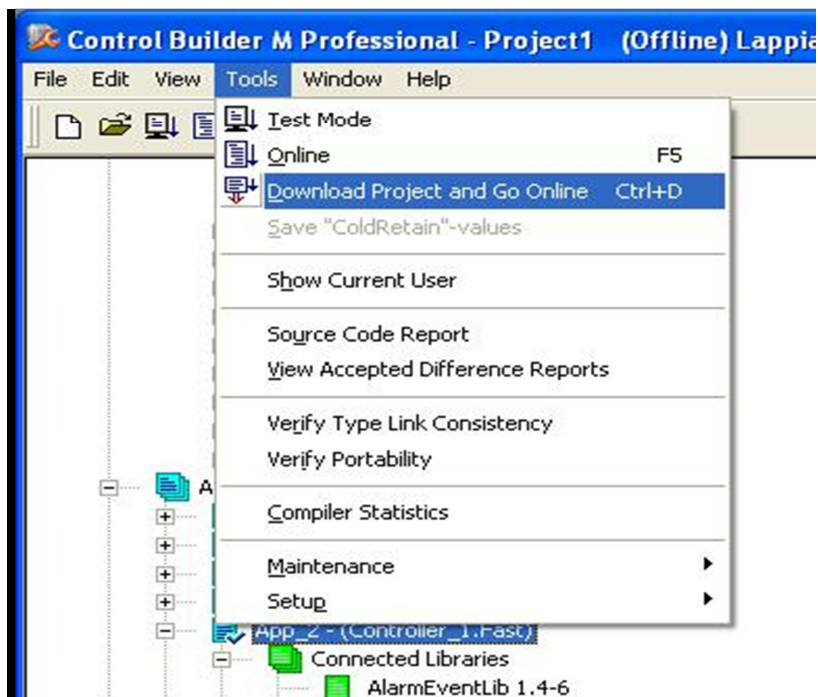
Kuva 38. I/O- kortin kanavalista

Kun olin linkittänyt kaikki muuttujani halutuille paikoille, varmistin vielä, että ohjelmani on liitettyä Taskiin (toimeksianto). Oli mahdollista, että se oli jo valmiiksi liitetty, mutta välttämättä samaa Taskia ei voi määrittää kahdelle ohjelmalle, joten tarvittaessa teen uuden. Taskin muodostaminen tapahtui Control Builder M:n kautta. Valitsin sieltä Application2 ja hiiren oikealla avautuvasta valikosta Properties ja sieltä Task Connection (Kuva 39). Alasvetovalikosta valitsin Controller1.Fast, joka antaa normaalin tehtävän suoritusajan.



Kuva 39. Taskin määrittäminen

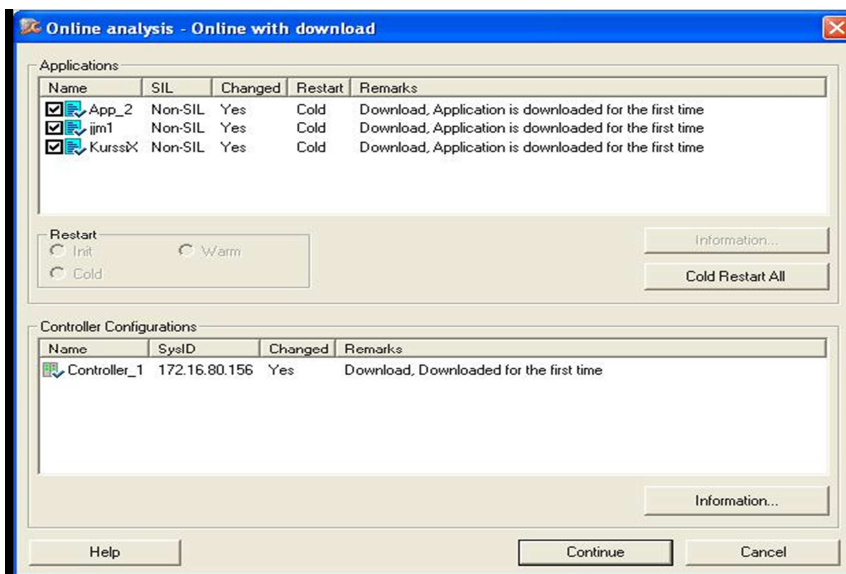
Nyt olen siinä vaiheessa, että voin ladata ohjelman ja testata sitä automaatiojärjestelmässä. Tämä tapahtui Control Builder M:n kautta (Kuva 40). Valitsin se aplikaation, jonka alla ohjelmani on ja sen jälkeen aukaisen Tools-valikon ja sieltä valitsen Download Project and Go Online.



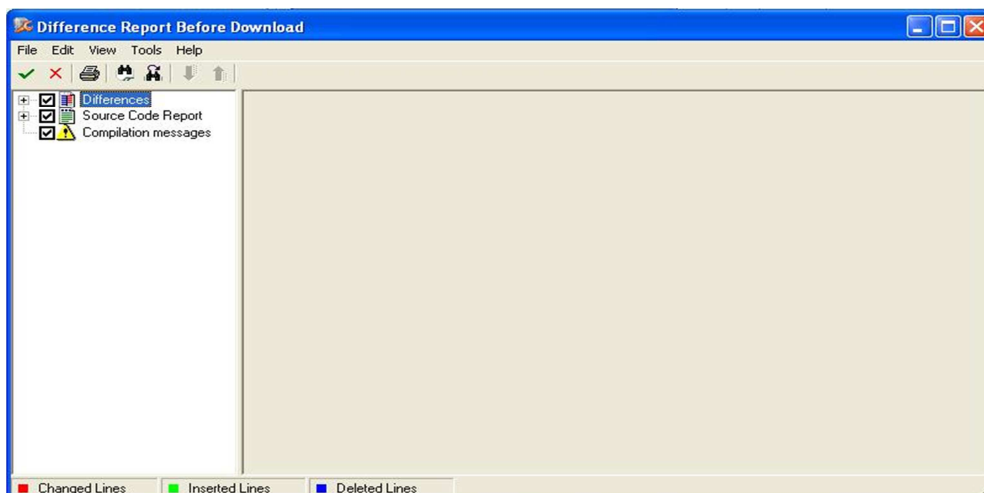
Kuva 40. Ohjelman lataaminen ja onlineen meneminen

Latausprosessin aikana ohjelma ilmoittaa mahdollisista virheistä, jotka tulee korjata, jotta pääsen eteenpäin.

Ensimmäisenä aukeaa Online Analysis ikkuna, josta valitsin aplikaation ladattavaksi (Kuva 41). Tämän jälkeen aukeaa Difference Report, josta valitsen halutut raportit ja painan vihreää hyväksy nappia yläpalkissa (Kuva 42).



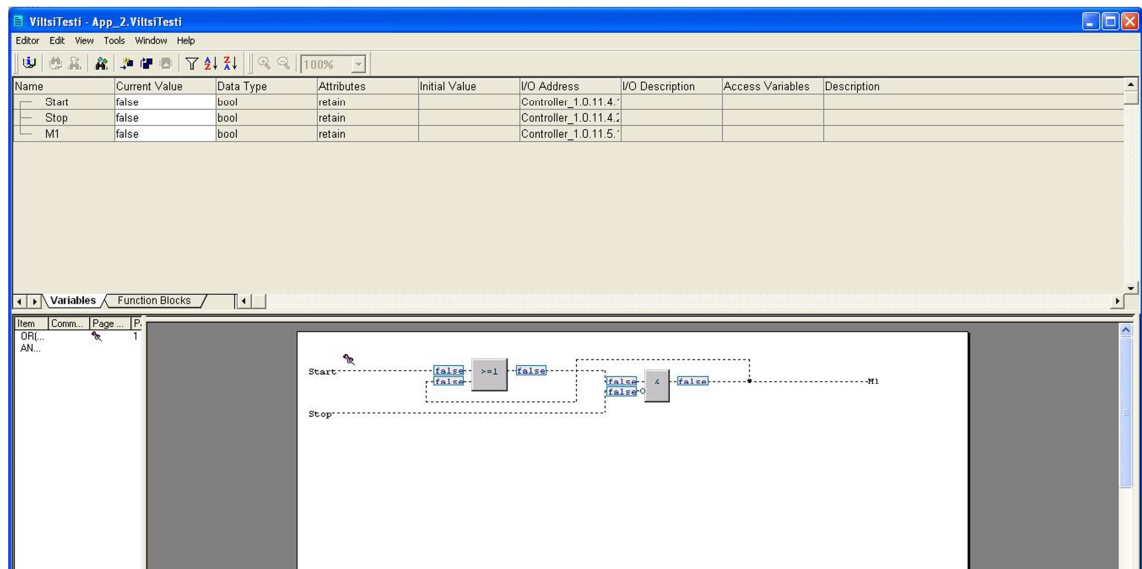
Kuva 41. Online analysis



Kuva 42. Difference report

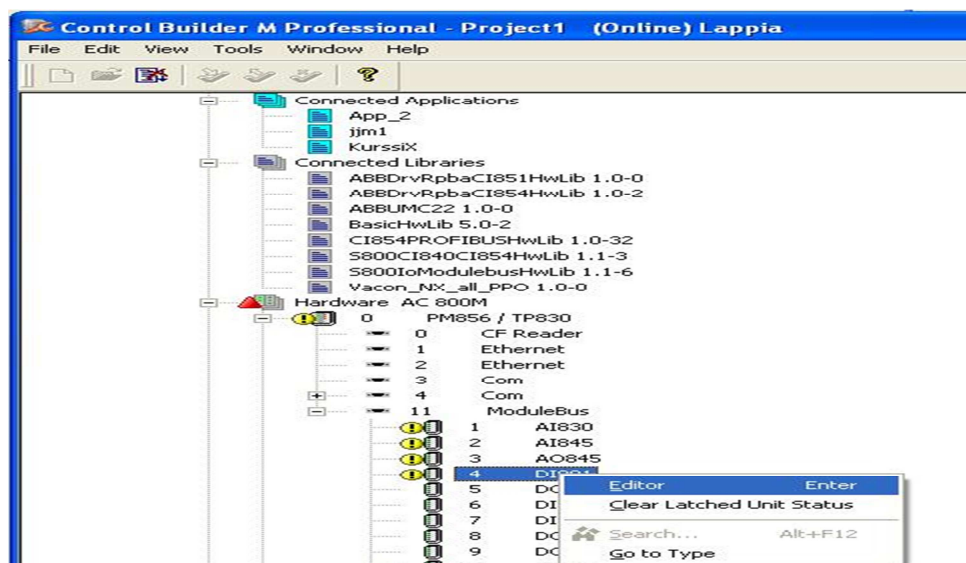


Kun tämä prosessi menee ilman virheitä läpi, saan ohjelmani auki online moodissa, jossa pääsen ohjaamaan logiikkaani. Online-moodi näyttää kuvan 43 mukaiselta. Siinä pystyn muuttamaan muuttujieni arvoja.



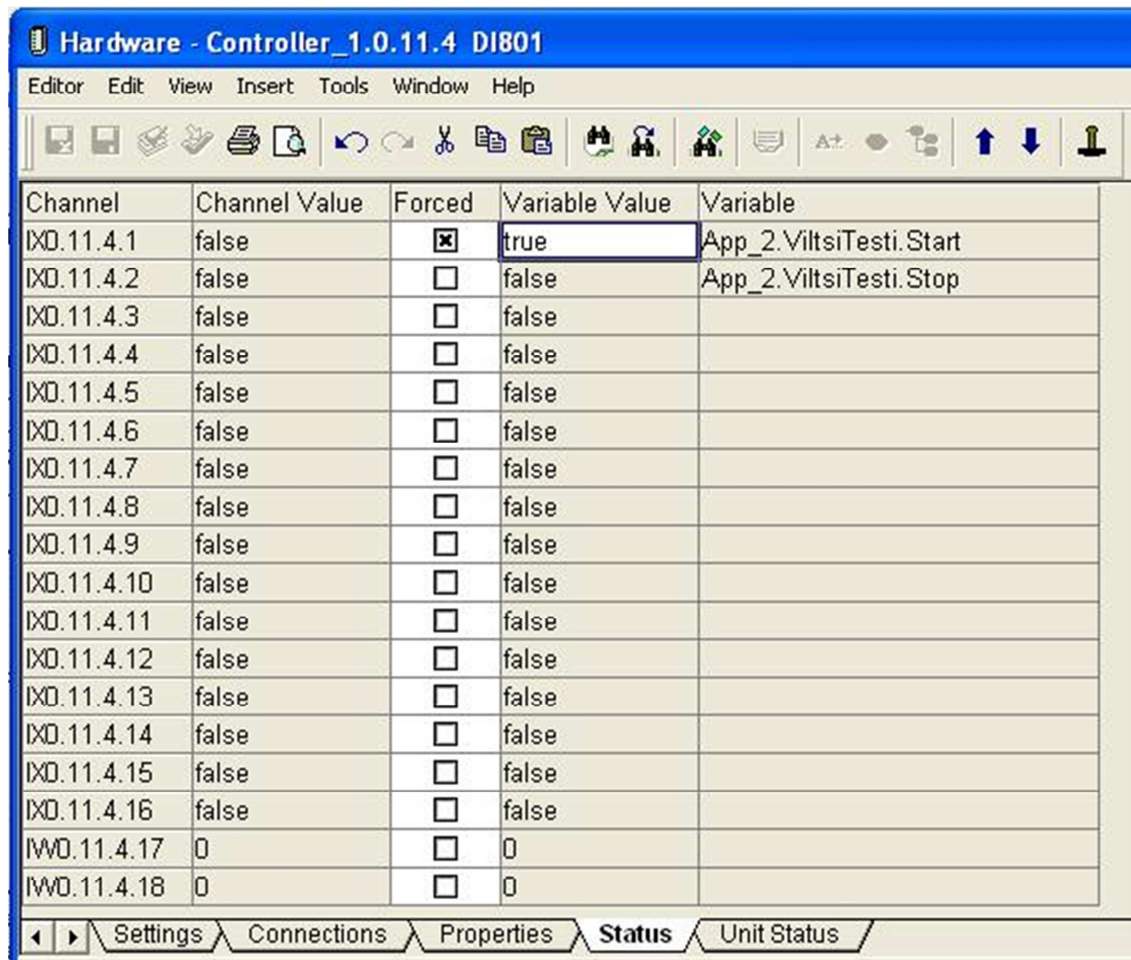
Kuva 43. Online mode

On myös mahdollista, että joudun pakottamaan joitain arvoja päälle ja se tapahtui menemällä Control Builder M:n hardware AC 800M osioon (Kuva 44) ja hakemalla sen kortin, jossa muuttuja sijaitsee ja aukaisemalla sen editorin.



Kuva 44. I/O- korttieditorin hakeminen

Avattuani editorin valitsin Status-välilehden (Kuva 45). Status-välilehdellä pystyn antamaan I/O-kortille käskyjä pakottamalla haluamani signaalin päälle.

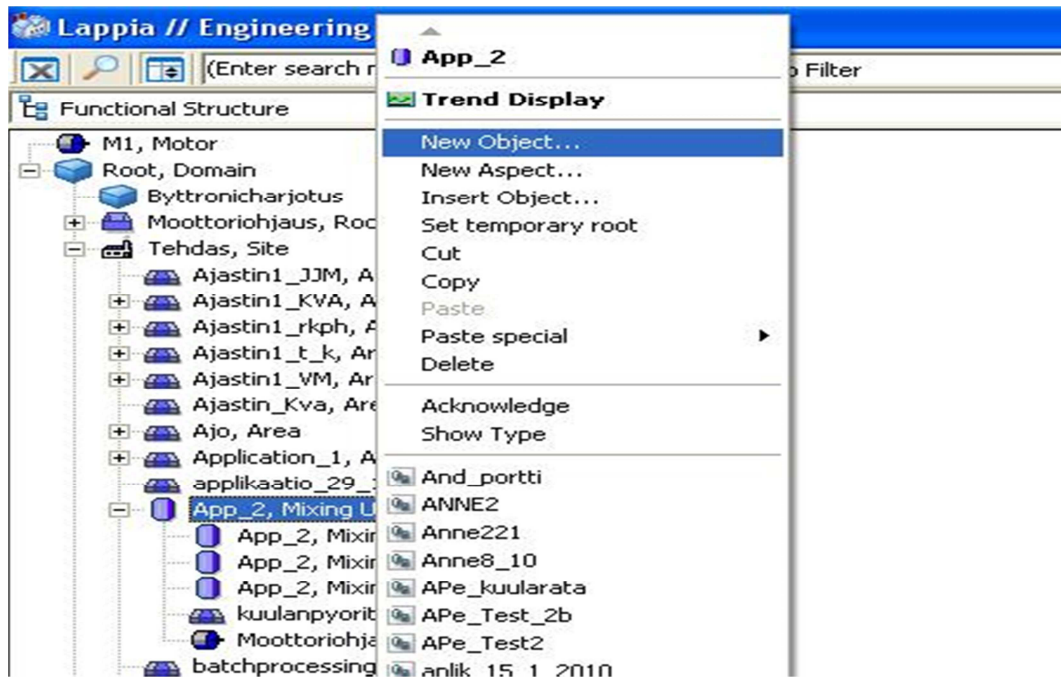


Kuva 45. Signaalin pakottaminen

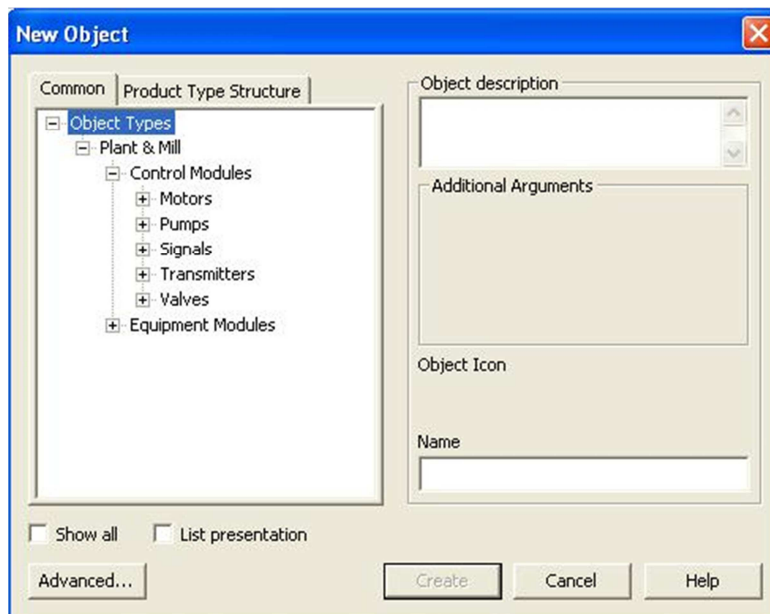
#### 6.2.4 HMI

HMI (Human-Machine Interface) on ihmisen ja ohjelmoitavan logiikan välissä oleva käyttöliittymä. Tämän luominen onnistui AC 800M:llä käyttäen apuna Microsoft Visual Basic ohjelmaa.

