

Rodi Kenda

# Opetusympäristön kehittäminen Vantaan ammattiopisto Varian automaatiolaboratorioon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

25.4.2018

<p>Tekijä(t) Otsikko</p> <p>Sivumäärä Aika</p>	<p>Rodi Kenda Opetusympäristön kehittäminen Varia ammattiopiston automaatiolaboratorioon</p> <p>30 sivua + 4 liitettä 25.4.2018</p>
<p>Tutkinto</p>	<p>Insinööri (AMK)</p>
<p>Koulutusohjelma</p>	<p>Automaatiotekniikka</p>
<p>Suuntautumisvaihtoehto</p>	
<p>Ohjaaja(t)</p>	<p>Lehtori Timo Tuominen Tuntiopettaja Mikko Fischer</p>
<p>Tämä insinööri työ toteutettiin Vantaan ammattiopisto Varian sähkö- ja automaatioasentajakoulutus yksikölle. Insinööri työnsä tavoitteena on suunnitella, kehittää, ohjelmoida sekä luoda käyttöliittymä automaatiotekniikan opetukseen nykyaikainen kappaleenkäsittelylaitteisto koulutustarkoitukseen.</p> <p>Projekti aloitettiin suunnittelemaan ammattiopiston laitteiston kehitysmahdollisuuksia. Kehitys ja ohjeet suunniteltiin vastaamaan opiskelijoiden tarpeita nykyajan työelämässä. Tämä toteutettiin käyttäen Omronin logiikkaa ja laitteistoja sekä Sysmac Studiota ohjelmointiin, joka oli koululle ennestään tuntematon.</p> <p>Kappaleenkäsittelylaitteisto päivitettiin nykyaikaiseksi päivittämällä se Omronin logiikkaan ja laitteistoihin. Kappaleenkäsittelylaitteistoon tehtiin perusparannus ja lisättiin lukuisia uusia toimilaitteita. Ohjekirja laitteen käytöstä ja ohjelmoinnista tulostettiin Vantaan ammattiopisto Varialle, josta opiskelijat ja opettajat voivat laitteiston avulla harjoitella asentamista, ohjelmointia, säätöä, huoltamista sekä korjaamista.</p>	
<p>Avainsanat</p>	<p>Automaatiotekniikka, Ohjelmointi, Kunnossapito</p>

Author(s) Title Number of Pages Date	Rodi Kenda Developing the Teaching Environment for Varia Vocational College Automation Laboratory 30 pages + 4 appendices 25 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Timo Tuominen, Senior Lecturer Mikko Fischer, Teacher
<p>This engineering work was carried out for Vantaa Vocational College Varia's Electric and Automation Installation Training Unit.</p> <p>The aim of the Bachelor's study was to design, develop, program and create a user interface for teaching automation technology with a modern automated sorting machine for educational purposes.</p> <p>The project was started by designing the opportunities for development of vocational school equipment. Development and guidance were designed to meet the needs of students in today's working life. This was accomplished using Omron's logic and hardware as well as Sysmac Studio programming, which was a previously unknown to Vantaa Vocational College of Varia.</p> <p>The automated sorting machine was upgraded to Omron's logic and hardware. A major upgrade was made to the track handling equipment and a number of new actuators were added. The instructions for use and programming of the control equipment has been created for Vantaa Vocational College Varia, where students and teachers can practice installation, programming, adjustment, maintenance and repair work on</p>	
Keywords	Automation technology, Programming, Maintenance

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoitteet ja toteutus	1
1.3	Työn rajaus	2
2	Yritys	2
2.1	Vantaan ammattiopisto Varia	2
2.2	Omron	2
3	EU:n konedirektiivi 2006/42/EY	3
3.1	Turvalaitteilta vaadittavat ominaisuudet	3
3.2	SFS-EN ISO 13850	3
4	Kappaleenkäsittelylaitteiston toimintaperiaate	4
5	Asennus ja käyttöönotto	7
5.1	EtherCAT	8
5.2	NJ1-Koneohjain	8
5.3	Taajuusmuuttaja	9
5.4	Servo-ohjaus	10
5.5	Paineilma	11
5.6	HMI -näyttöpäätte	12
5.7	Turvaohjain ja moduulit	13
6	SMC-ohjatun askelmoottorin toimintaperiaate	14
7	Turvallisuus	17
7.1	SFS-EN ISO 13849-1	17
7.2	Laitteiston turvallisuus	18
7.3	NX-turvaohjelma	18
8	Ohjelman toiminta	20
8.1	Sysmac Studio	20
8.2	Ohjelman aloitus	21

8.3	Sektio 1	21
8.4	Sektio 2	22
8.5	Näyttöpäätteen ohjelmointi	25
9	Yhteenveto	26
10	Lähteet	28
Liitteet		
Liite 1. Prosessikaavio		
Liite 2. Näyttöpääte		
Liite 3. Laitteiston layout ja pääkomponentit		
Liite 4. Ohjekirja		

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Vantaan kaupungin ammattiopisto Varia pyrkii uudistamaan laitteistoaan ja kalustoaan, ja sitä pyritään parantamaan jatkuvasti vastaamaan nykyajan tarpeita työelämässä. Laitteistojen parantamiseksi Varia on tilannut Omronilta NJ-koneohjaimia, laitteistoja ja näyttöpäätteitä.

Projektiin pyydettiin mukaan kehittämään ja käyttöönottamaan uudet laitteet opetusympäristöön sekä luomaan selkeät käyttöohjeet niihin opiskelijoille. Tarkoituksena on luoda opiskelijoille opetusympäristö, joka vastaa teollisuuden vaatimuksiin niin käytännössä kuin teoriassa. Näin opiskelijat saavat mahdollisuuden kokeilla tilanteita, joita voi tulla eteen tehdasympäristössä.

## 1.2 Työn tavoitteet ja toteutus

Tässä insinööriyössä valmistetaan Vantaan ammattiopisto Varian sähkö- ja automaatioasentaja koulutusta varten automaattinen kappaleenkäsittelylaitteisto. Työn tavoitteena on, että suunnitellaan automaatiotekniikan opetukseen nykyaikainen laitteisto käyttäen Omronin logiikkaa ja laitteistoa, joka on koululle ennestään tuntematon. Ensimmäinen tehtävänä on automaattisen lajittelukoneen suunnittelu, testaus sekä dokumentointi.

Opiskelijat voivat laitteiston avulla harjoitella komponenttien asentamista, säätöä ja ohjelmointia sekä korjaamista ja huoltamista. Laitteiston tulisi sisältää sähköisiä laitteita ja komponentteja sekä pneumaattisia laitteita ja laitteisiin liittyvän ohjauksen ja sen toiminnan vaatiman anturoinnin.