Ensiksi loin Engineering Workplacen Functional Structuren juuren alle uuden objektin (Kuva 46). Avautuvasta New Object -ikkunasta valitsin objektin tyyppin ja nimesin sen (Kuva 47).

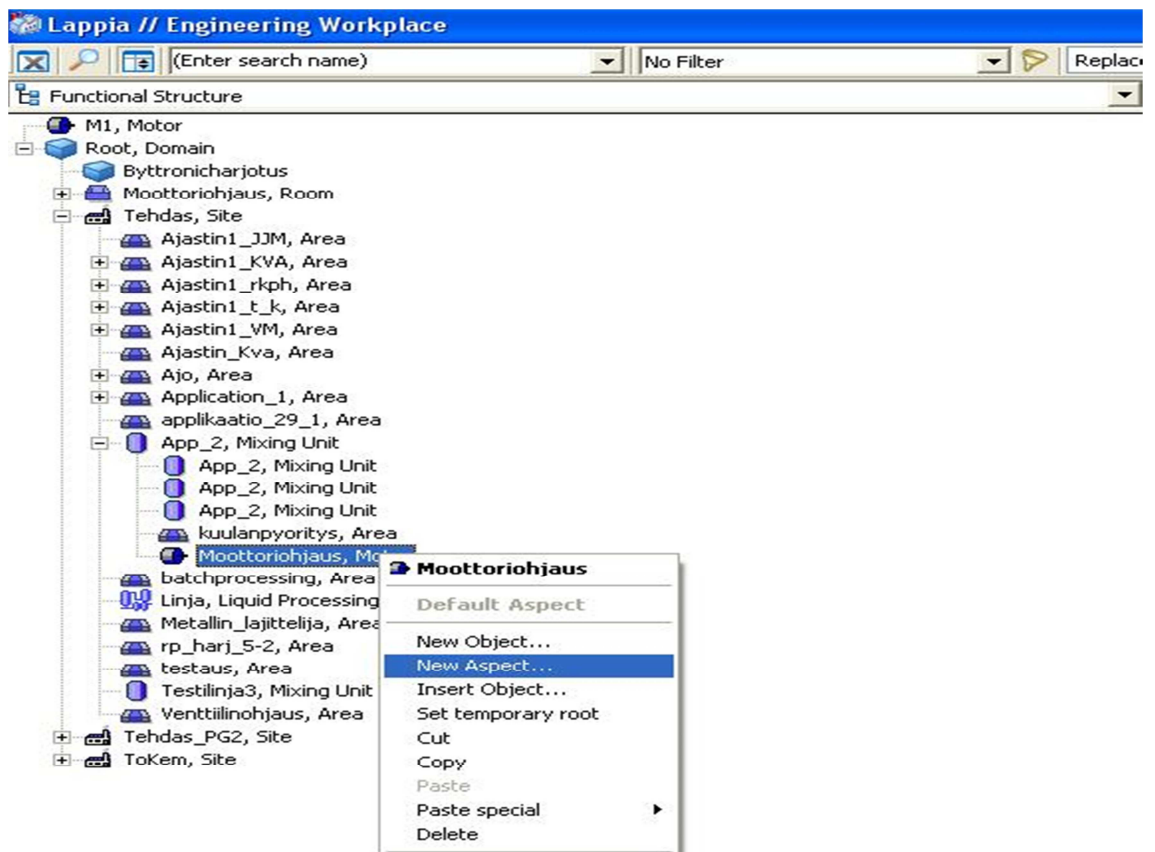


Kuva 46. Uusi objekti

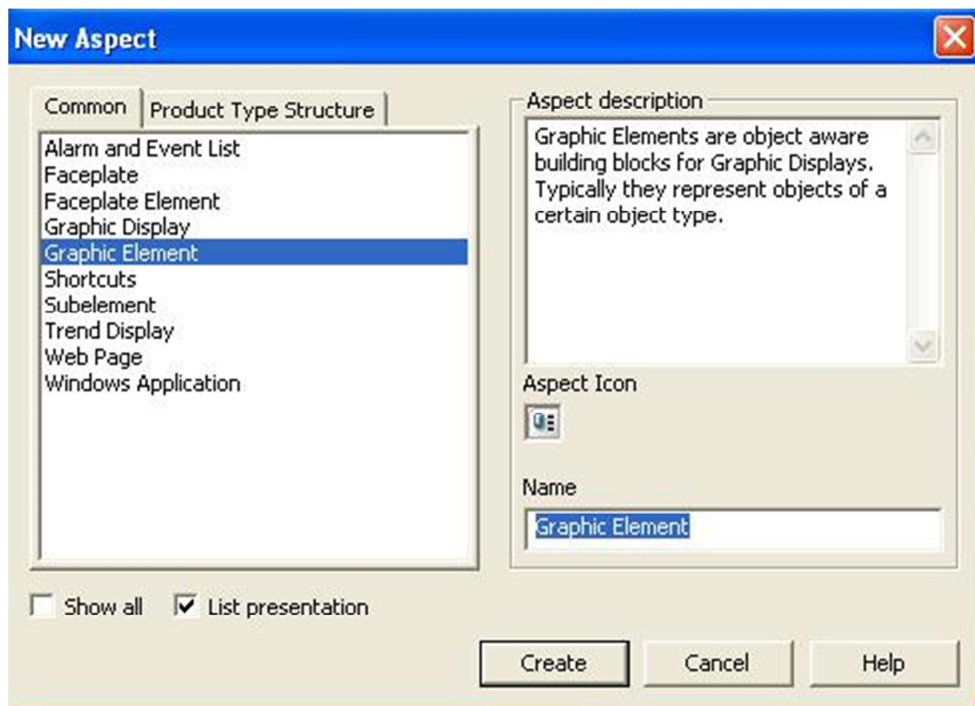


Kuva 47. Objektin tyyppin valinta ja nimeäminen

Valitsin omaan työhöni moottorin ja nimesin sen moottorihjaukseksi. Seuraavaksi loin tekemääni objektiin uuden aspektin valitsemalla objektini ja painamalla hiiren oikeaa ja New Aspect (kuva 48). Aspektilla lisään työhöni uusia ominaisuuksia ja tarkoituksenani olisi luoda graaffinen käyttöliittymä. New Aspect -ikkunasta (Kuva 49) valitsen Graphic Elementin ja nimeän sen.

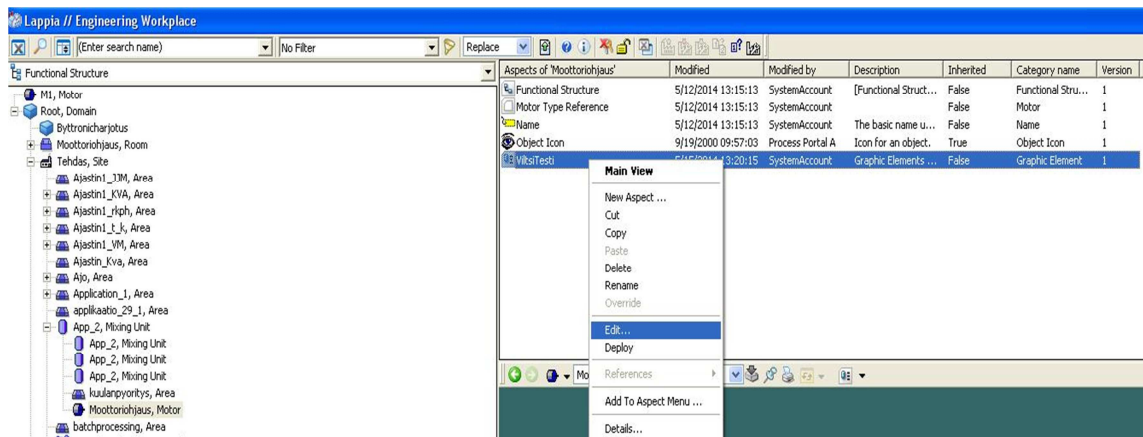


Kuva 48. Uusi Aspekti



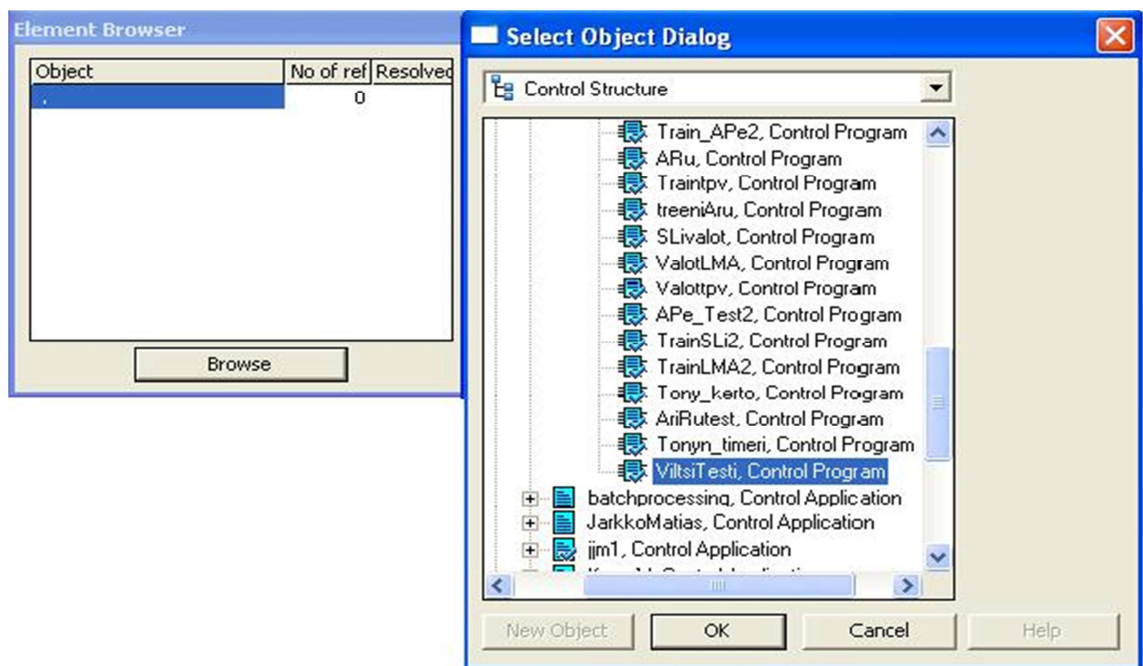
Kuva 49. Aspektin valinta ja nimeäminen

Microsoft Visual Basic ohjelman saan auki luomani objektin aspekti listasta valitsemalla tekemäni graafisen elementin (Kuva 50) ja hiiren oikealla aukaise valikko ja sieltä Edit.



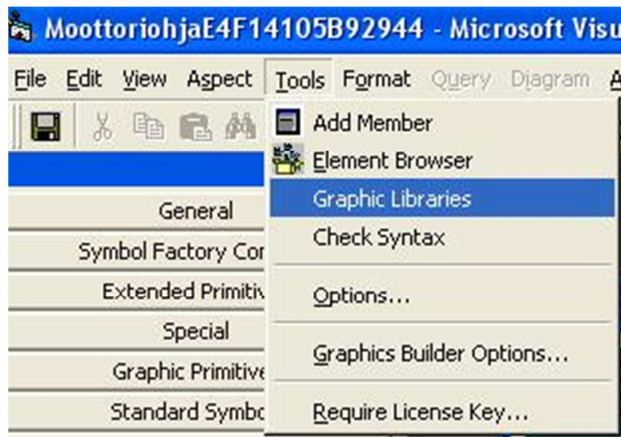
Kuva 50. Aspekttilista

Visual Basicin auettua siirtelin siinä auenneet ikkunat toistensa päältä pois ja valitsin ikkunan nimeltä Element Browser. Painoin ikkunan Browse painiketta. Valitsin auenneen ikkunan alasvetovalikosta (Kuva 51) Control Structuren ja hain sieltä oman ohjelmani. Valitsin sen ja painoin ok.

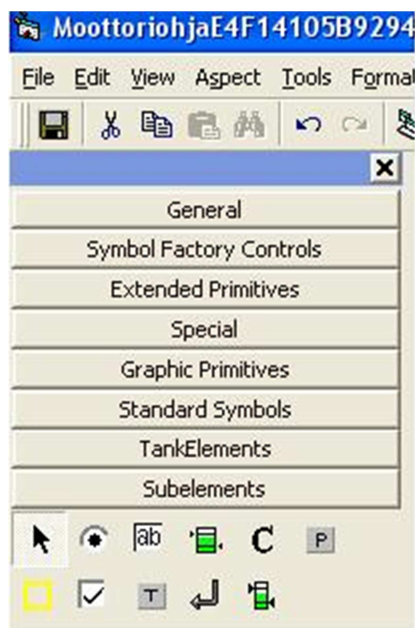


Kuva 51. Ohjelman liittäminen Microsoft Visual Basicin

Lisättyäni oman ohjelmani Element Browseriin lisäsin symboli kirjastot. Menin yläpalkin Tool-osioon ja sieltä Graphic Libraries (Kuva 52) ja lisäsin sieltä kirjastot tarpeen mukaan. Tämä aukaisi vasemmassa laidassa sijaitsevaan symboli- ja elementtitaulukkoon (Kuva 53) lisää symboleita ja elementtejä.

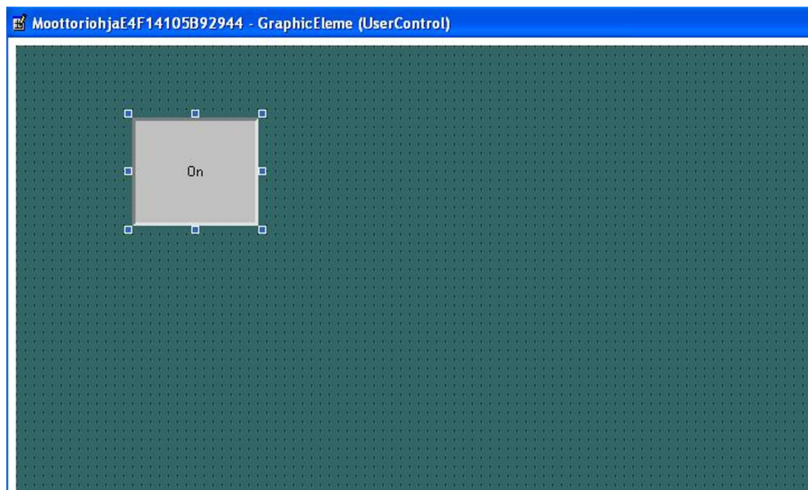


Kuva 52. Symbolikirjastojen lisääminen



Kuva 53. Symboli- ja elementtitaulukko

Hain taulukosta tarvitsemiä elementtejä ja symboleita ja lisäsin niitä kuvan 54 piirtoalustalle valitsemalla haluamani elementin tai symbolin ja painamalla hiiren vasenta nappia pohjaan alustan päällä ja ”maalaamalla” sopivan kokoisen alueen. Elementin kokoa voin muokata myös jälkikäteen.



Kuva 54. Visual Basic piirtoalusta

Klikkaamalla elementtiä aukesi oikeaan laitaan sen ominaisuustaulukko (Kuva 55). Tähän taulukkoon voin muokata elementin ominaisuuksia. Joillekin elementeille sain auki lisäominaisuuksia painamalla hiiren oikealla elementin päällä ja valitsemalla Properties.

Elementin ja ohjelmani muuttujan tai ominaisuuden liittäminen toisiinsa tapahtui kuvan 55 taulukon SetProperty kohdasta. Valitsemalla kyseisen kohdan ja klikkaamalla sen sarakkeen perään ilmestyvää kolmen pisteen painiketta, sain auki Property Pages nimisen ikkunan (Kuva 56). Valitsin sen objekti osiosta oman ohjelmani ja sen viereen avautuvasta hakemistosta haluamani ohjelmani muuttujan tai ominaisuuden ja painan ok.