### 1.3 Työn rajaus

Työstä rajattiin pois kappaleiden syöttö robotilla hihnakuuljettimelle eli se toteutettiin käsin. Opiskelijat saattavat keksiä tulevaisuudessa tähän parempia vaihtoehtoja. Myös laitteiston mekaanisten osien parantelu rajattiin tämän työn ulkopuolelle.

## 2 Yritys

### 2.1 Vantaan ammattiopisto Varia

Vantaan ammattiopisto järjestää Variassa monimuotoista toisen asteen koulutusta nuorille ja aikuisille. Opistossa on mahdollista opiskella 25 ammatilliseen perustutkintoon, aikuiskoulutuksena lisäksi useisiin ylempiin ammattitutkintoihin. Yrityksille ja yhteisöille tarjotaan räätälöityä koulutuspalveluja. Tällä hetkellä Variassa on noin 3 800 opiskelijaa, joista 2 700 nuoria ja 1 100 aikuisopiskelijaita. [1.]

Varian tavoitteena on antaa opiskelijoilleen työelämän vaatimat perustaidot, käytännön ammattitaito, joka opitaan oikeissa työtehtävissä työpaikoilla. Kaikkiin perustutkintoihin liittyy vähintään puoli vuotta työpaikoilla tapahtuvaa oppimista. [1.]

### 2.2 Omron

Omron on elektroniikka- ja automaatioteknologiayritys, jonka konttorit Suomessa sijaitsevat Espoossa, Kuopiossa ja Tampereella. Omronin pääkonttori sijaitsee Japanin Kyotossa. Omron toimii yli 30 eri maassa ja työllistää noin 36 000 työntekijää. [2.] Omron perustettiin vuonna 1933, jolloin se oli vielä *Tateishi Electric Manufacturing Company* Kioton Omurossa, josta yhtiön on myöhemmin saanut nimensä Omron. [2.] Omron on tunnettu muun muassa teollisuusautomaatiosta, elektronisista komponenteista ja terveydenhoidosta. [2.]

### 3 EU:n konedirektiivi 2006/42/EY

EU:n konedirektiivillä on yhdenmukaistettu koneiden turvallisuusvaatimukset.

Konedirektiivin liite I edellyttää, että koneen valmistajan – tai joissain tapauksissa maahantuojan, myyjän tai muun koneen markkinoille saattajan, jos varsinainen valmistaja ei ole koneen markkinoille saattaja – on suoritettava koneen turvallisuussuunnittelu (riskin arviointi ja riskin pienentäminen) ottaen huomioon kaikki koneeseen liittyvät terveys- ja turvallisuusriskit koneen elinkaaren kaikissa ennakoitavissa olevissa vaiheissa. Tältä pohjalta kone on suunniteltava ja rakennettava tarkoitettuun käyttöön sopivaksi ja turvallisesti ottaen huomioon myös kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. [3;4.]

#### 3.1 Turvalaitteilta vaadittavat ominaisuudet

Turvallisuus perustuu siihen, että turvalaite ja sen yhteydessä oleva ohjausjärjestelmän osa huolehtii aina luotettavasti siitä, että koneen liikkeet pysähtyvät ennen vaarakohtaan ehtimistä. Turvalaite on aina asennettava riittävän etäälle vaaravyöhykkeestä, että kone voi pysähtyä luotettavasti havaitsemisvyöhykkeellä, kun esimerkiksi valoverho havaitsee ihmisen tai sen kehon osan.

Turvalaite estää koneen odottamattoman käynnistyksen. Turvalaitteen täytyy aina varmistaa, että koneen liikkuviin osiin päästään koskemaan vain silloin, kun laite on pysähtynyt. [4.] Direktiivi edellyttää myös, että suojausten ja turvalaitteiden on pysyttävä paikoillaan ja oltava kestäviä eikä saa aiheuttaa lisävaaraa. [4.]

#### 3.2 SFS-EN ISO 13850

Standardi määrittelee hätäpysäytystoiminnon seuraavasti: [5.]

Hätäpysäytystoiminnon tarkoituksena on torjua henkilöiden käyttäytymisestä tai odottamattomasta vaarallisesta tapahtumasta johtuvat todelliset tai uhkaavat hätätilanteet.

Hätäpysäytystoiminto käynnistetään yhdellä ihmisen suorittamalla toimenpiteellä. Hätäpysäytystoiminnon on oltava saatavilla ja toimintakunnossa koko ajan. Sen on oltavakoneen kaikkien toimintatapojen aikana ensisijainen muihin toimintoihin ja käyttötoimenpiteisiin nähden heikentämättä muita suojaavia toimintoja (esim. loukkuun jääneiden henkilöiden vapauttaminen, palontorjunta). [5.]



Työssä käytetään pysäytysluokkaa 0, joka aiheuttaa välittömän tehon katkaisun toimilaitteelle, kun hätäpysäytysnappia on painettu.

#### **4 Kappaleenkäsittelylaitteiston toimintaperiaate**

Kappaleenkäsittelylaitteisto, joka ilmenee kuvassa 1 lajittelee palikoita tunnistaen kaksi väriä, sinisen ja punaisen. Kappaletorneissa on neljä paikkaa palikoille. Palikan koko on 50x100x50 mm. Lisäksi siitä löytyy induktiivinen anturi, jolla voidaan havaita, onko kappale metallia vai ei. Palikat syötetään kokonaisuuden vasempaan päätyyn liukuhihnalle yksi kerrallaan ja käynnistetään hihna. Seuraavaksi värintunnistusanturi tunnistaa kappaleen värin: jos palikka on punainen, käynnistyy palikan poistosekvenssi, joka antaa käskyn ohjata palikka hylkäyshihnalle. Kun palikka on sininen, käynnistyy siirtosekvenssi. Prosessikaavio on selitettynä selkeämmin liitteessä 1.

Seuraavaksi optinen kytkin pysäyttää hihnan ja antaa käskyn pneumaattiselle manipulaattorille, joka nappaa kappaleesta kiinni ja siirtää sen paineilman avulla toiseen päähän, josta manipulaattori tarttuu palikasta kiinni. Kappaleen ollessa sininen, manipulaattori pudottaa kappaleen tyhjälle kappaletorni paikalle.

Kappaleen ollessa punainen, manipulaattori siirtää palikan servo-ohjatulle askeltavalle kuljettimelle. Askeltava kuljetin siirtää tämän jälkeen kappaleen hylkäyshihnan kohdalle. Tässä kohdassa pneumaattinen manipulaattori työntää palikan hylkäyshihnalle, joka ohjaa kappaleen hylkylaatikkoon. Tämän jälkeen askelmoottori, aktuaattori ja askeltava kuljetin palaavat lähtöasentoon. Jos järjestelmän ilmapaine on liian matala, ohjelma antaa hälytyksen.