Properties - ToggleButton1	
ToggleButton1 ToggleButton	
Alphabetic   Categorized	
(Name)	ToggleButton1
Action	0 - SystemDefault
AppError	0 - Good
CausesValidation	True
DisableColor	■ &H00808080&
DragIcon	(None)
DragMode	0 - vbManual
EnableInput	True
FillColor	■ &H00C0C0C0&
Font	MS Sans Serif
FrameColor	■ &H00DFDFDF&
FrameColor2	■ &H007F7F7F&
FrameWidth	3
Height	1455
HelpContextID	0
Index	
Left	1560
OpStatus	192
ResetCaption	Off
ResetProperty	
ResetValue	False
SetCaption	On
SetProperty	
SetValue	True
TabIndex	0
TabStop	True
Tag	
TextColor	■ &H00000000&
ToolTipText	
Top	960
Visible	True
WhatsThisHelpID	0
Width	1695

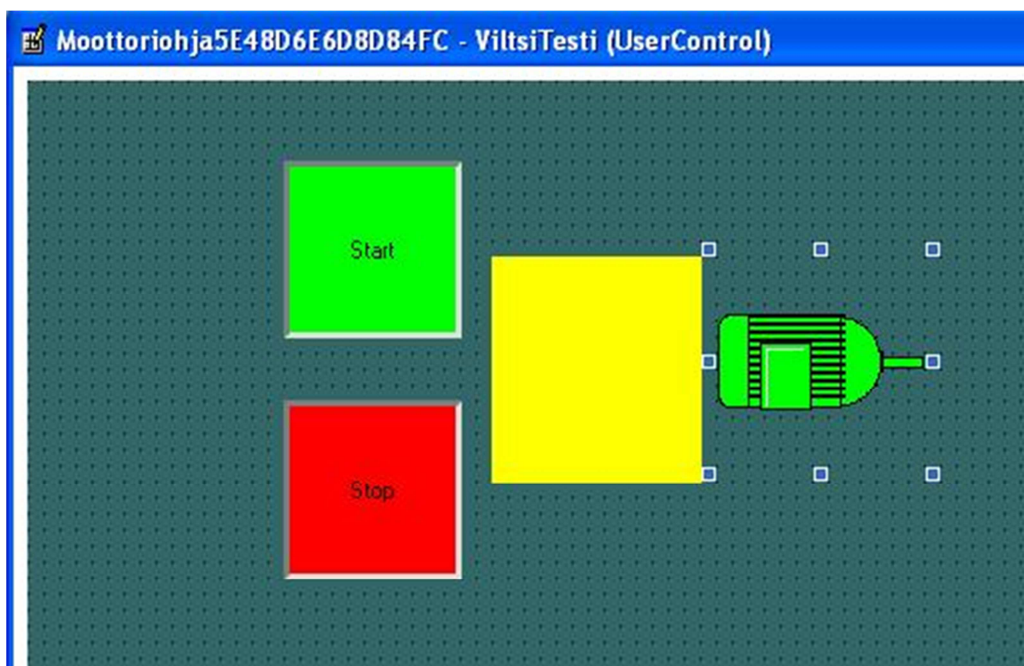
Kuva 55. Elementin ominaisuustaulukko

HelpContextID	0
Index	
Left	1560
OpStatus	192
ResetCaption	Off
ResetProperty	
ResetValue	False
SetCaption	On
SetProperty	
SetValue	True
TabIndex	0
TabStop	True
Tag	
TextColor	■ &H00000000&
ToolTipText	
Top	960
Visible	True
WhatsThisHelpID	0
Width	1695

Kuva 56. Property Pages

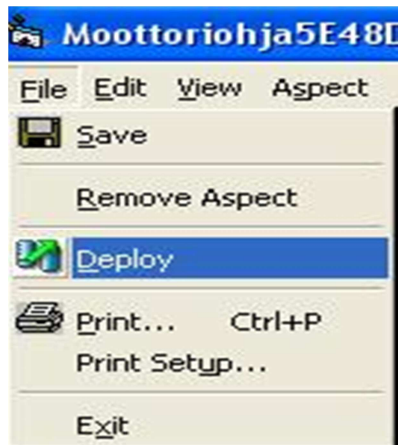


Omaan ohjelmaani (Kuva 57) tein kaksi painonappia, joista toisen liitin ohjelmani start komenttoon ja toisen stop komenttoon. Lisäksi annoin niille omat värit. Lisäsin alueen, jonka yhdistin moottorin käyntitietoon ja se ilmoittaa moottorin eri tilat eri värein toimien merkkivalona. Käynnissä oleva moottori muuttaa alueen vihreäksi. Seis-käsä muuttaa alueen punaiseksi. Moottorin ollessa lepotilassa on alue väritön. Lisäksi lisäsin moottorin kuvan, joka vilkkuu vihreänä moottorin ollessa käynnissä, mutta muuten väritys pysyy samassa linjassa merkkivalon kanssa.



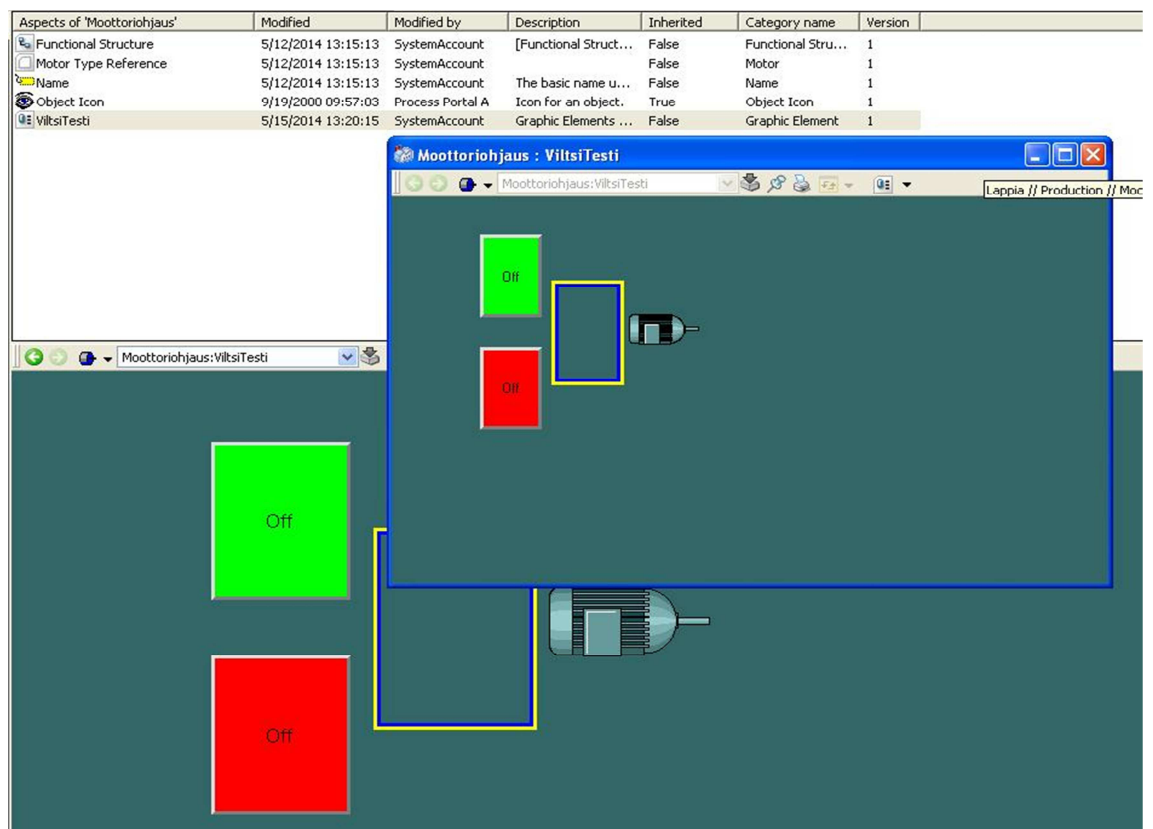
Kuva 57. Oman ohjelman elementit

Pääsin kokeilemaan ohjelmaani tallentamisen jälkeen menemällä yläpalkissa (Kuva 58) File-valikkoon ja sieltä valitsin Deploy.



Kuva 58. Deploy

Voin aukaista tekemäni käyttöliittymän myös kaksoisklikkaamalla aspektiani ja näytölleni aukeaa valmistamani käyttöliittymä (Kuva 59).



Kuva 59. Valmis käyttöliittymä

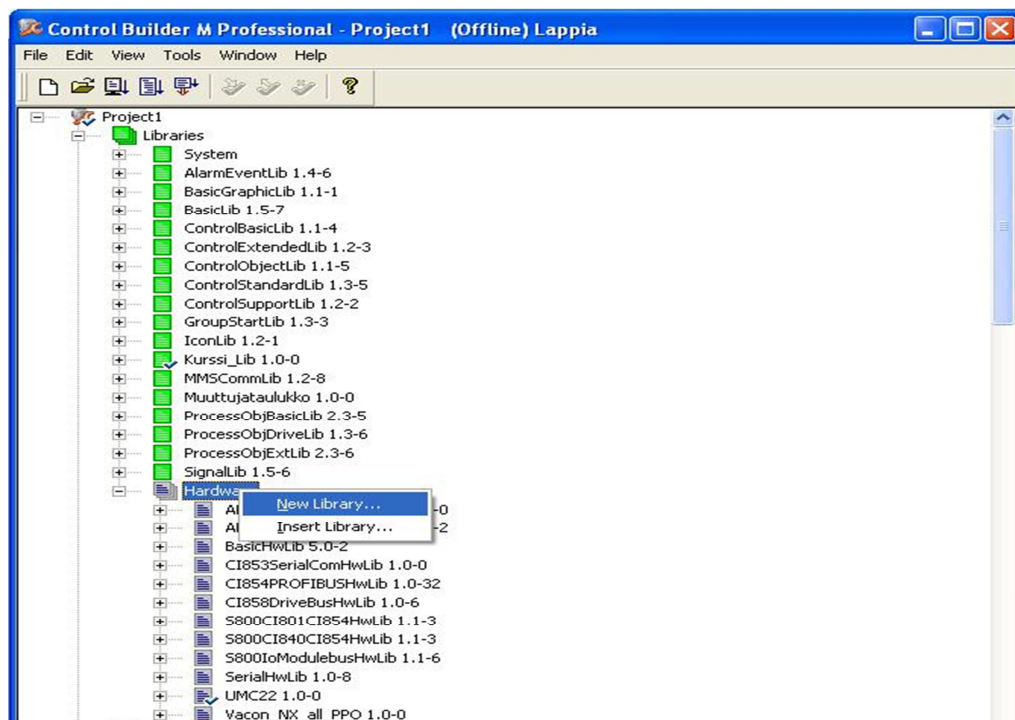
### 6.3 Väyläohjaus

Väyläohjauksessa käytettiin Profibus väyläkaapelia. Kaapeli liitettiin automaatiojärjestelmän A-porttiin ja älykkään moottorikeskuksen Repeater1-porttiin. Kaapelin asennettua on hyvä muistaa, että sen päätevastukset ovat oikeassa asennossa.

#### 6.3.1 Ohjattavan laitteen liittäminen

Ohjatakseni haluamaani laitetta, tarvitsen sen GSD- (General Station Description) tiedoston. Tiedosto sisältää tiedon siitä, mitä laitteella voidaan tehdä ja mihin se pystyy. Tiedosto tulee yleensä laitteen mukana, mutta sen saa myös laitteen valmistajan kotisivuilta.

Liittääkseni laitteen tulee minun lisätä Control Builder M:n projektin kirjastojuuressa olevaan Hardware osioon laitteelle kirjasto. Valitsen Hardwaren hiiren oikealla ja valitsen sieltä New Libraryn (Kuva 60) ja annan kirjastolleni nimen.



Kuva 60. Uusi kirjasto

Avaan kirjastoni juuren ja valitsen Hardwaren hiiren oikealla ja sieltä Insert/Replace Hardware Type(s) (Kuva 61). Tämän jälkeen hain ja valitsin laitteeni gsd-tiedoston.



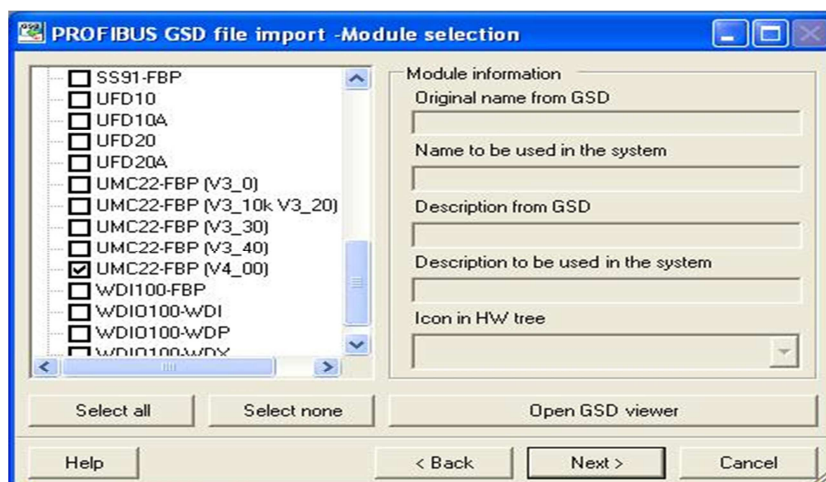
Kuva 61. Laitteen liittäminen

Valittuani laitteen gsd- tiedoston, aukeaa Device Import Wizard ohjelma (Kuva 62). Device Import Wizard -ohjelmaan pääsen käsiksi myös myöhemmin, jos tarve sitä vaatii, valitsemalla kirjastoni hiiren oikealla ja sieltä Properties ja Files. Valitsen laitteeni gsd-tiedoston ja painan Wizard.



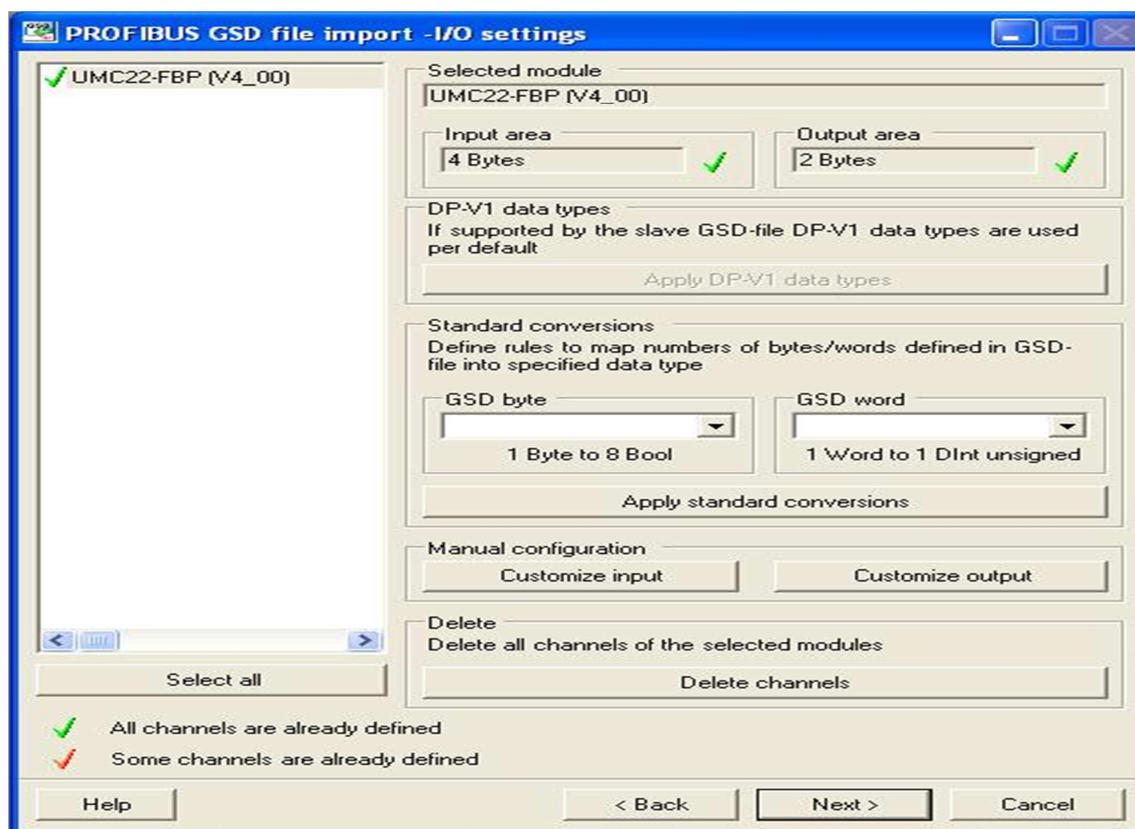
Kuva 62. Device Import Wizard

Moduulin valinnassa (Kuva 63) valitsen tarvittavat moduulit. Muista tarkistaa versionumerot.



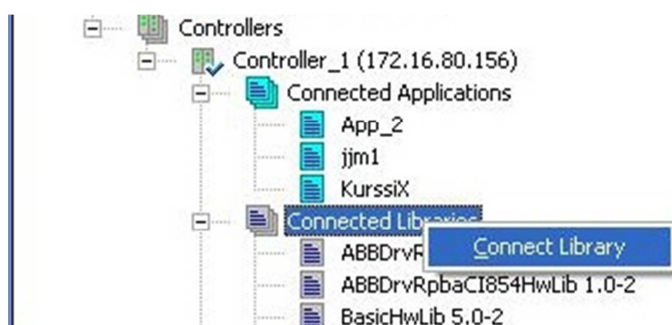
Kuva 63. Moduulin valinta

Modulin I/O- astuksissa (Kuva 64) on tärkeä muistaa asettaa tarvittavat bitti- ja sanatiedot Standard Conversions osiossa. Valitsen Gsd-word ja -byte alasvetovalikoista tarvittavat asetukset ja painan Apply Standard Conversions.



Kuva 64. I/O-asetukset

Käytyäni Wizardin läpi, liitän kirjastoni Controllerin kirjastoihin Control Builder M:ssä (Kuva 65).



Kuva 65. Kirjaston liittäminen ohjauksiin

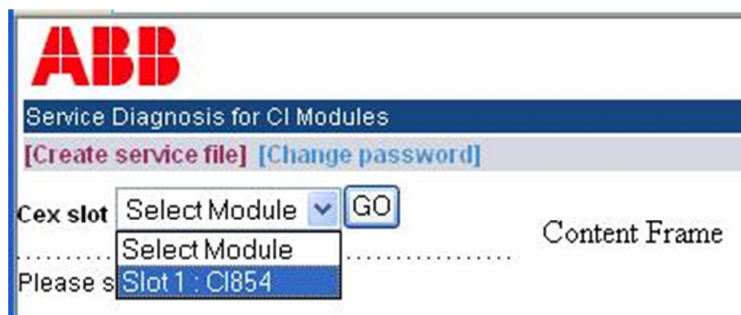
### 6.3.2 AC 800M Webserver

Webserverin kautta pystyn seuraamaan väylässä olevia laitteita. Aukaisen nettiselaimen ja kirjoitan osoitesarakkeeseen serverin IP-osoiteen. Valitsen käyttäjä tason ja kirjaudun sisään (Kuva 66).