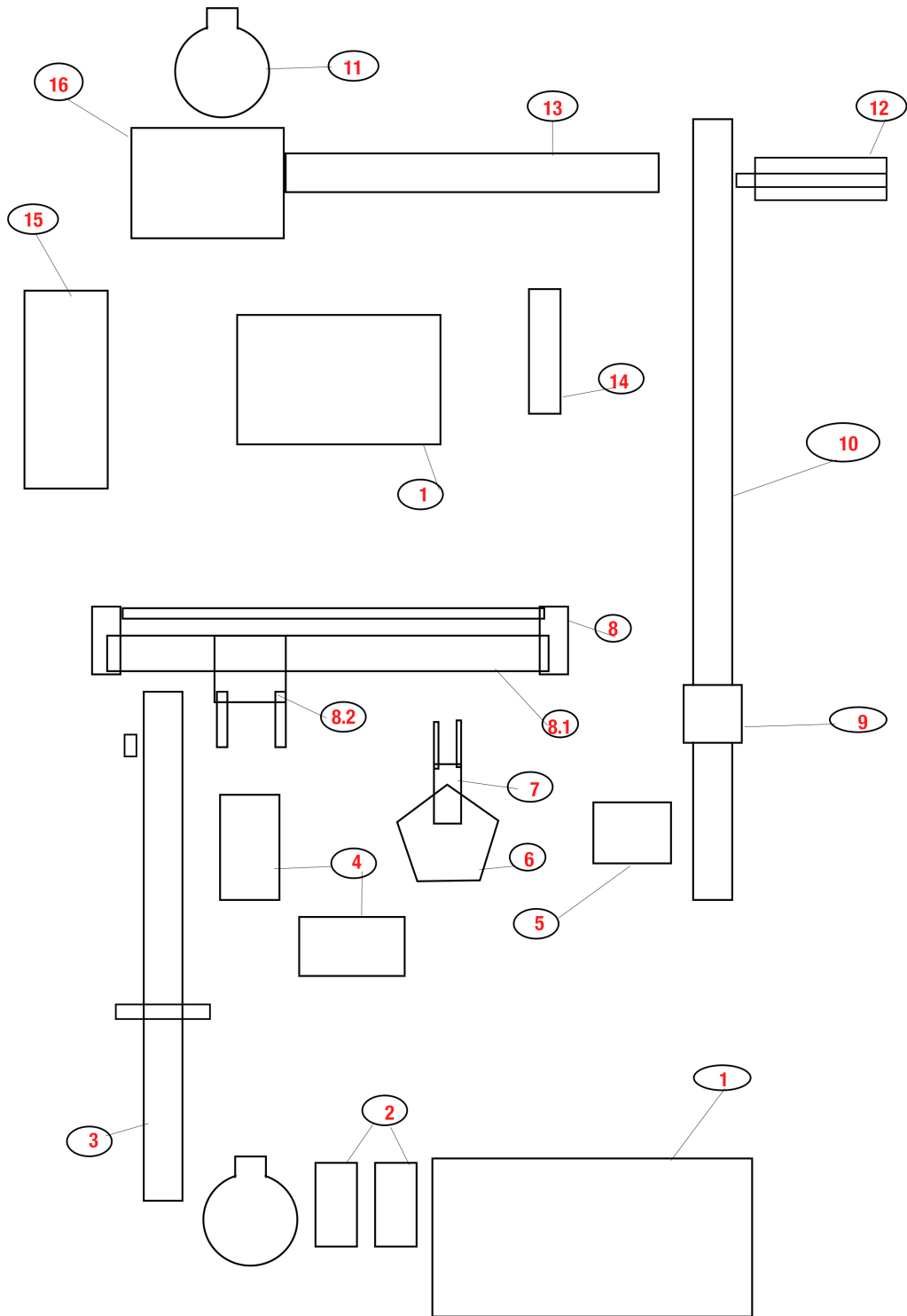


Kuva 1. Kuvassa insinööriyön kappaleenkäsittelylaitteisto.

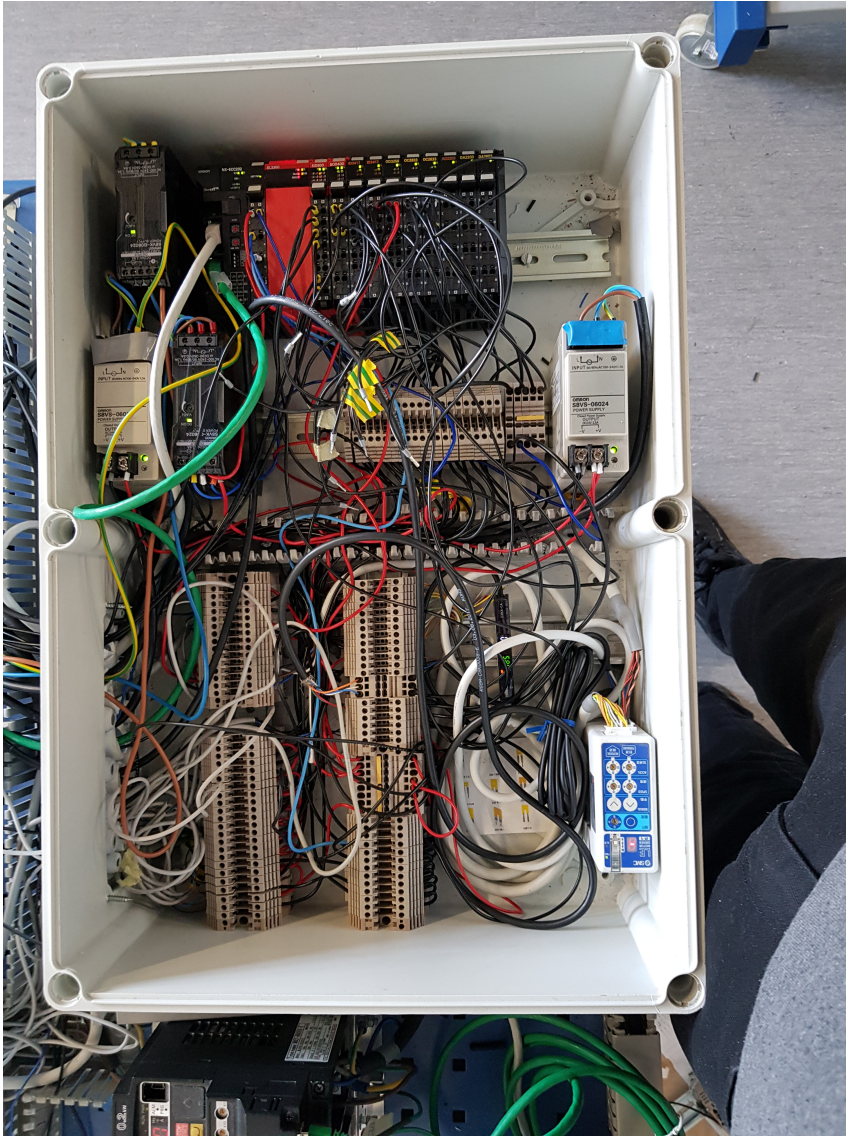
Laitteiston ohjaus toteutetaan Omron NJ-1001-logiikalla, jossa käytetään EtherCAT-kenttäväylää sekä EtherNet/IP:tä laitteiden kommunikointiin. EtherNet/IP kommunikoi HMI-paneelin, logiikan ja tietokoneen kanssa. EtherCAT kommunikoi taajuusmuuttajien, pneumaattisen venttiiliryhmän, I/O-keskuksen (kuva 2) ja servoajurin kanssa. I/O-väylään on liitetty analogiset ja digitaaliset sisääntulot sekä ulostulot (kuva 3 ja kuva 4). Tämän avulla voidaan esimerkiksi ohjelman kautta kontrolloida analogisilla ulostuloilla taajuusmuuttajia. Digitaalisilla ulostuloilla kontrolloidaan servoajuria, paineen ilman venttiiliryhmää, SMC-askelmootoria sekä antureita. Digitaalisiin sisääntuloihin tulee kytkimet ja yksiköiden tilat. Kuvassa 3 on piirrettyä laitteiston layout ja pääkomponentit. Kuvassa olevat numeroidut laitteet ovat listattuna liitteessä 3



Kuva 2. Kuvassa kappaleenkäsittelylaitteiston I/O keskus.



Kuva 3. Laitteiston layout ja pääkomponentit.



Kuva 4. Kuvassa asennuskotelo ja riviliittimet.

## 5 Asennus ja käyttöönotto

Laitteisto oli asennettu osittain jo valmiiksi ennen kuin saavuttiin tekemään opinnäyte-työtä Varialle. Oli päätetty esimiehen kanssa, että lisätään laitteeseen lisää toimilaitteita, servoajuri, virtalähteitä, askelmoottori ja pneumaattinen venttiiliryhmäjärjestelmä tarpeen mukaan. Varialla haluttiin, että laitteisto päivitetäisiin nykyaikaan, joten päätettiin päivittää laitteisto EtherCAT-väylään.

## 5.1 EtherCAT

Kenttäväylä on teollisuuden tekniikka, joka on standardisoitu IEC 61158 standardissa. EtherCAT (Ethernet Control Automation Technology) on Beckhoff:n vuonna 2003 kehittämä Ethernetin reaaliaikaratkaisu [6.]. EtherCATin protokollaratkaisu on täysin standardi-Ethernetistä poikkeava. Verkossa on yksi master-laite, ja verkon loput laitteet ovat slave-laitteita [6.].

## 5.2 NJ1-Koneohjain

Ohjelmoitava logiikka (*Programmable Logic Controller*) eli PLC tai logiikka on pieni tietokone, jota käytetään tosiaikaisten automaatioprosessien ohjauksessa, kuten esimerkiksi NC-koneen tai tehtaan kokoamislinjan ohjaamisessa. [7.]

Varialla haluttiin siirtyä pois Siemensin S7-logiikoista, joten valittiin koneohjaimeksi Omronin uusin koneohjain NJ1000 EtherCAT-ominaisuudella (kuva 5). Se on ideaalinen vaihtoehto pienten koneiden 1-2 servoakselin ohjaukseen ja synkronoi konelaitteet ja sisältää toiminnollisuuksia kuten liike, robotiikka ja tietokantayhteys. [8.] Asennettiin NJ1000:lle oma virtalähde ja tuotiin koneohjaimelle 24 VDC virtalähteestä. Sen jälkeen liitettiin Ethernet-kaapeli EtherNET/IP-porttiin ja toinen pää tietokoneen Ethernet-porttiin. Näin saatiin logiikkaan yhteys ja pystyttiin viemään ohjelma logiikalle ja tuomaan logiikasta ohjelma.



Kuva 5. NJ-koneohjain. [9.]

### 5.3 Taajuusmuuttaja

Aluksi vaihdettiin OMRON MX2-taajuusmuuttajat (kuva 6) EtherCAT-väylään sopiviksi, jotta päästäisiin testaamaan hihnakuljettimia ja moottorien toimintaa. EtherCATin avulla pääsee ohjaamaan moottorin nopeutta digitaalisesti suoraan tietokoneelta. Tämä onnistuu mutkitta, sillä Omronin Sysmac Studio, jolla laitteisto ohjelmoitiin tunnistaa automaattisesti Omronin tuoteryhmään kuuluvat tuotteet.



Kuva 6. Kuvassa Omron MX2-taajuusmuuttaja. [10.]

#### 5.4 Servo-ohjaus

Servo-ohjaukseen valittiin Omronin R88D-KN-ECT-servo-ohjain (kuva 7), jonka avulla ohjattiin Omronin R88M-G10030H-servomootoria (kuva 8). Servomootoria käytetään ja tarvitaan tarkkuutta vaativissa kohteissa. Projektissa tarvittiin sitä paikantamaan kuljettimen kotiaseman ja hylkäyslinjan aseman, jotta sylinteri osuisi kuljettimen reiästä läpi työntämään palikan hylkäyslinjalle. Asennuksessa oli alussa ongelmia, nimittäin kytkennöissä oli virheitä ja sähkönsyöttö alkoi olla liian pientä laitteiston vaatimukselle. Tämä aiheutti jatkuvasti sulakkeiden palamisen ja vaikeuksia kuten virtalähteiden ja servo-ohjaimen sammumisen, joten päätettiin suurentaa sähkönsyöttöä mikä ratkaisi heti ongelmat.



Kuva 7. Kuvassa R88D-KN[]-ECT-servoajuri. [11.]



Kuva 8. G-sarjan moottorit, R88M-G. [12.]

## 5.5 Paineilma

Ostettiin SMC EX260-peruslevy (kuva 9), johon koottiin venttiiliryhmäjärjestelmä laitteistoon, joka olisi EtherCAT-väylään sopiva. Asennettiin siihen kuusi jousipalautteista 5/2-venttiiliä. Solenoidiventtiilit kytkettiin suoraan kiinni venttiilipohjaan. Johdotuksista ei tarvinnut välittää, sillä liittimet ovat korvanneet johdotukset venttiilipohjalevyllä. Laite tarvitsi kaksi eri 24 V:n potentiaalia: yksi SI-yksikölle ja toinen solenoidiventtiileille. Paineilma saatiin kätevästi venttiiliyksikölle oppilaitoksen paineilmaverkosta. Letkut kytkettiin robottikäsiin ja sylintereihin, jotta nämä toimisivat toivotulla tavalla.





Kuva 9. SS0750 pistokeliitin jossa on EX260 sarjapääte [13.]