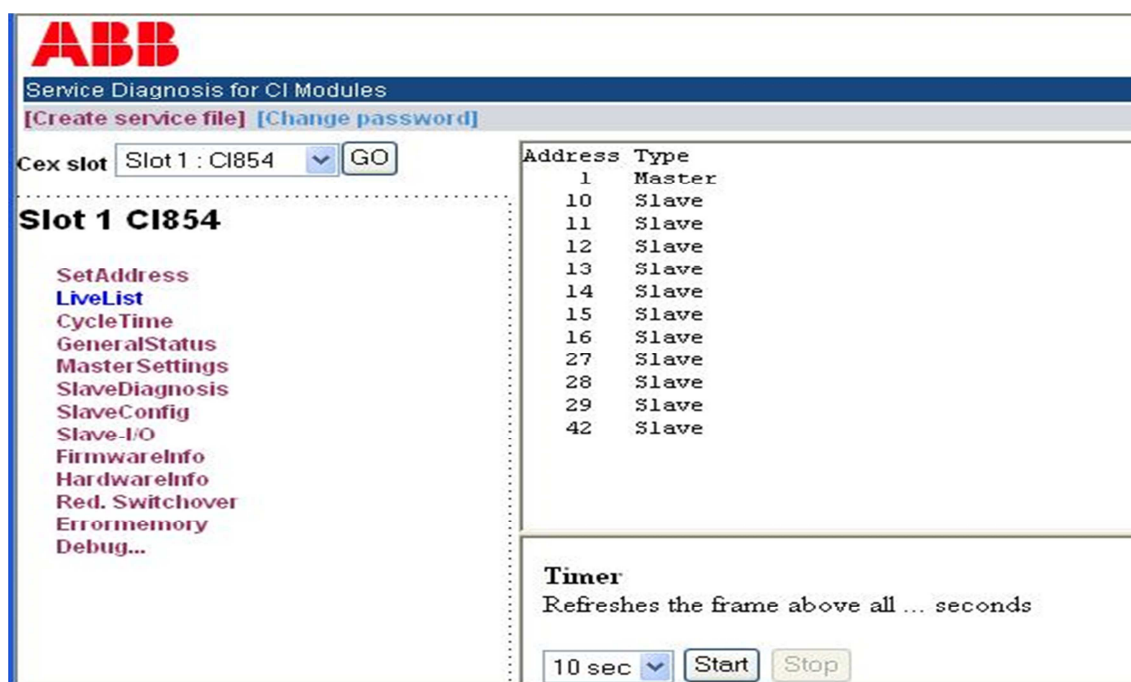
Kuva 66. Webserveriin kirjautuminen

Kirjaututtuani sisään valitsen seurattavan moduulin (Kuva 67) Select Module alasvetovalikosta.



Kuva 67. Seurattavan modulin valinta

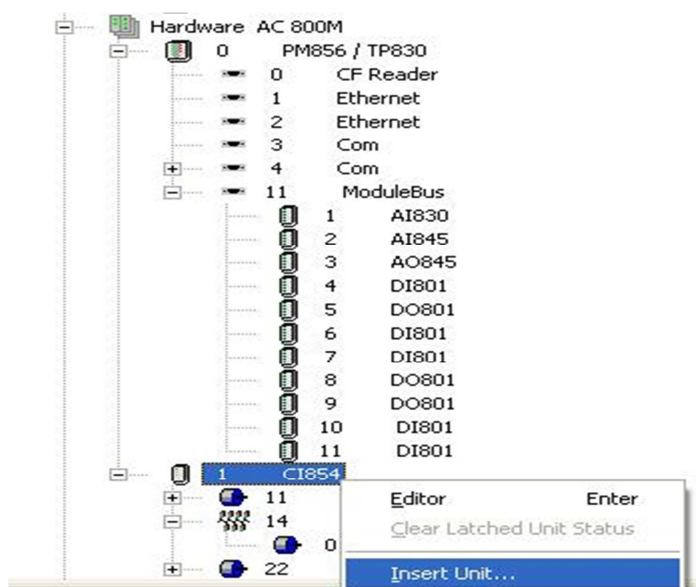
Valittuani moduulin aukaisen LiveList:n (Kuva 68), josta näen väylässä olevien laitteiden määrän ja niiden osoitteet.



Kuva 68. LiveList

### 6.3.3 Laitteen lisääminen väylään

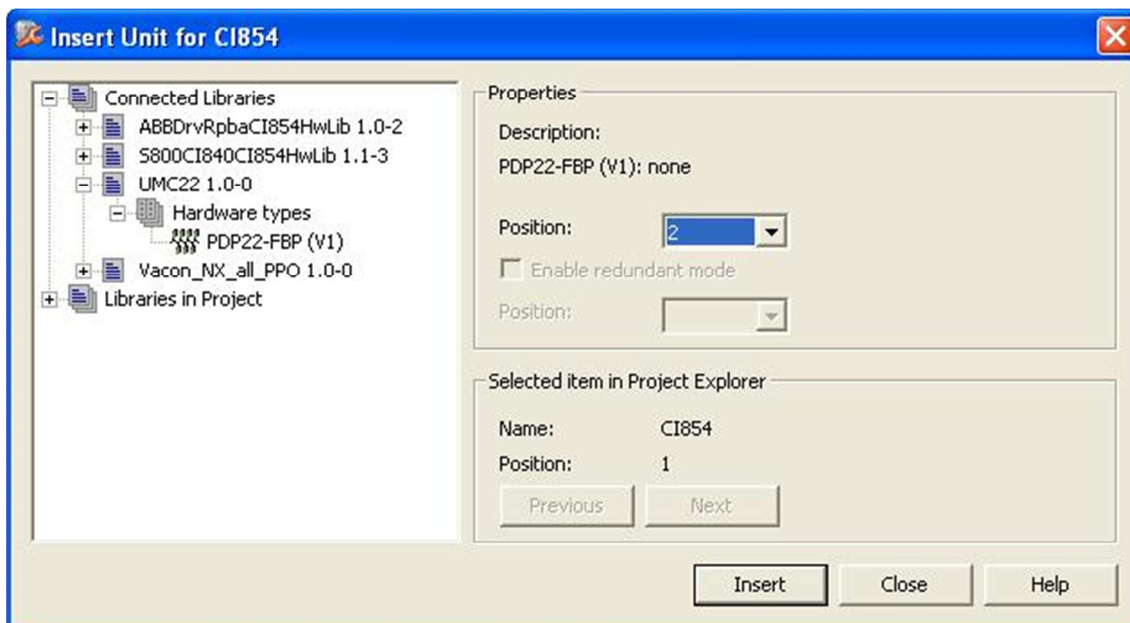
Laitteen liitin väylään valitsemalla Control Builder M:n Hardware osioista (Kuva 69) väylämoduulin hiiren oikealla ja valitsemalla Insert Unit.



Kuva 69. Väylään lisääminen

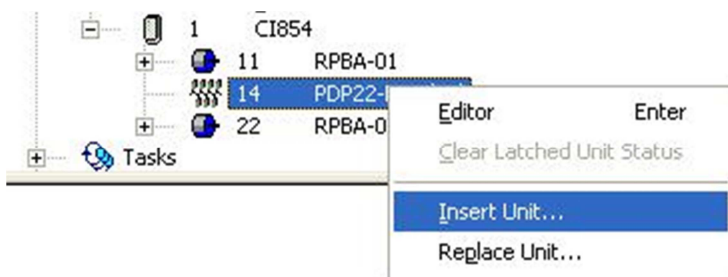


Valitsen kirjastosta laitteeni tyypin ja sen paikkanumeron (position) (Kuva 70), joka on sama, kuin sen osoite väylässä.



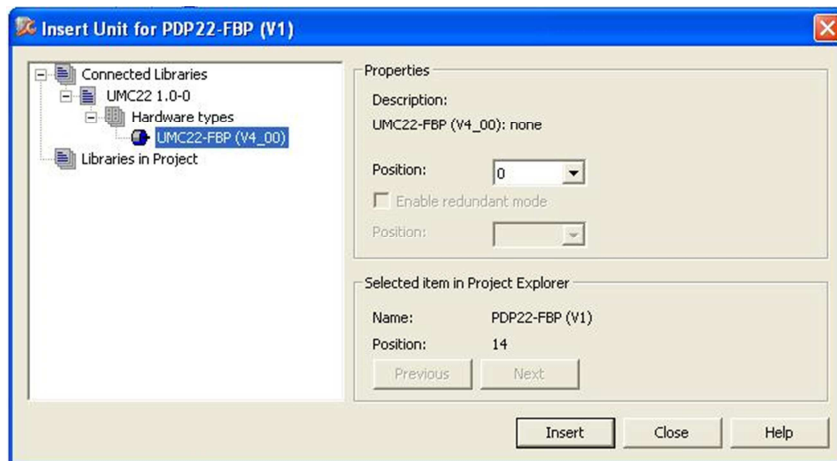
Kuva 70. Laitteen tyypin ja paikan valinta

Lisättyäni laitteen tyypin väylämoduuliin, lisään laitteen (Kuva 71) valitsemalla hiiren oikealla laitteeni tyypin ja Insert Unit.



Kuva 71. Laitteen tyypin lisääminen

Valitsen kirjastostani laitteen ja painan Insert (Kuva 72).



Kuva 72. Laitteen lisääminen

Väylälaitteen parametointi ja I/O- osoitteiden laittaminen tapahtuu samalla lailla, kuin logiikkaan liittäminen. Aukaise laitteen Hardware Editor painamalla hiiren oikealla laitteen päällä. Muista tarkistaa laitteen manuaaleista sen ohjaamiseen liittyvät bitit. Esimerkiksi taulukosta 1 näkee, mitkä bitit ohjaavat UMC22 moottoria.

Taulukko 1. UMC22 moottorin ohjausbitit

Bit No.	7	6	5	4	3	2	1	0
Byte 0	-	FAULT RESET	AUTO MODE	PREPARE EMERGENCY START	SELF TEST	RUN FORWARD <sup>2)</sup> / open <sup>3)</sup>	OFF	RUN REVERSE <sup>2)</sup> / close <sup>3)</sup>
Byte 1	DO2 <sup>1)</sup> (UMC output)	DO1 <sup>1)</sup> (UMC output)	DO0 <sup>1)</sup> (UMC output)	-		-	-	-

## 7 POHDINTA

Työ oli haastava, sillä aikaisempaa kokemusta kyseisestä järjestelmästä ei ollut. Automaatiojärjestelmän kanssa oli aluksi hankaluutena löytää oikeat kirjastot ja se miten mikäkin kirjasto liittyy toisiin kirjastoihin, mutta tarpeeksi kun sitäkin värkkäsi, niin alkoi sekin luonnistua. Graafisen käyttöliittymän luontikin oli suhteellisen uutta ja Microsoft Visual Basic ohjelmaa en ollut aikaisemmin käyttänyt. Ennen kuin huomasin, että sinne voi lisätä lisää elementtikirjastoja niin tuntui, että eihän näillä palikoilla saa mitään aikaiseksi. Laajempien töiden graafinen suunnittelu voi olla melkoista puurtamista, ainakin vanhoilla työkaluilla. Logiikan suunnittelua oli tullut jo tehtyä aikaisemminkin, joten se ei tuottanut ongelmia ja sen yksinkertaisuus helpotti vain asiaa.

Väyläohjausta oli tehty vain muutama otteeseen koulun aikana ja nekin oli suunnattu yksinkertaisiin taajuusmuuttaja ohjauksiin, mutta hyvin samankaltaista oli liittää moottori väylään. Ohjausparametointi oli hieman erilaista.

Työssä raapaisin vain hyvin ohutta pintakerrosta. Jos aikaa olisi ollut enemmän, olisi työstä saanut laajemman. Sain käsiteltyä pintapuolisesti järjestelmän softapuolta ja siihen liitettävien hardware-puolen asioita. Monta mielenkiintoista asiaa jäi kokeilematta ja tutkimatta aikataulullisista syistä. Lyhyt aika ohjelmiston parissa oli kuitenkin antoisa kokemus.

Piste, johon pääsin, jättää tuleville opiskelijoille hyvän pohjan ja mahdollisuuden rakentaa monipuolisempia ohjausjärjestelmiä ja ohjelmia.

## LÄHTEET

ABB 2014a. ABB:n kotisivut. Viitattu 27.10.2014

<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/asea-ja-bbc>

<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/suomalaiset-juuret>

ABB 2014b. ABB MNS iS System Guide. Viitattu 31.10.2014

[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/64ca4e3f0bdaaa  
b2c12576d4001173d2/\\$file/1tgc910001b0204%20mnsis%20system%20guid  
e.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/64ca4e3f0bdaaa<br/>b2c12576d4001173d2/$file/1tgc910001b0204%20mnsis%20system%20guid<br/>e.pdf)

ABB 2014c. ABB Universal Motor Controller. Viitattu 31.10.2014

[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/e4ea6f4a53bd88  
43c12574cd003ec177/\\$file/2CDC135004D0206.PDF](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/e4ea6f4a53bd88<br/>43c12574cd003ec177/$file/2CDC135004D0206.PDF)

Schneider 2014. Schneider TeSys kotisivut. Viitattu 31.10.2014

<http://ecatalogue.schneider->

[electric.fi/GroupPresentation.aspx?navoption=1&navid=24953&grouprowid=1  
0148331.](http://electric.fi/GroupPresentation.aspx?navoption=1&navid=24953&grouprowid=1<br/>0148331)

Siemens 2014. Siemens Simocode Pro kotisivut. Viitattu 1.11.2014

[http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/  
pienjanniteko-  
jeet/kytkenta\\_suojaus\\_ja\\_ohjaus/simocode\\_alykas\\_moottorinsuojaus.htm?st  
c=fiiia300001](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/<br/>pienjanniteko-<br/>jeet/kytkenta_suojaus_ja_ohjaus/simocode_alykas_moottorinsuojaus.htm?st<br/>c=fiiia300001)

Siemens 2014. Simocode Pro älykäs moottoriohjaus. Viitattu 1.11.2014

[http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C  
DAQ-  
FjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.provondor.fi%2Fsiemens%2Fmanuals%2F  
Simocode\\_suomi.ppt&ei=Q8x1U4-fFYnyygO-](http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C<br/>DAQ-<br/>FjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.provondor.fi%2Fsiemens%2Fmanuals%2F<br/>Simocode_suomi.ppt&ei=Q8x1U4-fFYnyygO-)

ju4GoCA&usg=AFQjCNFSDV4vlzin7w6UlcWqVplmGufwDw&bvm=bv.66699033,d.bGQ&cad=rja

Mäkinen, Markku & Kallio, Raimo 2004. Teollisuuden sähköasennukset.

Keuruu: Otava.

Alanen, Jarmo 2000. CAN- ajoneuvojen ja koneiden sisäinen paikallisväylä.

Viitattu 4.11.2014

[http://www.oamk.fi/~eero/Opetus/Ohjausjarjestelmat/CAN/CAN-perusteet\\_AlaseenMateriaalia.pdf](http://www.oamk.fi/~eero/Opetus/Ohjausjarjestelmat/CAN/CAN-perusteet_AlaseenMateriaalia.pdf)

Silvonen, Risto 2006. Reaaliaikaiset teollisuus Ethernet ratkaisut automaatiojärjestelmissä. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto

Ethernet Powerlink 2014. Ethernet Powerlink kotisivut. Viitattu 6.11.2014

<http://www.ethernet-powerlink.org/en/powerlink/technology/>

Sorsanen, Janne 2009. Teollisuuden mittaustiedon siirtojärjestelmät. Kandidaatintyö. Teknillinen korkeakoulu.

Karttunen, Henri 2009. Kiinteistöautomaation etähallinta, opinnäytetyö, Lahden ammattikorkeakoulu, Lahti.

Mustonen, Juha-Pekka 2011. Profibus- kenttäväylien testausympäristö ja mittausten kehittäminen, Opinnäytetyö, Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

ABB AC 800M Product guide. Viitattu 21.11.2014

[http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/776903a6d1c27ccbc125722e00361f84/\\$file/3BSE041586R101\\_-\\_en\\_Compact\\_Control\\_Builder\\_AC\\_800M\\_\\_Version\\_5.0\\_\\_Product\\_Guide.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/776903a6d1c27ccbc125722e00361f84/$file/3BSE041586R101_-_en_Compact_Control_Builder_AC_800M__Version_5.0__Product_Guide.pdf)

ABB AC 800M E-oppimismateriaali. Viitattu 21.11.2014

<http://www.rcnetmedia.com/e-learning/ccb.html>

ABB AC 800M Student Training Binder

ABB AC 800M Profibus asennus. Viitattu 24.11.2014

[http://www05.abb.com/global/scot/scot354.nsf/veritydisplay/6dca10cc5c662d3bc125789b002b9d2d/\\$file/3bds009029r5001\\_b\\_en\\_ac\\_800m\\_5.0\\_5.1\\_profibus\\_dp\\_installation.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot354.nsf/veritydisplay/6dca10cc5c662d3bc125789b002b9d2d/$file/3bds009029r5001_b_en_ac_800m_5.0_5.1_profibus_dp_installation.pdf)

ABB AC 800M Profibus konfigurointi. Viitattu 24.11.2014

[http://www05.abb.com/global/scot/scot354.nsf/veritydisplay/4de1cc9b1c97b420c1257c3f002e3451/\\$file/3BDS009030-510\\_-\\_en\\_AC\\_800M\\_5.1\\_PROFIBUS\\_DP\\_Configuration.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot354.nsf/veritydisplay/4de1cc9b1c97b420c1257c3f002e3451/$file/3BDS009030-510_-_en_AC_800M_5.1_PROFIBUS_DP_Configuration.pdf)

ABB/Lapin Ammattikorkeakoulu (2014). SV05- sähkölaboratoriohankkeen käyttöohjeet ja manuaalit

## LIITTEET

Liite 1 ABB – pikaohjeet 1

Liite 2 ABB – pikaohjeet 2

Liite 3 Serverin IP-asetukset

Liite 4 Ohjelmakoodivälilehtien lisääminen

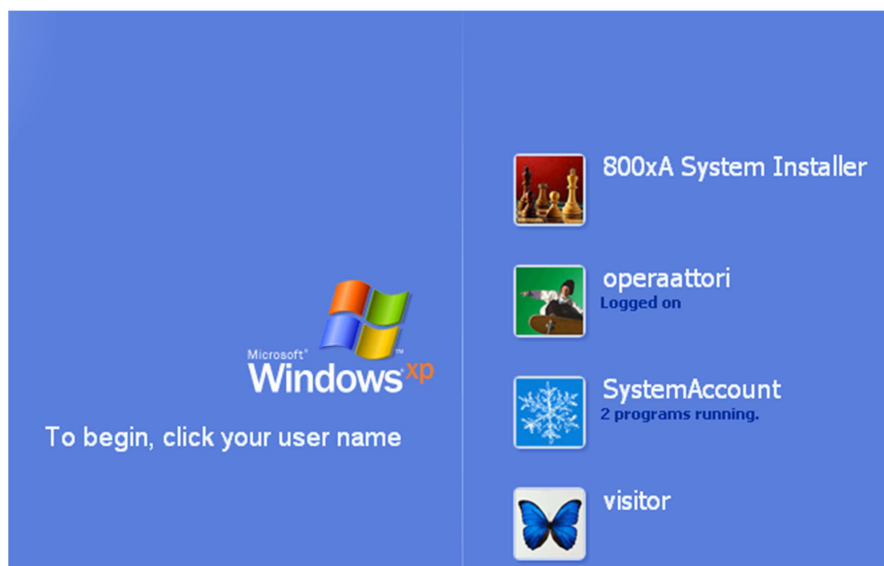
Liite 1

KTAMK

Aila Petäjäjärvi

ABB – pikaohjeet

Käyttäjätason valinta:



Operattori-taso: operator

SystemAccount: 800#Service

Operaattori-tasolla vain operaattoritehtävät, ei ohjelman teko- tai konfigurointioikeutta.