## 5.6 HMI -näyttöpääte

Käytettiin työssä näyttöpäätettä NA5 (kuva 10), jota ohjelmoidaan Sysmac Studio -ohjelmaa käyttäen. Näyttö toimii 24 V:n tasavirralla, jonka kautta laitteen voi käynnistää ja nähdä liikkeit. Yhdistettiin laitteen Ethernet/IP-väylään ethernet-jakajan avulla, jotta se pystyisi lukemaan logiikan ohjelmia. Laite ei ensin toiminut ohjelmassa, sillä siinä oli ollut tehtaan IP-osoite päällä, joten se piti vaihtaa sopivaksi, jonka jälkeen laite yhdistyi Sysmaciin, josta sitten pystyi päivittämään laitteen uudempaa järjestelmäversioon.

Tämän kanssa oli ongelmia heti päivityksen jälkeen, sillä laite ei aina hyväksynyt IP-osoitetta ja se piti avata ja ladata sisään uusi ohjelma ja käynnistää uudelleen silloin tällöin. Yhdistettiin näyttöpääte USB-johtimella kiinni tietokoneeseen, jotta saataisiin suora yhteys ja päästiin päivittämään näyttöpääte vielä uudempaan versioon sekä

saamaan laite toimintakuntoon. Tämäkään ratkaisu ei auttanut lukemaan logiikkaa ohjeista huolimatta, joten päätettiin tehdaspalauttaa näyttöpäätte kokonaan ja koettaa uudella päivityksellä asentaa laite uudestaan kiinni väylään. Tämä onnistui ja se alkoi lukea tietoa väylästä. Ongelmana oli se, että laiteessa oli pyörinyt vanha ohjelma ja informaatio, joka oli jäänyt edelliseltä päivältä. Tähän toimi vain se, että piti tehdaspalauttaa koko näyttöpäätte.

Eri nappulat ja kuviot näyttöpäätteellä kertovat eri toiminnoista. Päätteestä löytyy nappeja, kuvioita, jotka kuvaavat hihnoja sylintereitä, laskureita yms. Näyttöpäätteeseen ei tarvitse erikseen kirjoitella bittitietoja, sillä se lukee bitit itse automaattisesti logiikalta.

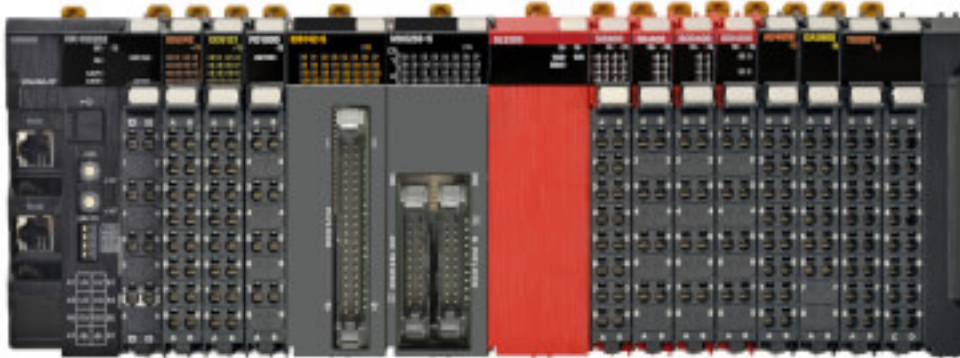


Kuva 10. NA5-näyttöpäätte. [14.]

## 5.7 Turvaohjain ja moduulit

EtherCAT-linkkiyksikön kautta saatiin kytkettyä NX-SL3300-turvaohjaimen (kuva 11) väylään sekä turva I/O-moduulit ja I/O-kokoonpanon, jonka avulla voidaan monitoroida sekä käsitellä ohjauslogiikassa. I/O-kokoonpanossa oli kaksi kappaletta Omronin NX-ID3417 digitaalista sisääntuloyksikköä ja yksi kappale NX-OD3256 digitaalista

ulostuloyksikköä. Myöhemmin lisättiin kaksi NX-OC2633-releulostuloa. Käyttämättä jäi analogiset tulot ja lähdöt, sillä ei koettu tällä hetkellä niille käyttöä tässä työssä, mutta pidettiin ne tulevaisuutta varten keskuksessa.



Kuva 11. NX-turvaohjain. [15.]

## 6 SMC-ohjatun askelmoottorin toimintaperiaate

Työssä käytettiin SMC LER50K 14-paikkaista askelmoottoria (kuva 15). Askelmoottoria ohjattiin käyttäen SMC LECP1-askelmoottorin ohjauskeskustaa (kuva 14). Tutustuttiin alussa valmistajan sivuilla olevaan materiaalin ja kytkentäkaavioihin. Kytkennät oli helppo suorittaa, sillä jokaiselle kaapelille oli määrätty oma paikkansa ohjauspaneelissa (kuva 12).

Kuvassa 17 on selitetty kuinka ohjauksen tuleva 24 VDC:n (tasavirta) tuodaan, ja on erityisen tärkeää, että IO-kaapeli saa 24 VDC eri potentiaalista eli toisesta virtalähteestä. Tämä tuotti alussa ongelmia, sillä 24 V oli tuotu samasta virtalähteestä, jossa oli jo moottori kytkettynä. Tämä aiheutti ylikuormaa, kunnes saatiin ongelma selville.

IO-kaapelin johtimet tuodaan I/O-keskukseen siten, että yhdistämällä sähköä eri johtimiin ohjelmalla saadaan opetettua moottori haluttuun asemaa. Kaikki johtimet tulisi laittaa I/O-keskukseen ja ohjata sieltä logiikkaan. Kaikkia johtimia käytettiin logiikan inputissa ja samoin outputissa askelmoottorissa, jolla saatiin ohjattua moottoria neljäntoista (14) eri paikkaan. Tämä käy ilmi seuraavasta kuvasta 13.

Input Signal [IN0 - IN3] Position Number Chart ○: OFF ●: ON

Position number	IN3	IN2	IN1	IN0
1	○	○	○	●
2	○	○	●	○
3	○	○	●	●
4	○	●	○	○
5	○	●	○	●
6	○	●	●	○
7	○	●	●	●
8	●	○	○	○
9	●	○	○	●
10 (A)	●	○	●	○
11 (B)	●	○	●	●
12 (C)	●	●	○	○
13 (D)	●	●	○	●
14 (E)	●	●	●	○
Return to origin	●	●	●	●

Output Signal [OUT0 - OUT3] Position Number Chart ○: OFF ●: ON

Position number	OUT3	OUT2	OUT1	OUT0
1	○	○	○	●
2	○	○	●	○
3	○	○	●	●
4	○	●	○	○
5	○	●	○	●
6	○	●	●	○
7	○	●	●	●
8	●	○	○	○
9	●	○	○	●
10 (A)	●	○	●	○
11 (B)	●	○	●	●
12 (C)	●	●	○	○
13 (D)	●	●	○	●
14 (E)	●	●	●	○
Return to origin	●	●	●	●

Kuva 12. SMC I/O. [16.]