SystemAccount-tasolla voit konfiguroida laitteistoja ja tehdä ohjelmasovelluksia.

800xA System Installer – (ei tietoa mitä tekee, salasanat vanhentuneet) todennäköisesti ohjelmiston installointi.

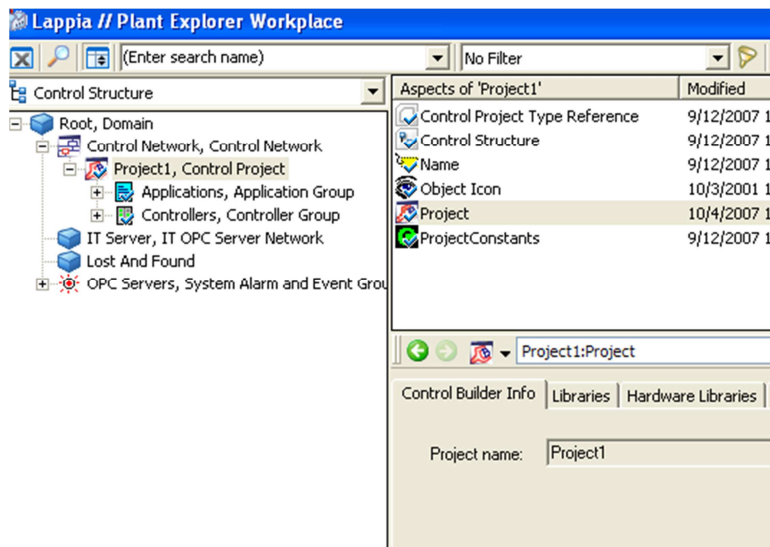


Operaattori-taso:

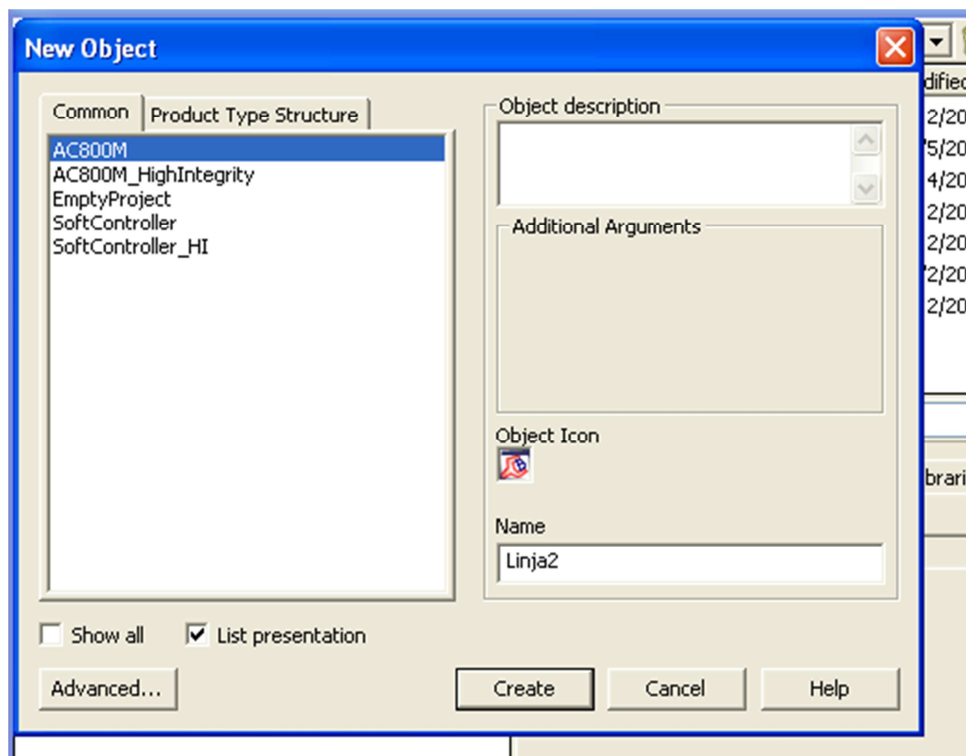
Suunnittelija-insinööritaso:

Softan teko

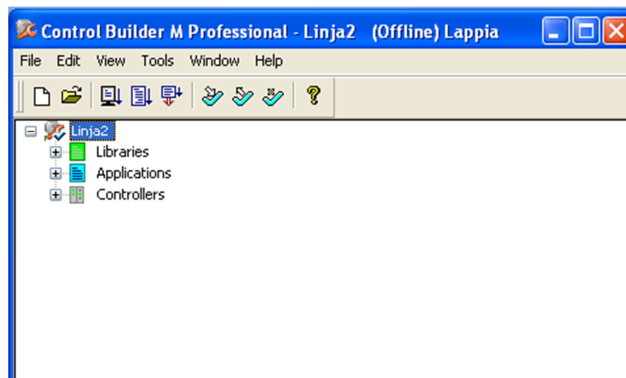
Avaa My ePlant, valitse Control Structure, seuraavaksi laajenna Root Domain, valitse Control Network ja hiiren oikea



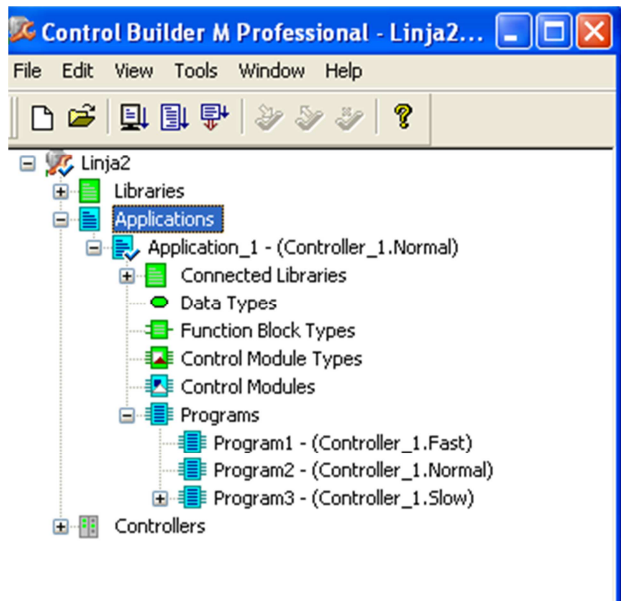
Hiiren oikea avaa alapuolen valikon, aktivoi AC800M >> New Object anna nimi esimerkiksi Linja 1 (ohjelma esittää oletuksena Project2) ja anna komento Create.



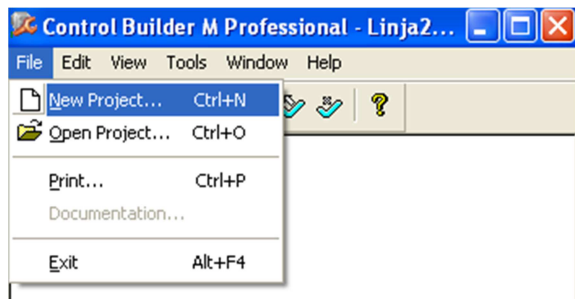
Seuraavaksi ohjelma avaa automaattisesti Control Builder M-ohjelman



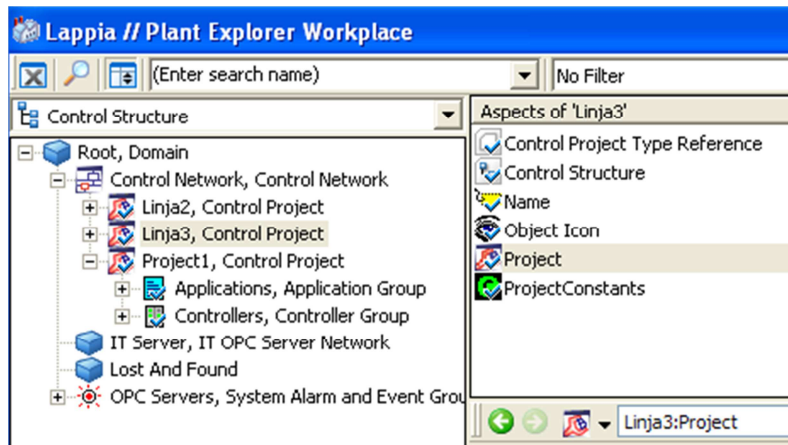
Seuraavaksi avaa Applications >> Application\_1 >> Programs >> valitse Program2 (tai haluttu nopeus)



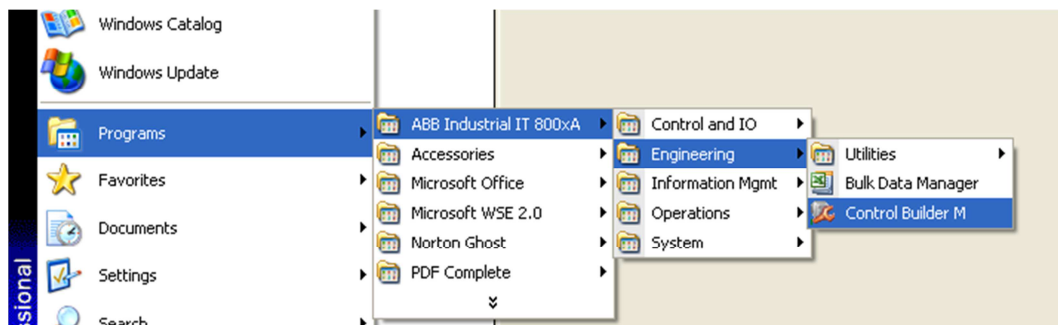
TAI voit luoda uuden Projektin tai Linjan (tehtaan rakenteen mukaan tai vapaavalintaisesti) avaamalla Control Builder M- ohjelmassa File >> New Project ja anna nimi kuten edellä.



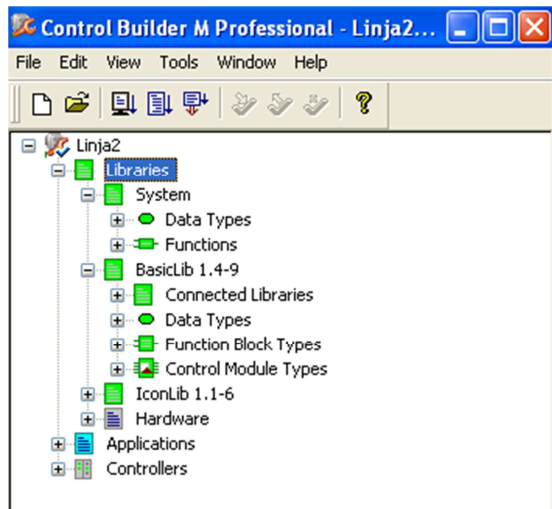
Esim. Linja 3, jos käyt katsomassa Plant Explorerissa näet tekemäsi projektit hakemistopuussa.



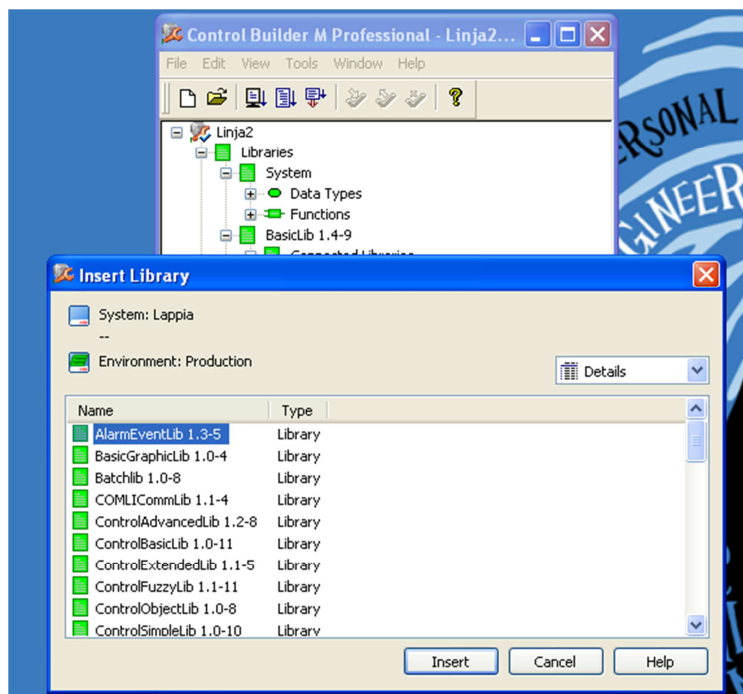
Jos haluat avata Control Builder M- ohjelmiston editoidaksesi tai lisätäksesi projekteja suoraan avaa kyseinen ohjelma alla esitetyn polun mukaan.



Kun projekti on luotu, ohjelmisto luo projektin alle (nyt Linja2) automaattisesti hakemiston jossa ovat Libraries, Applications ja Controlllers – kansiot.



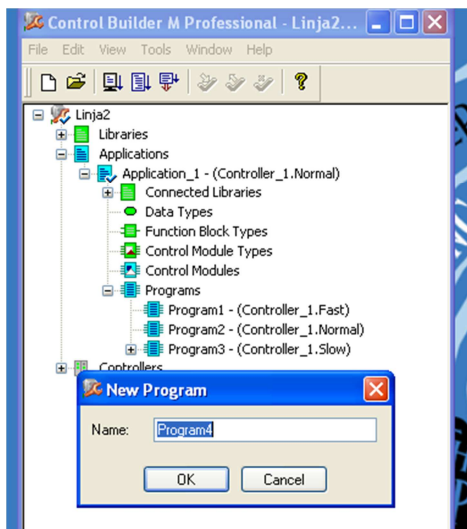
Kirjaston peruselementti SystemLib latautuu oletuksena, mutta jos haluat erikoisempia kirjastoja käyttöösi, lisää niitä aktivoimalla Libraries – kansio siniseksi ja hiiren oikea sekä valitse Insert Library. Voit lisätä haluttuja kirjastoja projektiisi. Katso alapuolen kuva.



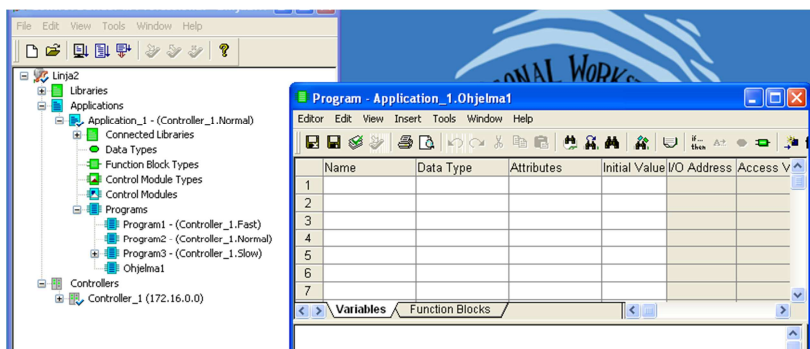
Ohjelman teko:

Ennen kuin voit tehdä ohjelman sulje Control Builder M- ja avaa se uudelleen, sekä seuraa silmä tarkkana alapuolen ohjeita.

Valitse Control Builder M-ohjelma ja Applications >> Programs, aktivoi Programs siniseksi ja hiiren oikea >> New Program, anna nimi. Nyt annettiin Ohjelma1 Program4 tilalle.



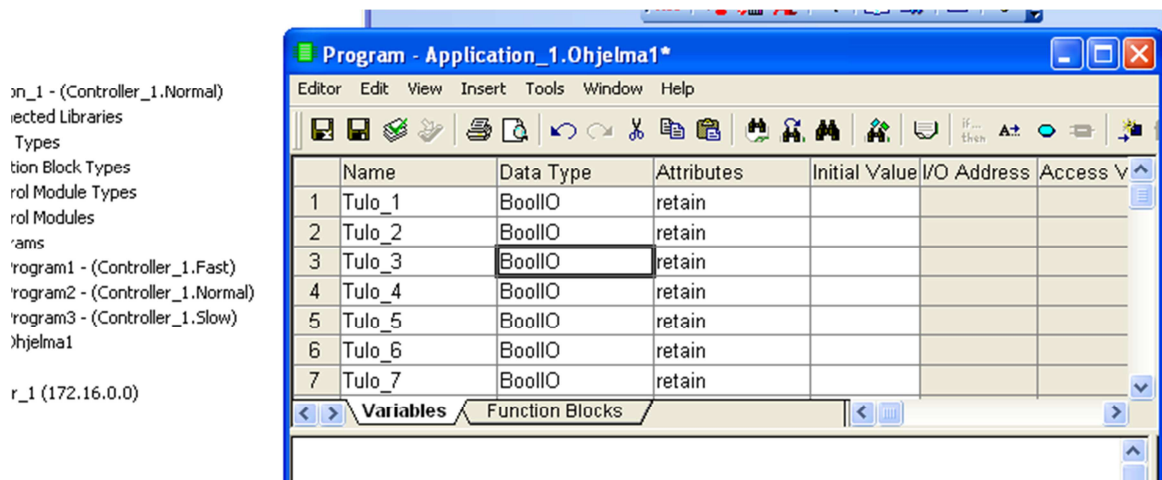
Tuplaklikkaa Ohjelma1-riviä, avautuu seuraava näkymä:



Tee esim excelissä muuttuja taulukko. HUOM! Ei tyhjiä välejä muuttujanimiin, ei ääkkösiä!

Tulo\_1 BoolIO retain  
 Tulo\_2 BoolIO retain  
 Tulo\_3 BoolIO retain  
 Tulo\_4 BoolIO retain  
 Tulo\_5 BoolIO retain  
 Tulo\_6 BoolIO retain  
 Tulo\_7 BoolIO retain  
 Tulo\_8 BoolIO retain  
 Tulo\_9 BoolIO retain  
 Lahto\_1 BoolIO retain  
 Lahto\_2 BoolIO retain

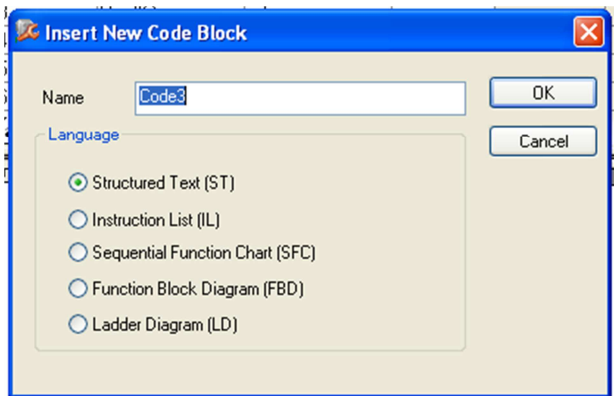
Palauta arvot Control Builder M- projektin Variables taulukkoon.



Seuraavaksi:

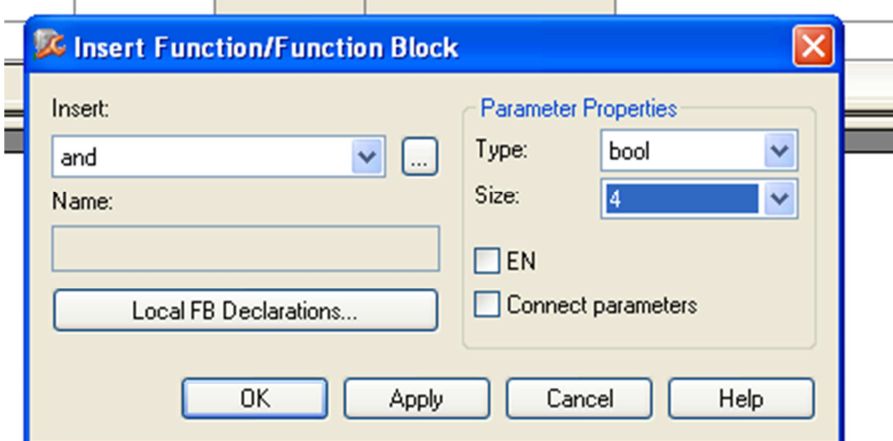
Kirjoita ohjelmakoodit välilehdille; voit nimetä jo olemassa olevan Code-välilehden hiiren oikealla Code aktivoituna Rename, voit myös vaihtaa ohjelmointikielen samoin.

- Voit lisätä uuden välilehden valitsemalla ylhäältä Insert >> Code Block ja valitse samalla tavalla ohjelmointikieli



Kirjoita ohjelma seuraavaksi:

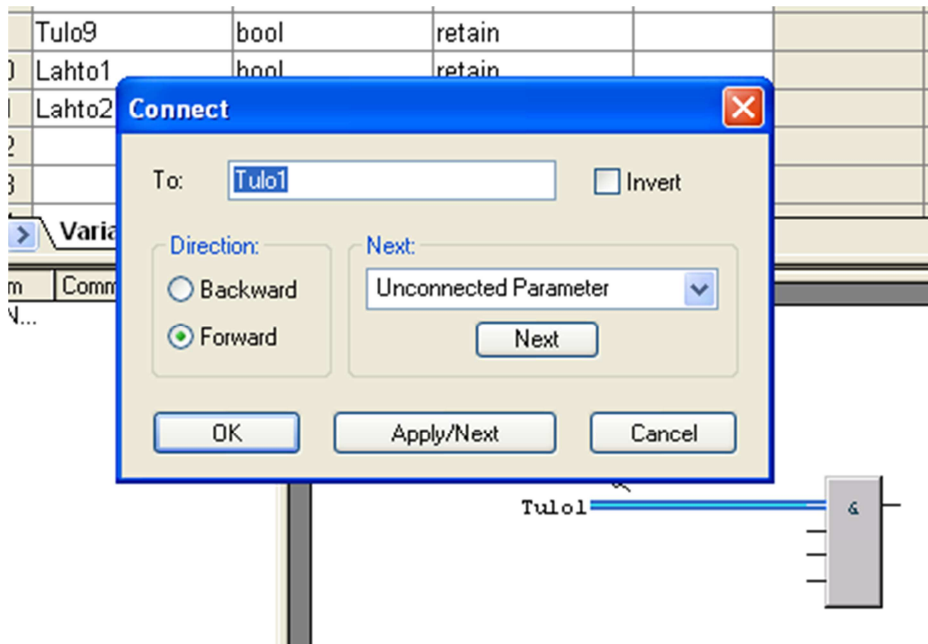
Valitse hiiren oikea ja Insert Function, määrittele ohjelmointikieli FBD.



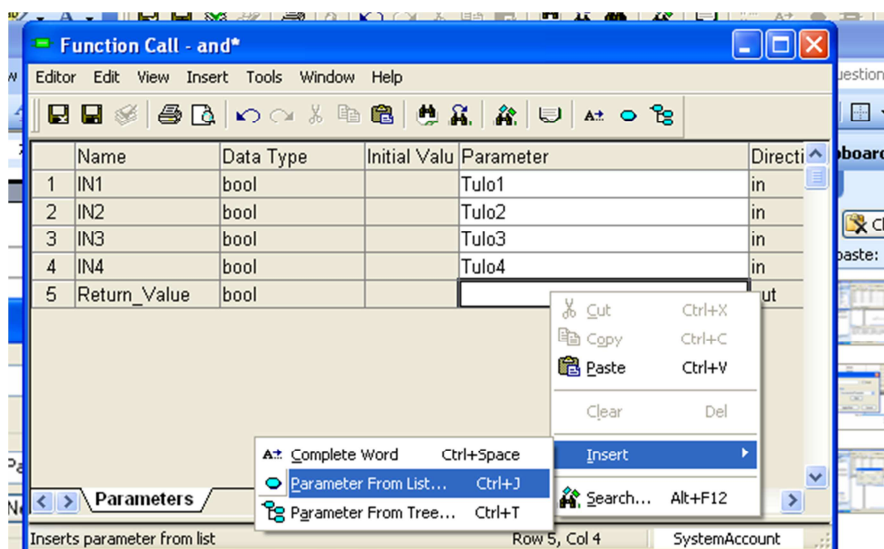


Ja sitten pitää painaa Apply-kometaa. Siihenhän se pljähti and-piiri, huomasiitko että voit muuttaa tulojen määrää hakuvalikossa.

Sitten pitää kytkeä tulot pinneihin, mene pinnin päälle ja paina hiiren oikeaa, komennolla Ctrl + J saat nopsasti näkyville tulo- ja lähtölistat. Jos BOOLIO oli väärän tyyppinen, vaihda se sitten tyyppiksi bool , jolloin ohjelma ei valita enää.



Kytke kaikki tulot ja lähtö. Voit myös kytkeä tulot ja lähdöt tuplaklikkamalla ja-portin kuvaketta, sekä kytkeä tulot asianomaisilla riveillä hiiren oikealla >> Insert >> valitse listasta halutut tulot ja lähdöt.



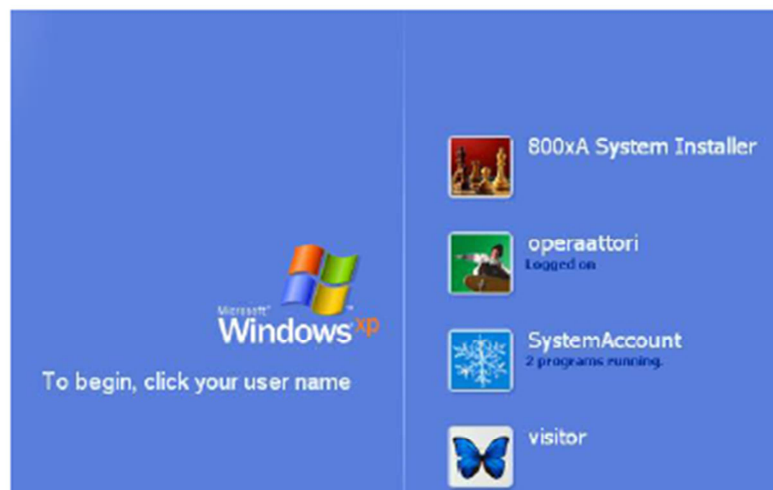
Sitten talleta koodin pätkä ja tarkista. Eli save ja check (save ylhäällä ja check alhaalla)

## Liite 2

KTAMK, Aila Petäjäjärvi  
ABB – pikaohjeet

26.3.2011

Käyttäjätason valinta:



Operaattori-taso: operator  
SystemAccount: 800#Service

Operaattori-tasolla vain operaattoritehtävät, ei ohjelman teko- tai konfigurointioikeutta.

SystemAccount-tasolla voit konfiguroida laitteistoja ja tehdä ohjelmasovelluksia.

800xA System Installer – (ei tietoa mitä tekee, salasanat vanhentuneet) todennäköisesti ohjelmiston asennointi.

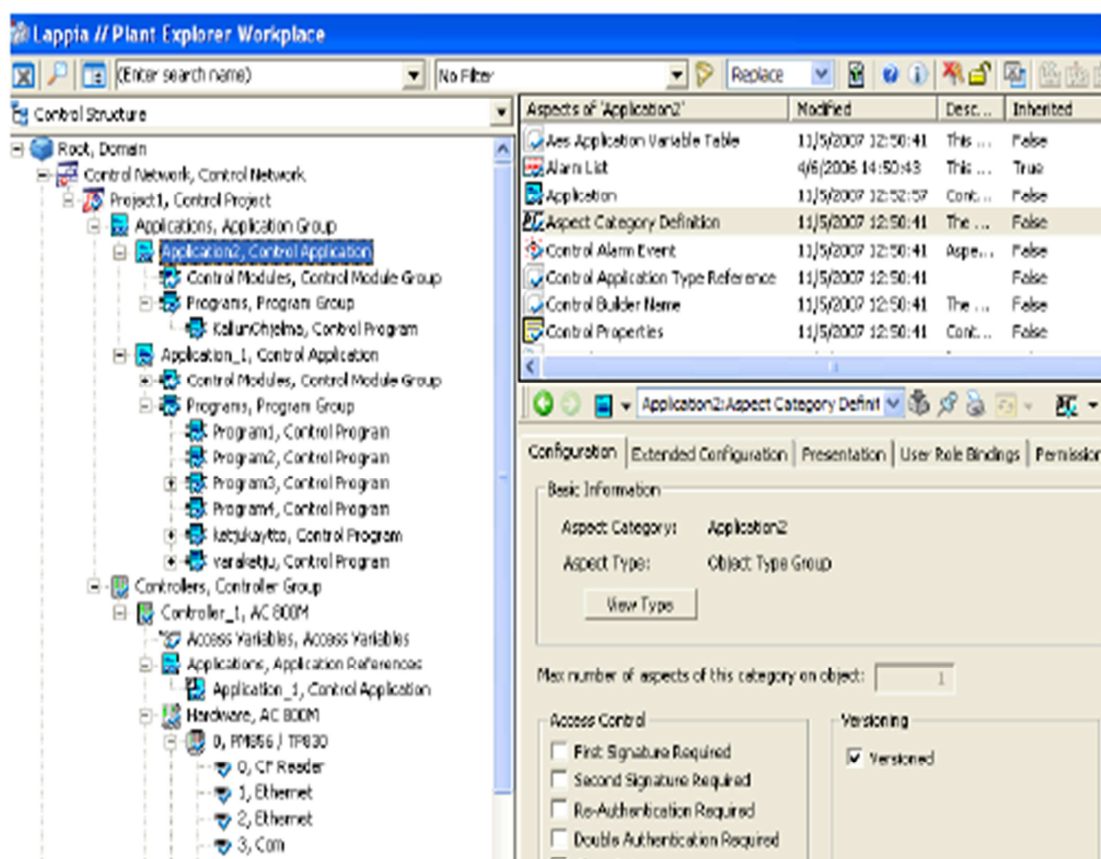
Operaattori-taso:

Ohjaus ja hälytys ym operaattoritoiminnot.

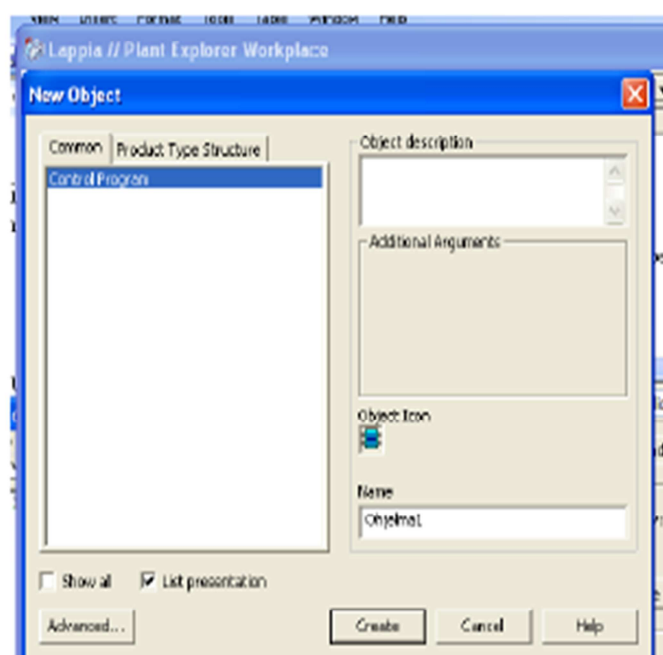
Suunnittelija-insinööritaso:

Softan teko

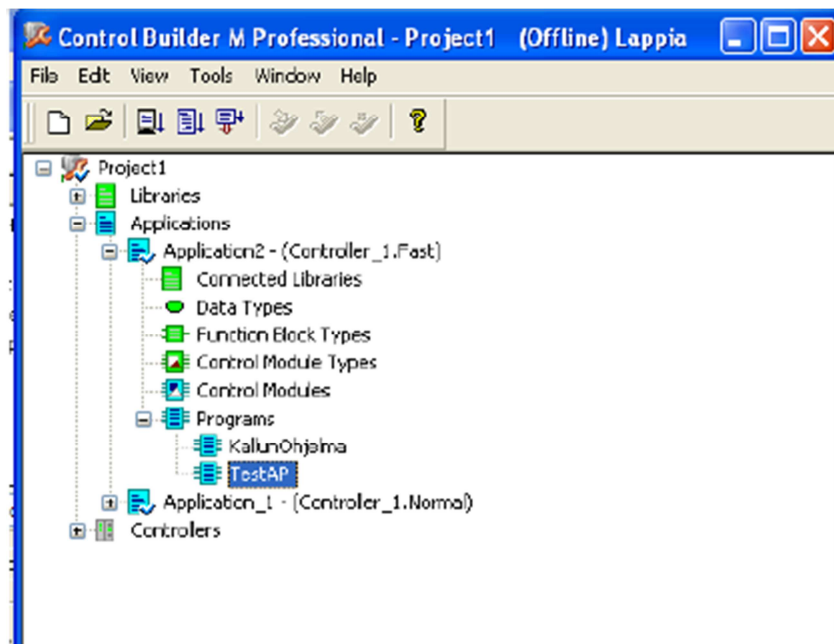
Avaa My ePlant >> Plant Explorer Workplace ja valitse Control Structure, seuraavaksi laajenna Root Domain, valitse Control Network >> Project1 >> Applications >> Application2>> Programs, Program Group, aktiivisena ja hiiren oikealla New Object. Anna ohjelmalle nimi ja hyväksy enterillä jolloin Control Builder M avautuu automaattisesti. TAI jos painat nimen annon jälkeen Create. Muutoin on Control Builder M avattava valikon kautta (ABB Industrial IT 800xA0>> Engineering>> Control Builder Manager)



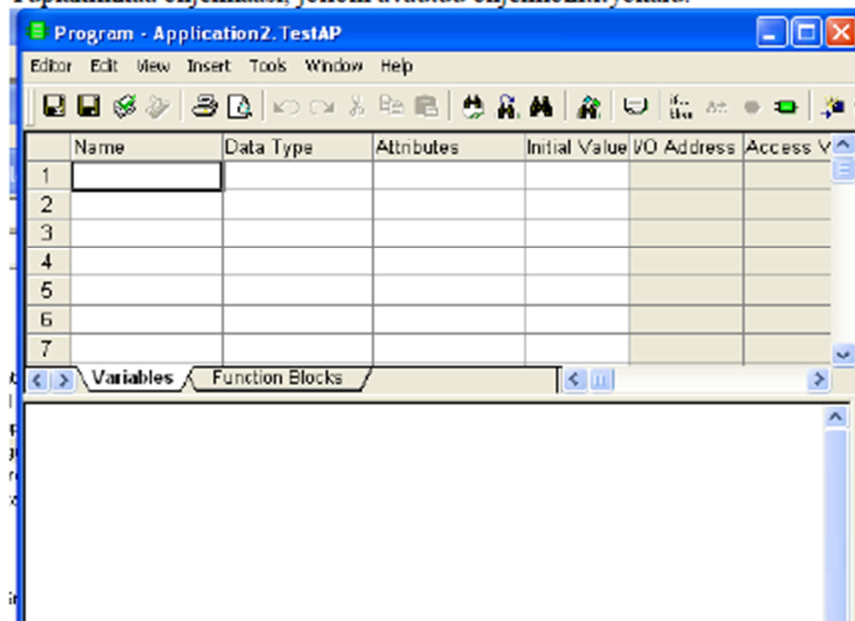
Edellä mainitun ohjeen mukaan siis: Hiiren oikea avaa alapuolen valikon, aktivoi Programs, hiiren oikea ja New Object, anna nimi ja Create.



Seuraavaksi ohjelma avaa automaattisesti Control Builder M-ohjelman. Avaa oma ohjelmasi.