Terminal no.	Insulation color	Dot mark	Dot color	Function
1	Light brown	■	Black	COM +
2	Light brown	■	Red	COM -
3	Yellow	■	Black	OUT0
4	Yellow	■	Red	OUT1
5	Light green	■	Black	OUT2
6	Light green	■	Red	OUT3
7	Gray	■	Black	BUSY
8	Gray	■	Red	ALARM
9	White	■	Black	IN0
10	White	■	Red	IN1
11	Light brown	■ ■	Black	IN2
12	Light brown	■ ■	Red	IN3
13	Yellow	■ ■	Black	RESET
14	Yellow	■ ■	Red	STOP

Kuva 13. Johtimien värit ja merkitykset. [17.]



Kuva 14. SMC LECP1 -askelmoottorin ohjauskeskusta. [18.]

LER50K-askelmoottorin (kuva 15) päälle rakennettiin manipulaattori eli toisin sanoen alkeellinen robotti. Manipulaattorin keskelle kiinnitettiin puomi, joka kääntyy askelmoottorin mukana. Puomiin kiinnitettiin kaksi kaksivartista paineilmansylinteriä, joista toinen toimii puomina ja toinen tarttujana. Tarttujana toimivaan sylinteriin liitettiin kaksi metallilevyä, jolla voidaan siirtää kappaleita ohjelmoituihin paikkoihin.

Molemmissa moottoreissa oli ominaisuus, joka ei auennut muuten kuin kokeilun kautta. Joka kerta kun ohjelma ajettiin, oli moottori ajattava kotiasemaan. Manipulaattorin ohjauspaneelista piti valita paikka numero F eli 14 (origin) ja painettava Set-näppäintä. Tällöin manipulaattori osaa kääntää itsensä kotiasemaan, vaikka paikan 14 lähtöjä ja tuloja ei olisi kytketty johtimilla.



Kuva 15. SMC LER50K 14-paikkainen askelmoottori. [18.]

## 7 Turvallisuus

### 7.1 SFS-EN ISO 13849-1

SFS-EN ISO 13849-1:n mukaan jokaiselle valitulle turvallisuuteen liittyvälle ohjausjärjestelmän osalle, joka toteuttaa turvatoiminnon, on arvioitava suoritustaso. [19.] Standardi luettelee näkökohdat, minkä kannalta ohjausjärjestelmän suoritustaso on määritettävä standardin mukaisella riskiarvioinnilla, muun muassa turvatoiminnon käyttäytyminen vikaatilanteissa ja sen systemaattinen vikaantuminen.

Ohjausjärjestelmälle vaaditaan korkeammat vaatimukset, mitä suuremman riskin se tuottaa. Vaaratilanne jaetaan viiteen portaaseen. Suoritustason (PL) ja turvallisuuden eheyden tason (SIL) vastaavuus (kuva 16). PL "a" (matala) käytetään pääasiassa lieviin ja tavallisesti palautuviin vammoihin johtavien riskien pienentämiseen. PL "e" (korkea) vakavimpien riskeihin pienentämiseen. [19; 20.]

SIL saavutetaan arvioimalla ja määrittämällä käytettävän laitteiston aiheuttamien riskien ja vahingon suuruus. Se määritellään pelkästään toiminnolle, ja jokaiselle turvatoiminnolle on määritettävä omakohtainen SIL. [20.]

**Taulukko 3 Suoritustason (PL) ja turvallisuuden eheyden tason (SIL) vastaavuus**

<b>PL</b>	<b>SIL</b> (IEC 61508-1, tiedoksi) tiheiden vaateiden tai jatkuvan toiminnan tapa
a	Ei vastaavuutta
b	1
c	1
d	2
e	3

Kuva 16. Kahden käsitteen (PL ja SIL) suhde. [19].

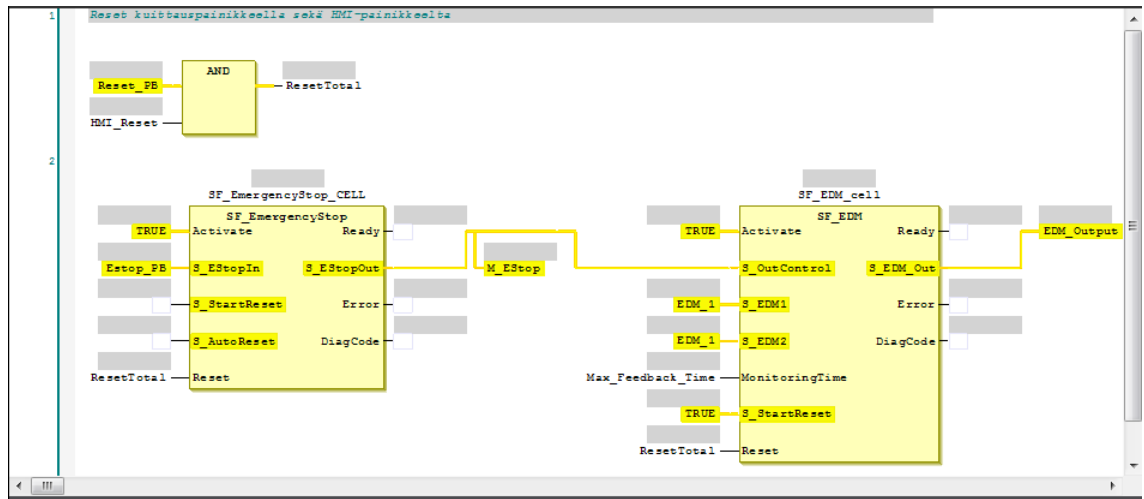
## 7.2 Laitteiston turvallisuus

Suoritustasoksi valittiin PL a, koska laitteisto ei aiheuta vakavia riskejä. Riskit ovat onneksi niin pienet ja vähäiset, PL a:lla ei ole vastaavuutta SIL asteikon kanssa. Turvatulot ja turvalähdöt lisättiin työn loppuvaiheessa, koska haluttiin pitää kiinni siitä, että työ täyt-täisi asetetut turvallisuusvaatimukset ja että opiskelijat ymmärtäisivät turva-automaa-tiota. Päätettiin kytkeä servo-ohjain turvamuoduleihin turvakaapelin avulla, jotta saataisiin ohjattua servon turvatuloja. Tämän avulla voidaan ohjata servoa turvamuodulien avulla ja saadaan hätäpysäytettyä servo-ohjaus hätäpysäytystilaan, jos laitteiston toiminnassa on virheitä, esimerkiksi kappale jäisi jumiin kesken sekvenssin.