Tuplaklikkaa ohjelmaasi, jolloin avautuu ohjelmointityökalu.



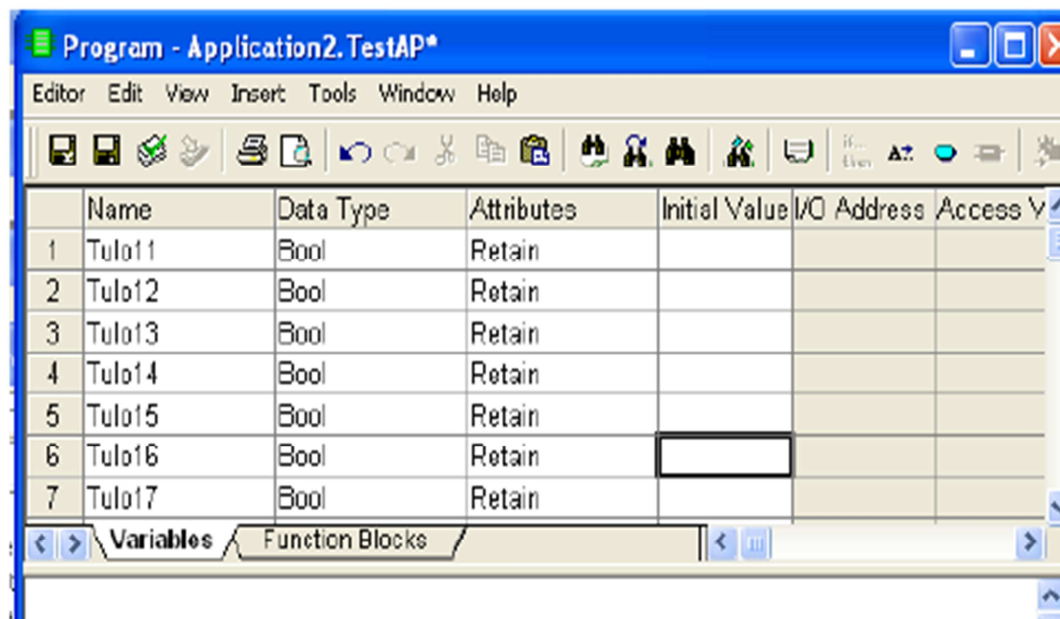
Tee esim excelissä muuttuja taulukko. HUOM! Ei tyhjiä välejä muuttujanimiin, ei ääkkösiä!

Tulo_1	Bool	retain
Tulo_2	Bool	retain
Tulo_3	Bool	retain
Tulo_4	Bool	retain
Tulo_5	Bool	retain
Tulo_6	Bool	retain
Tulo_7	Bool	retain



Tulo_8	Bool	retain
Tulo_9	Bool	retain
Lahto_1	Bool	retain
Lahto_2	Bool	retain

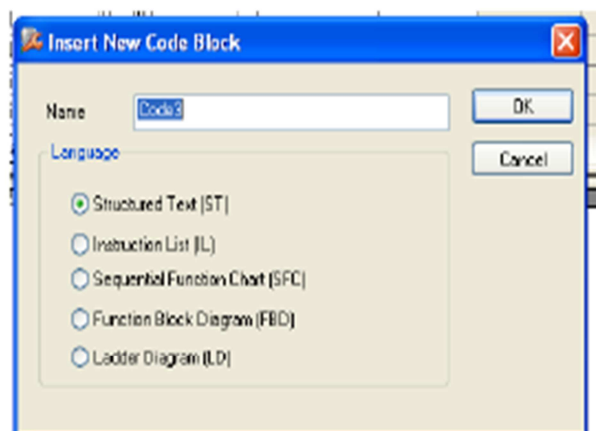
Valitse, kopio ja palauta arvot Control Builder M- projektin Variables taulukkoon.



Seuraavaksi:

Kirjoita ohjelmakoodit välilehdille; voit nimetä jo olemassa olevan Code-välilehden hiiren oikealla Code aktivoituna Rename, voit myös vaihtaa ohjelmointikielen samoin.

- Voit lisätä uuden välilehden valitsemalla ylhäältä Insert >> Code Block ja valitse samalla tavalla ohjelmointikieli

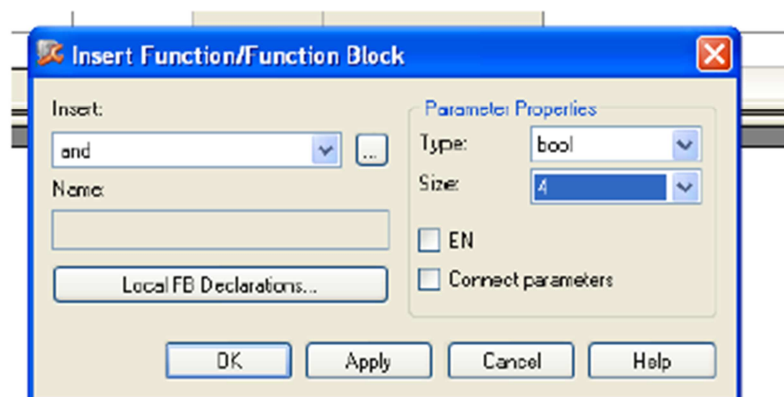


Kirjoita ohjelma seuraavaksi:

Valitse hiiren oikea ja Insert Function, määrittele ohjelmointikieli

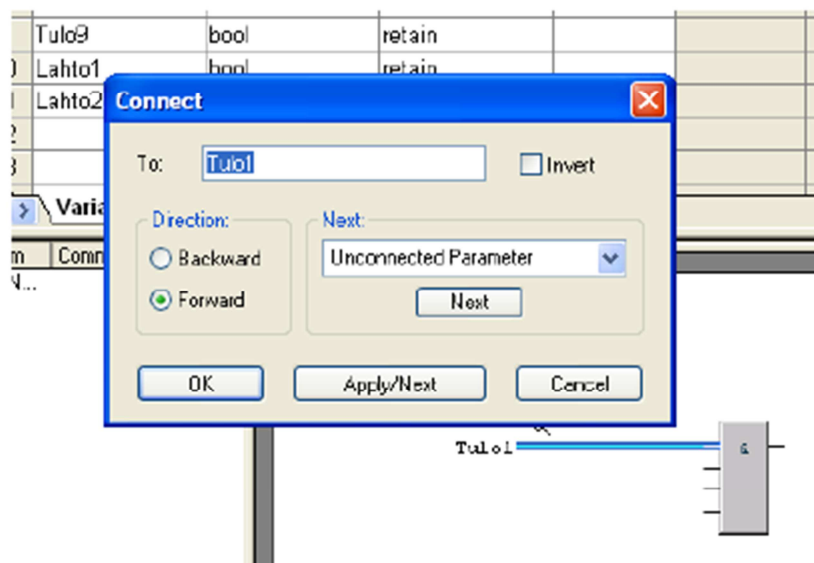


FBD.



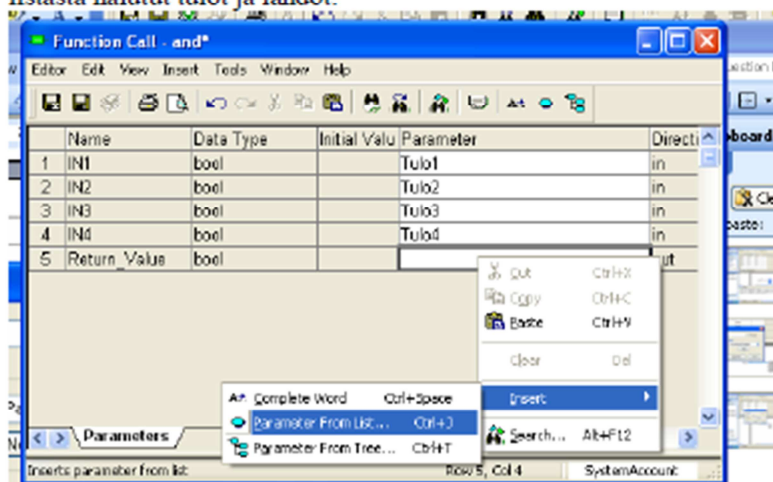
Ja sitten pitää painaa Apply-kometaa. Siihenhän se pläjähti and-piiri, huomasiitko että voit muuttaa tulojen määrä hakuvalikossa.

Sitten pitää kytkeä tulot pinneihin, mene pinnin päälle ja paina hiiren oikeaa, komennolla Ctrl + J saat nopsasti näkyville tulo- ja lähtölistat.





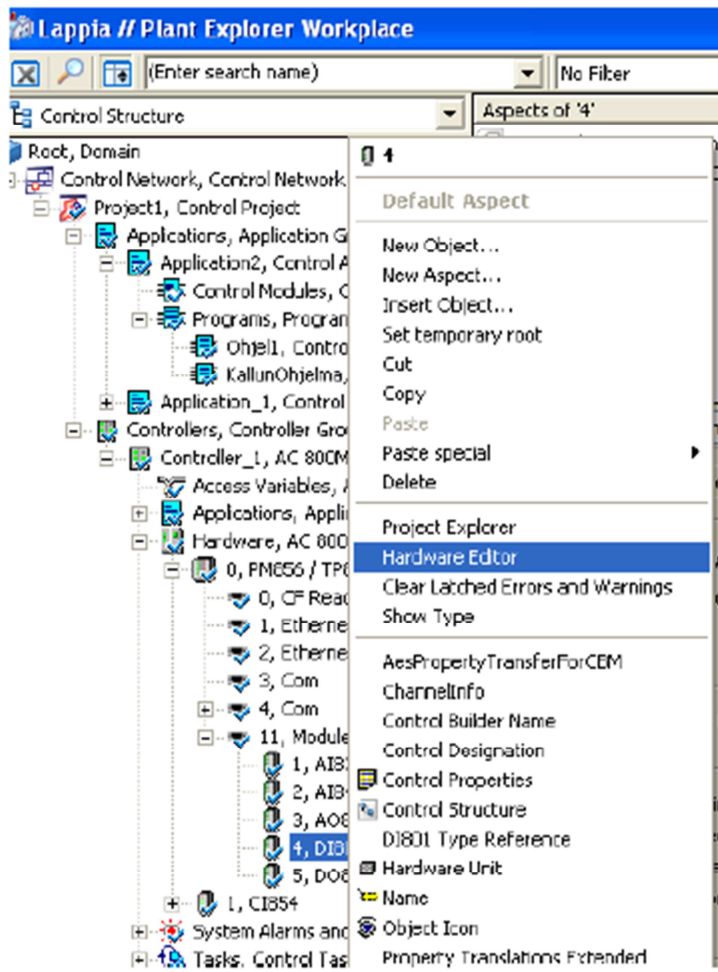
Kytke kaikki tulot ja lähtö. Voit myös kytkeä tulot ja lähdöt tuplaklikkamalla ja-portin kuvaketta, sekä kytkeä tulot asianomaisilla riveillä hiiren oikealla >> Insert >> valitse listasta halutut tulot ja lähdöt.



Sitten talleta koodin pätkä ja tarkista. Eli save ja check (save ylhäällä ja check alhaalla)

Sulje Control Builder M – sovellus, avaa My ePlant >> Plant Explorer , Control Structure avaa Project1 >> Controllers >> Hardware PM856 >> 11 ModuleBus >> DI801

Valitse DI801 päällä hiiren oikea, ja Hardware Editor.



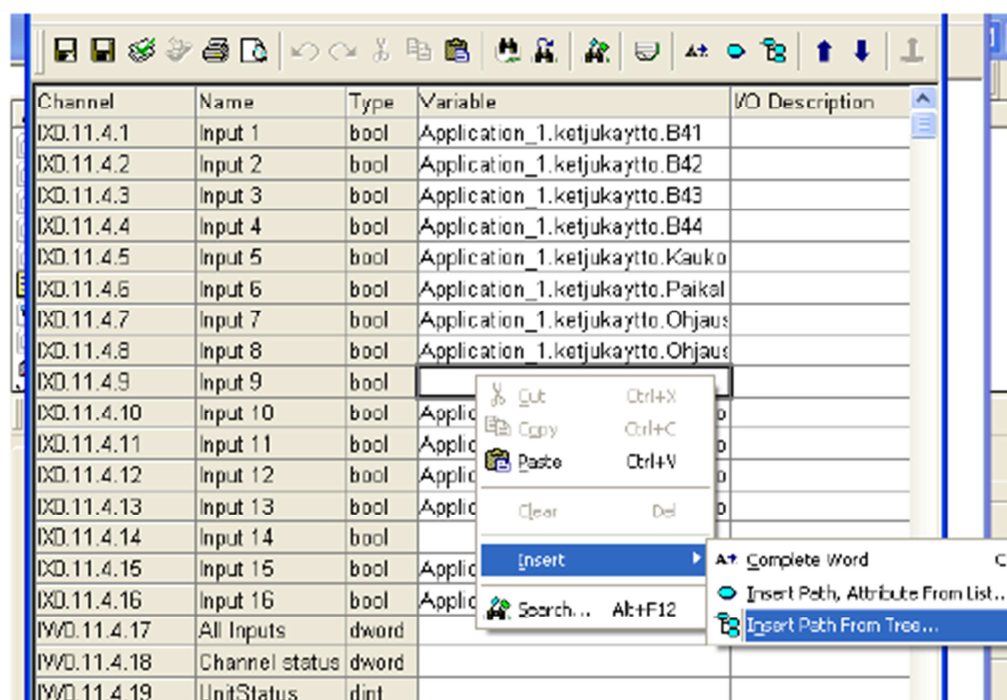
Avautuu seuraava Control Builder M- näkymä Hardware Controller

Channel	Name	Type	Variable	VO Descrip
(X)D.11.4.1	Input 1	bool	Application_1.ketjukaytto.B41	
(X)D.11.4.2	Input 2	bool	Application_1.ketjukaytto.B42	
(X)D.11.4.3	Input 3	bool	Application_1.ketjukaytto.B43	
(X)D.11.4.4	Input 4	bool	Application_1.ketjukaytto.B44	
(X)D.11.4.5	Input 5	bool	Application_1.ketjukaytto.Kauko	
(X)D.11.4.6	Input 6	bool	Application_1.ketjukaytto.Paikal	
(X)D.11.4.7	Input 7	bool	Application_1.ketjukaytto.Ohjaus	
(X)D.11.4.8	Input 8	bool	Application_1.ketjukaytto.Ohjaus	
(X)D.11.4.9	Input 9	bool		
(X)D.11.4.10	Input 10	bool		
(X)D.11.4.11	Input 11	bool		
(X)D.11.4.12	Input 12	bool		
(X)D.11.4.13	Input 13	bool		
(X)D.11.4.14	Input 14	bool		
(X)D.11.4.15	Input 15	bool	Application_1.Program4.Input1	
(X)D.11.4.16	Input 16	bool	Application_1.Program4.Input2	
(X)D.11.4.17	All Inputs	dword		
(X)D.11.4.18	Channel status	dword		
(X)D.11.4.19	UnitStatus	dint		

Eli olemme linkittämässä softaa ja hardista yhteen.

(Varmista että controllerissa on Application2, jollei ole lisää se Controllers\_1, AC800M >> Applications, Application Group>> Application2, hiiren oikealla Controllersin päällä ja New Object-komennolla).

Hardware Controllers –ohjelmassa näkyy nyt tekemäsi ohjelma hiiren oikealla ja hakemistorakennetta selaamalla. Huomaa, että jos valitset jonkin jo kytketyn Input-rivin, menetetään sen tieto uuden kirjoittautuessa päälle. Valitse siis tyhjä rivi jonne lähdet hakemaan linkitystä.



Liitä tulo 11 Input 9 tai ensimmäiseen vapaaseen inputiin komennolla Insert >> Insert Bath from Tree >> Application2 >> oman ohjelmasi tulo 11 kaksoisklikkaamalla sitä.

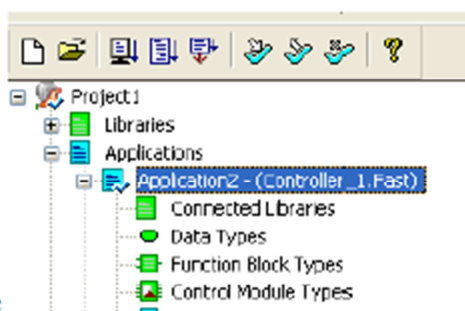
Tallenna, ja toista sama lähtötiedoille.

Tee samoin DO801 – kortille, kytke ohjelmasi lähtö Output 5 tai ensimmäiseen vapaaseen lähtöön.

Valitse Plant Explorer Workplacesta Project1 >> Hardware>>0,PM856/TP830>>ModuleBus>>D0801 ja hiiren oikealla Hardware Editor ja toimi kuten input-liitännässä.

Channel	Name	Type	Variable	I/O Description
QXD.11.5.1	Output 1	bool	Application_1.ketjukaytto.Jarruki	
QXD.11.5.2	Output 2	bool	Application_1.ketjukaytto.Aanito	
QXD.11.5.3	Output 3	bool	Application_1.ketjukaytto.Merkk	
QXD.11.5.4	Output 4	bool	Application_1.ketjukaytto.Merkk	
QXD.11.5.5	Output 5	bool	Application2.KallunOhjelma.Laht	
QXD.11.5.6	Output 6	bool	Application2.TestAP.Lahto10	
QXD.11.5.7	Output 7	bool		
QXD.11.5.8	Output 8	bool		
QXD.11.5.9	Output 9	bool		
QXD.11.5.10	Output 10	bool		
QXD.11.5.11	Output 11	bool		
QXD.11.5.12	Output 12	bool		
QXD.11.5.13	Output 13	bool		
QXD.11.5.14	Output 14	bool		
QXD.11.5.15	Output 15	bool		
QXD.11.5.16	Output 16	bool		
QXD.11.5.17	All Outputs	dword		

Voidaksesi käyttää ohjelmaa ja testata sitä, on se ladattava automaatiojärjestelmään.

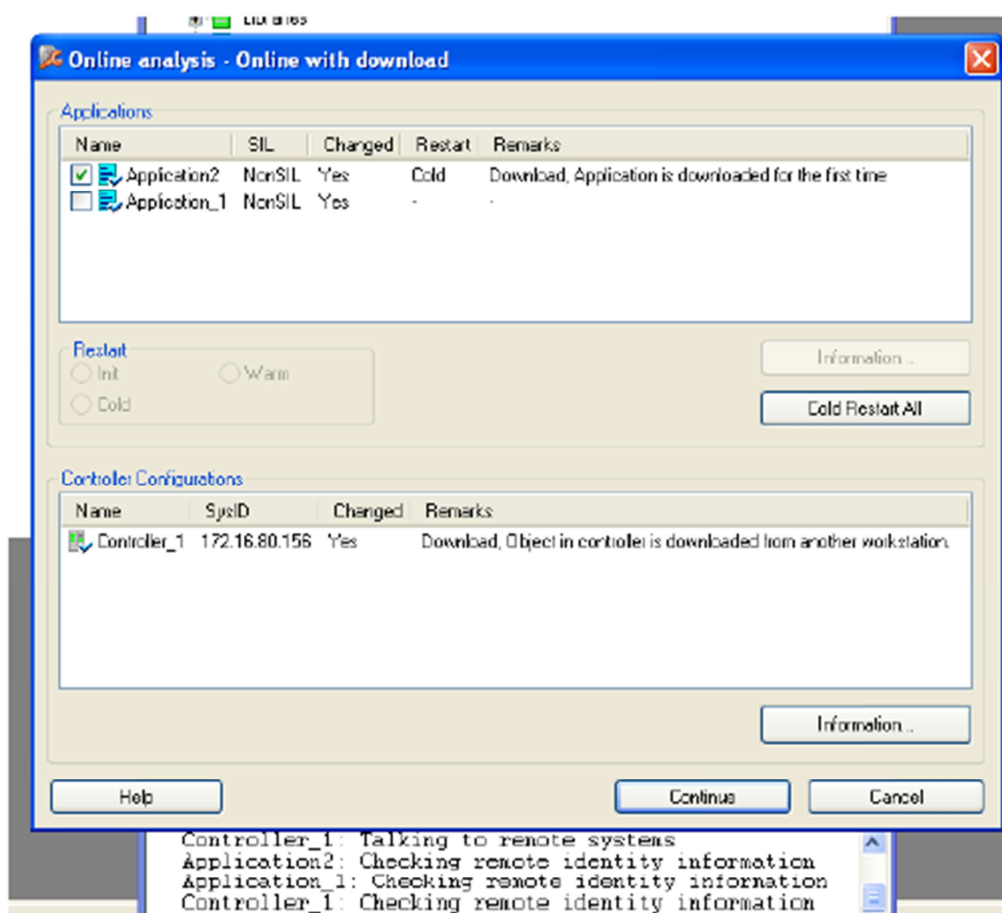


Jollei Task-kytkentää ole

(Controllr\_1.Fast)

Mutta ensin se on linkitettävä Taskeihin, Control Builder M, aktivoi Application2, valitse hiiren oikealla Properties>> Task Connection>> alasvetovalikosta Controller1.Fast. Huom! Jos samaa Taskia ei voi määrittää kahdelle eri sovellukselle, tarvittaessa editoi lisää Taskeja). Nyt sovellukselle on annettu normaali tehtävän suoritus aika.

Control Builder M >> aktivoi Application2 Tools >> Download Project and Go Online tai hiiren oikealla). Rasti se sovellus jota olet lataamassa, Continue. Jos ei virheitä voit testata ohjelmaa

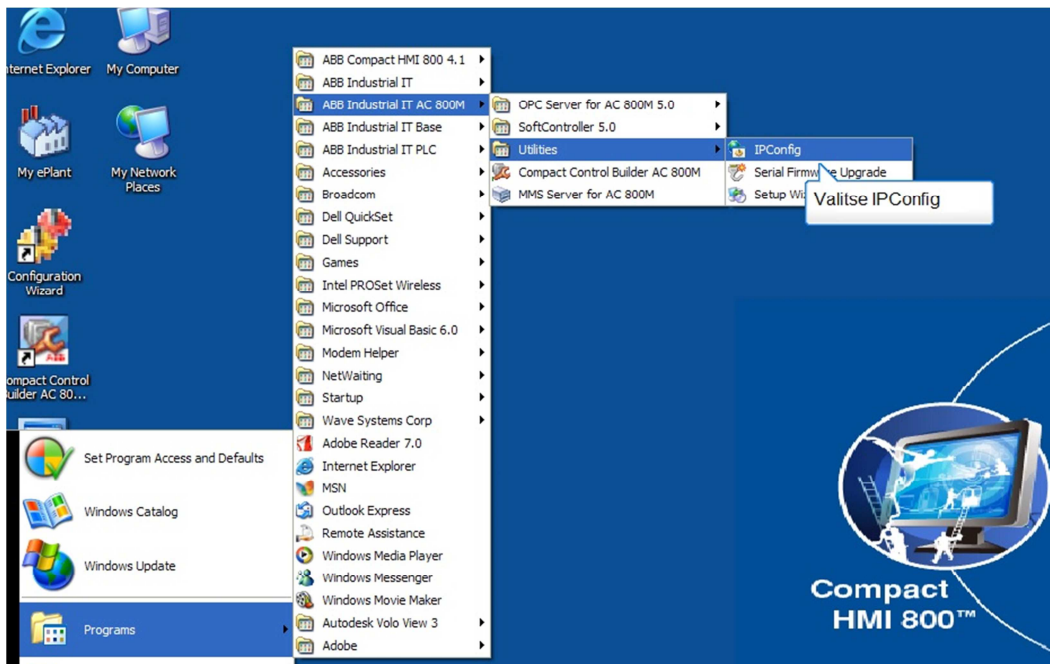


## Liite 3

Aloita konfigurointi menemällä tietokoneen työpöydälle (Kuva 1) ja mene programs osion kautta IPConfig osioon (Kuva 2).

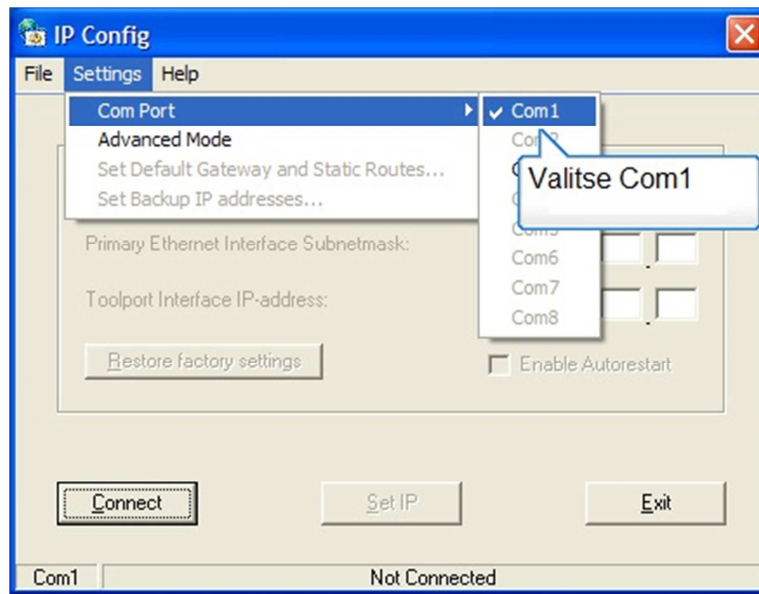


Kuva 1. Työpöytä



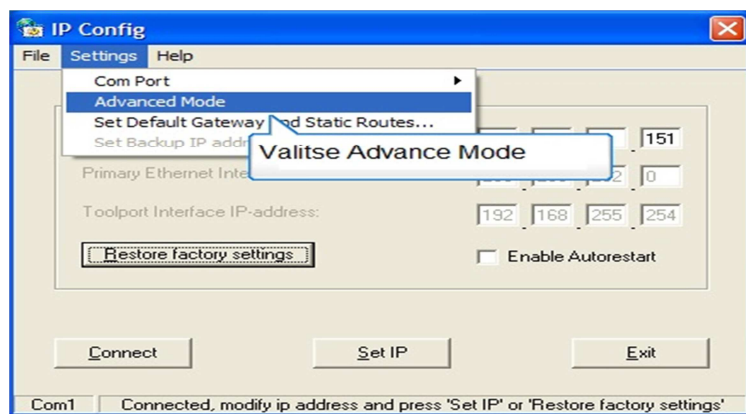
Kuva 2. IPConfig

Sieltä pitäisi aueta seuraavanlainen ikkuna (Kuva 3), josta valitaan Settings-osiosta Com Port ja sieltä Com1. Kun olet valinnut Com1, paina Connect nappia.



Kuva 3. IP- konfigurointi

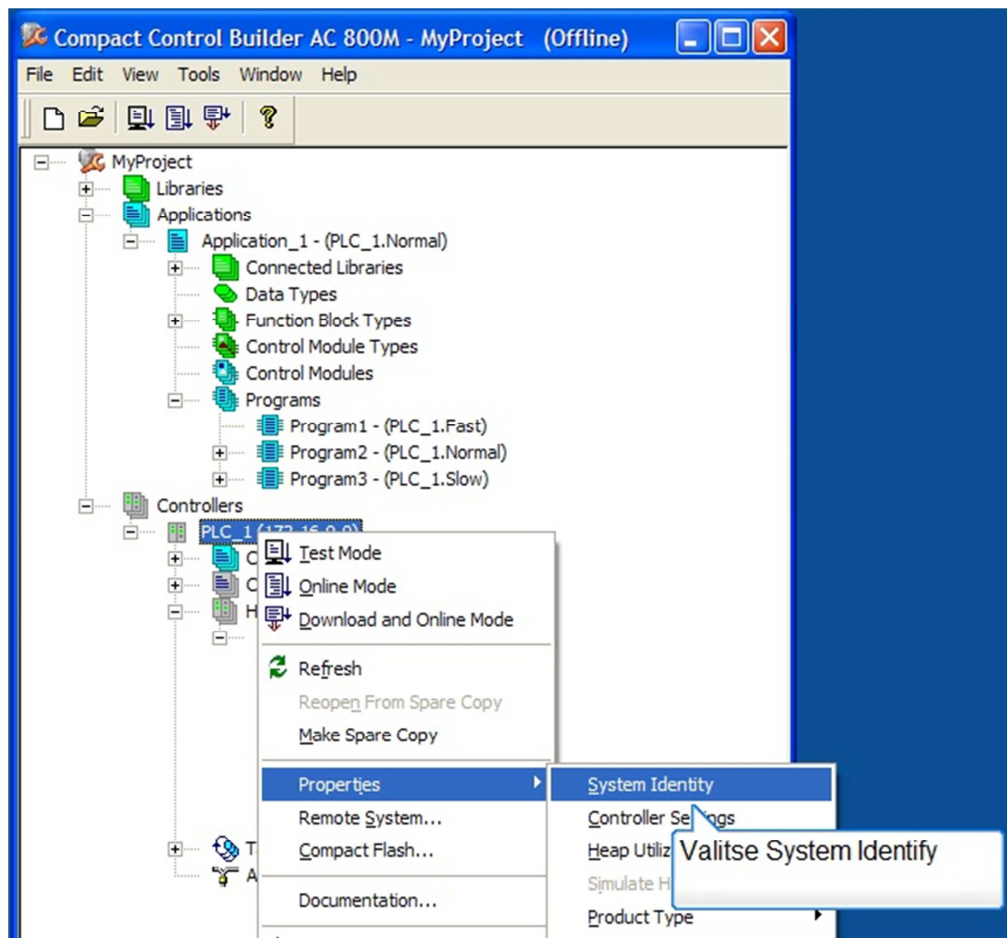
Yhdistämisen jälkeen on IP Config hakenut osoitteet ja ne ilmestyvät niille kuuluville paikoille ikkunassa. Kirjoita muistiin Primary Ethernet Interface IP-Address osioon tuleva osoite, sillä tarvitset sitä myöhemmin. Tämän jälkeen mene uudelleen Settings-osioon. Tällä kertaa valitse sieltä Advance Mode (Kuva 4). Sen jälkeen paina Set IP nappia, jolloin ohjelma kysyy varmistuksen IP:n asettamisesta ja jos olet siihen tyytyväinen paina OK ja sen jälkeen Exit.



Kuva 4. IP- konfiguroinnin varmistus

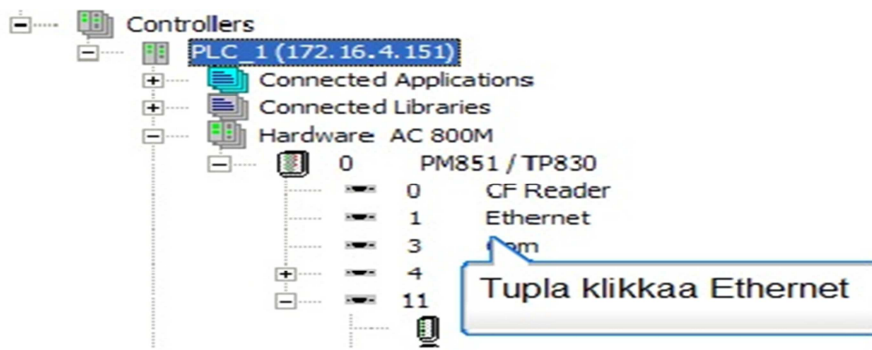


Nyt olet konfiguroinut IP- osoitteet softwaren puolelle. Seuraavaksi asetetaan sama hardwaren puolelle. Mene työpöydälle (Kuva 1) ja aukaise sieltä Control Builder M (Kuva 5). Hae projektipuusta Controllers-osio, sen alta löytyy PLC tai sen uudelleen nimetty osa (Minun tapauksessa se oli nimetty uudelleen Controller\_1:ksi) ja aukaise se hiiren oikealla näppäimellä ja sieltä Properties ja sen alta System Identify.



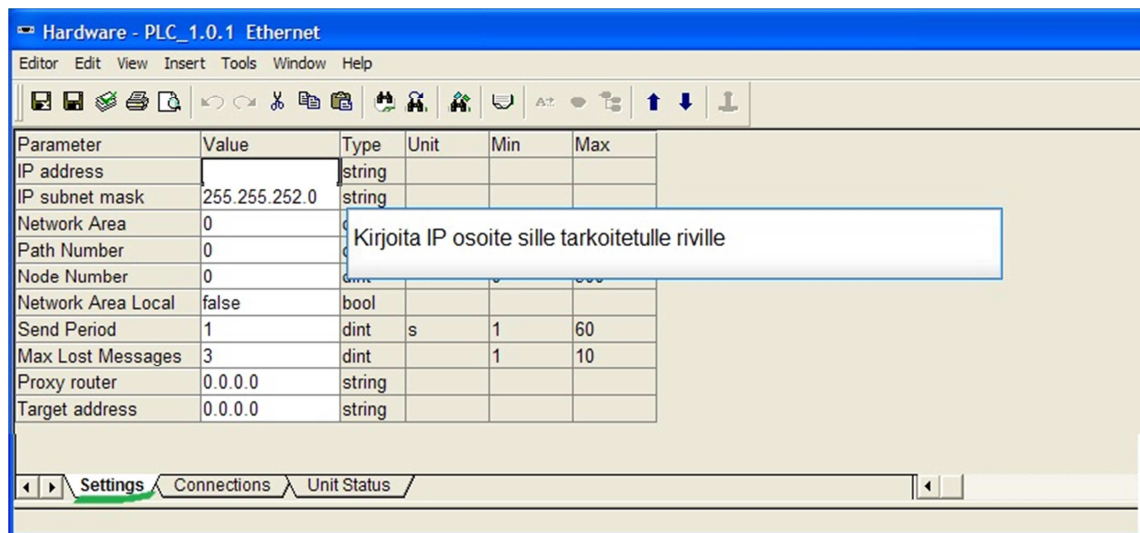
Kuva 5. Hardware IP- osoitteen asettaminen

Sieltä aukeaa ikkuna johon laitetaan muistiin kirjoittamasi IP- osoitteen. Tämän jälkeen aukaise Hardware AC 800M alta Ethernet osio (Kuva 6).



Kuva 6. Ethernet IP- osoite

Ethernetin IP-osoiteasetuksiin pääset käsiksi ikkunan vasemmassa alalaidassa olevan Settings-välilehden kautta (Kuva 7) ja kirjoita siellä sille varattuun parametritaulukossa olevaan osioon haluttu IP-osoite.



Kuva 7. Hardwareosion IP-osoitteen parametritaulukko

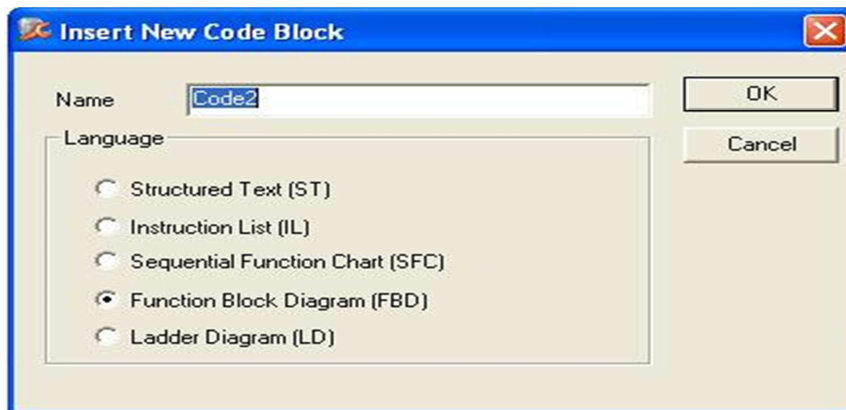
Nyt sinulla pitäisi olla molemmat niin softwaren kuin hardwaren IP-osoitteet konfiguroituna.

## Liite 4

On myös mahdollista, että haluamasi logiikkaohjelma ei mahdu yhdelle ohjelmakoodivälilehdelle. Välilehtiä voit lisätä klikkaamalla vasemmassa alalaidassa olevasta Code1 (tai uudelleen nimeämästäsi) välilehden nimen päällä hiiren oikealla ja valitse insert (Kuva 1). Avautuvassa ikkunassa voit nimetä välilehden ja valita sen kielen (Kuva 2).



Kuva 1. Ohjelmakoodivälilehden lisääminen



Kuva 2. Uuden välilehden nimen ja kielen valinta