## 7.3 NX-turvaohjelma

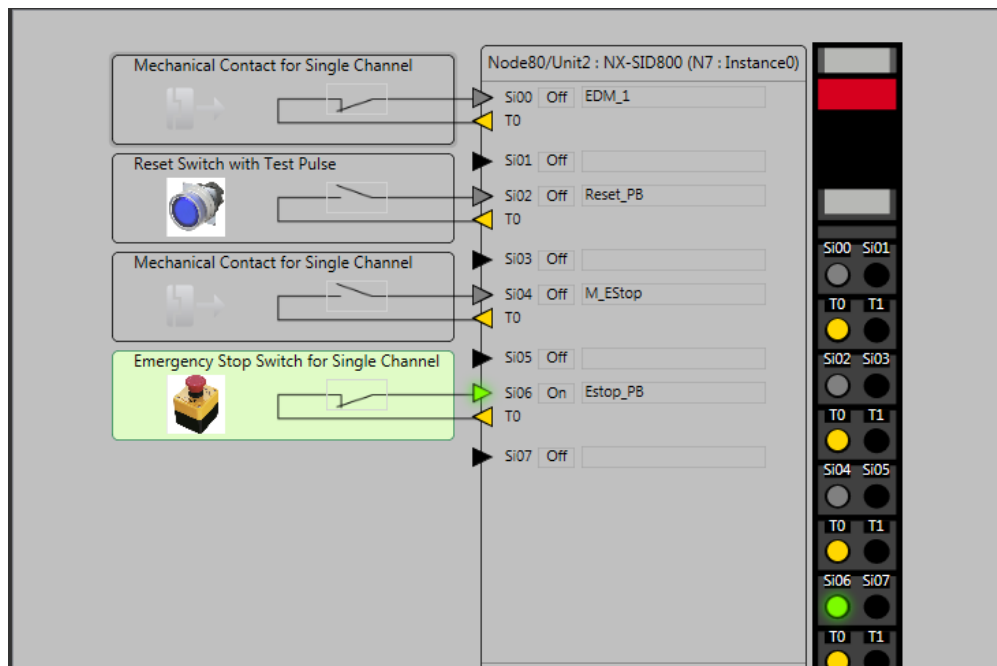
Tämä tapahtuu Sysmac Studion Safety CPU-valikossa, jossa konfiguroidaan turvaohjaimen kommunikaatio ja parametrit. Sen jälkeen ohjelmoidaan turvamuoduli SF\_EDM function block, jonka avulla voidaan ohjata servoa. S\_EDM1 ja S\_EDM2 ovat tässä blockissa kontaktoreita, jotka lyövät päälle, kun servon safety inputit eivät ole päällä. Kun käsky on toteutunut, S\_EDM\_Out ilmoittaa TRUE ja servo lähtee käyntiin (kuva 17).

SF\_emergencyStop function block estää servomoottori liikkeelle lähdön, ennen kuin käyttäjä on resetoinut servomoottorin fyysistä reset-nappia painamalla ja kuitannut virheen Sysmac Studiossa joko tietokoneen kautta tai HMI:n kautta.



Kuva 17. Kuvassa NX-turvaohjelma.

Jos servosta otettiin turvamoduuli pois ja pistettiin tilalle turvakaapeli se herjaa heti näyttössään ST (= safety input error), mikä tarkoittaa, että servo-ohjain on lyönyt safety input 1 ja safety input 2 signaalit pois päältä. Tämän ongelman selvittämiseen turvakaapeli pitää kytkeä kiinni turvamoduulin sisään- ja ulostuloihin. Kun ohjelma lyö inputit päälle, servo-ohjaus aukeaa ja se pääsee taas liikkumaan (kuva 17 ja kuva 18).



Kuva 18. Kuvassa turvatulon parametrit.



Asentamisen kanssa oli alussa ongelmia, sillä Omronin kouluttaja ei osannut ohjata pulmassa, joten jouduttiin itse tutkimaan kytkentöjä ja asennusohjeita, kuten miten saataisiin turvakaapeli kytkettyä servo-ohjaukseen ja toimimaan ohjelmassa. Tähän meni paljon aikaa ja tuotti pään pyörytystä aluksi etenkin ohjelmoinnin parissa. Ongelmaan saatiin hyvin apua yrittämällä ja etsimällä internetistä ja Youtubesta tietoa, miten käyttää EDM funktio blokkia (External Device Monitoring) sallimaan viimeisen toiminnan laitteessa ja ohjelmoimaan turvamoduulin toimimaan servon kanssa.

## 8 Ohjelman toiminta

### 8.1 Sysmac Studio

Sysmac on Omronin uusin koneautomaatioympäristö, johon on integroitu kaikki yhteen koneohjelmistoon. Se on yksi yhtenäinen suunnitteluympäristö, jossa voi ohjelmoida logiikka ja liikkeenohjausta sekä turvaominto-, konenäkö- ja konekäyttöliittymää. Se on standardin IEC 61131-3 mukainen ja se tukee tikapuuohjelmointia, rakenteinen tekstiohjelmointia ja toimintolohko-ohjelmointia. [21.]

Omron tarjoaa käyttäjilleen suomenkielisen koulutuksen, joka on erittäin hyödyllinen tulevalle Sysmac-ohjelmoijalle. Projektin alussa käytiin Omronin Sysmac Studio-koulutus, jonka Varian ammattiopisto kustansi. Koulutus pidettiin Espoossa Omronin toimistossa ja se kesti kolme päivää. Koulutus oli kattava koko päivän mittainen ja siellä sai kysyä vastaan tulleita pulmia.

Ensimmäinen päivä sisälsi Sysmac Studio-ohjelmiston perusteet ja NJ-projektin perusmäärittelyt, kuten EtherCAT-väylä, IO-muuttujat-, task- ja akselimäärittelyt sekä NJ-sarjan perusohjelmointi ja simulointi. [22.] Toinen päivä sisälsi liikkeenohjausten perusohjelmointia ja monitorointia. Työstettiin muun muassa servoakselien toimintaa ja opittiin servo-ohjauksesta kaikki tarvittava ohjelmointiin. [22.] Kolmantena päivänä käytiin läpi turvallisuuden perusteet, turvaohjaukset, turvaohjelmointi, turvaväylä ja sen määrittämistä. [22.] Ehdittiin myös käydä NA-näytön käyttöliittymän ohjelmoinnin perusteet ja kommunikointi. Ohjelmoitiin oma käyttöliittymä toimimaan laitteiden kanssa, jotka oli asetettu koulutettavien eteen. [22.]

Varian puolella tykästyttiin Sysmac Studioon heti. Se on erittäin helppo ja tehokas koneautomaatioympäristö, joka integroi kaikki samaan pakettiin. Laitteiden konfigurointi ja parametrien muuttaminen on erittäin helppoa ja sen voin tehdä lennossa. Variaabelien luominen sujuu helpommin kuin SIMATIC Managerissa, ja ohjelma ei ole yhtä monimutkainen.

## 8.2 Ohjelman aloitus

Opinnäytetyön alussa tehtiin NJ-logiikasta pisteluettelo, kunnes saatiin selville, että Sysmac Studioissa tämä on tarpeetonta, sillä ohjelma luo automaattisesti ohjelman sisällä pisteluettelon laitteille. Ainoa asia mitä käyttäjän pitää tehdä, on luoda nimi variaabeleille [23.]. Tämä helpottaa itse ohjelman kirjoittamista, kun kaikki anturien, moottorien sekä paineilman input- ja output-tiedot on valmiiksi merkitty. Ohjelmassa vaiheet on ohjelmoitu KEEP-toiminolla, jossa virta käynnistää vaiheen ”yläkautta” ja poistuu ”alაკautta” seuraavaan virtapiiriin käynnistäen seuraavan vaiheen. Vaiheessa 2 resetoidaan edellinen vaihe, jotta uudelleen käynnistäminen olisi mahdollista. Kun anturi antaa käskyn logiikan tuloon, siirtää se tiedon logiikan lähtöön, ja näin tapahtuu fyysinen liike. Käytössä on myös apumuistipaikkoja, joilla voidaan ohjata virtapiirejä ilman fyysistä pistettä.

## 8.3 Sektio 1

Start-painike käynnistää sekvenssiohjelman ja moottori saa ensimmäisessä virtapiirissä käskyn lähteä käyntiin 20 hertsin (Hz) nopeudella (kuva 20 ja kuva 22), samalla servo käynnistyy ja luo kotipaikan askeltavalle kuljettimelle, jotta se voisi palata takaisin kotipaikkaan ohjelman päättyessä (kuva 21). Manipulaattori nousee ylös valmiina vastaanottamaan kappaleen, kun LECP1-askelmoottorin ohjauskeskusta siirtää IN1-käskyllä manipulaattorin ohjelmoituun paikkaan numero kaksi (2), jota kutsutaan hakuasemaksi.

Värianturin herkkyys on säädetty sellaiseksi, ettei se tunnista kuin sinisen kappaleen. Kun värianturi tunnistaa kappaleen värin siniseksi, käynnistyy sektio 1 (kuva 19). TOF-ajastimen avulla pidetään sektio 1 päällä 30 sekuntia (kuva 20). Kun palikka on saapunut hihnan päätyyn, pysäyttää optinen kytkin hihnan. Tämän jälkeen pneumaattinen tarttuja nappaa kappaleen ja siirtää se manipulaattorin luokse. Manipulaattori kurkottaa kappaleeseen ja tarttuu kappaleesta kiinni paineilman avulla ja palauttaa kurkottamistoiminnon

pitäen kappaleesta silti kiinni paineen avulla. Vaiheen suoriuduttua LECP1 siirtää IN0- ja IN1-käskyllä manipulaattorin paikkaan numeroon kolme (3), joka on ensimmäinen kappaletorni. Samaan aikaan pneumaattinen manipulaattori palautetaan lähtöasemaan. Vaiheen jälkeen kurkotetaan kappaletornille ja vapautetaan paine tarttujasta täten pudottaen kappale torniin ja palautetaan toiminto, jonka jälkeen LECP1 siirretään IN1-käskyllä takaisin hakuasemaan vastaanottamaan seuraavat kappaleet.

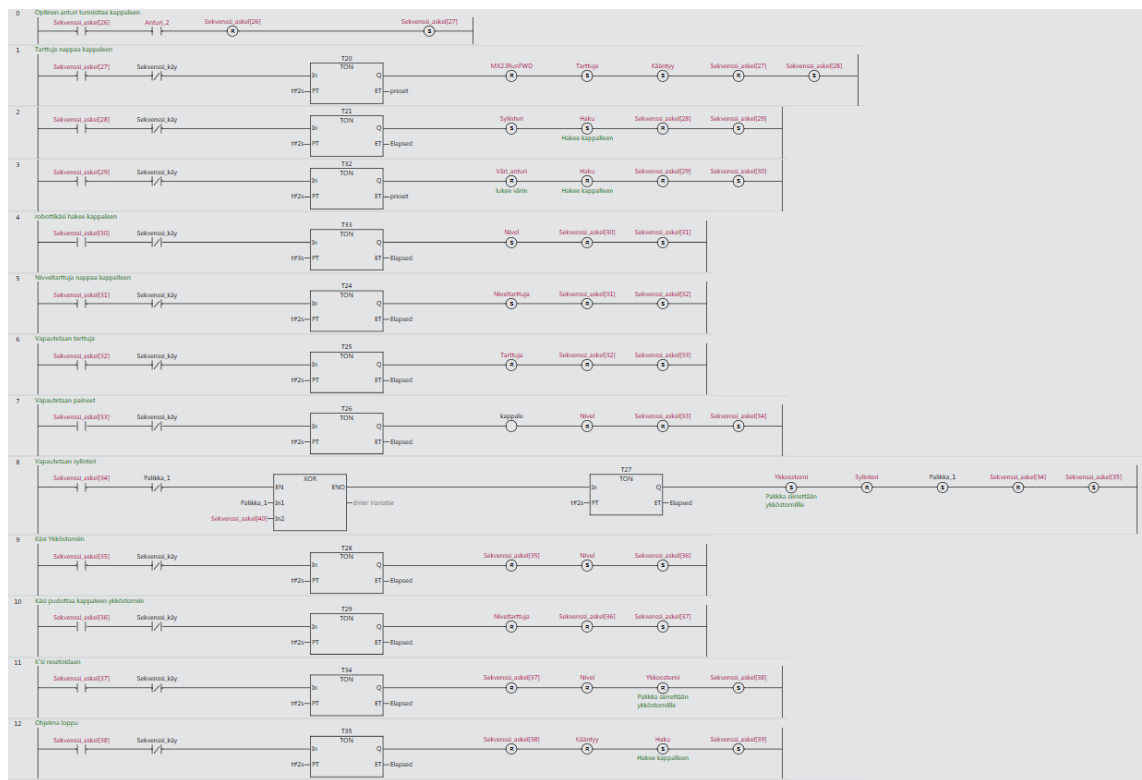
Kappaleen laskuri-sektio (kuva 23), joka on erillään pääohjelmasta laskee, kuinka paljon sinisiä kappaleita lajittelija on lajitellut ja lajittelee kappaleet sitä mukaa kappaletorneille aloittaen kappaletornien ylähylyistä. Joka kerta kun kappale rekisteröityy laskuriin, toteuttaa jokainen kappale käskyn ja ulostulon. Tämän avulla ohjataan kappaleiden sijoittamista AND- ja XOR-toiminnan avulla. AND-toiminto toteutuu, kun ensimmäinen kappale (kappale 1) on rekisteröity kappaletorniin, laskee laskuri että tuotannossa on toinen punainen palikka (kappale 2) tulossa. Tämän jälkeen se vapauttaa käskyn siirtyä seuraavaan vaiheeseen, joka on kappaleen sijoittaminen kappaletornin kakkospaikkaan. Kappaleiden maksimimäärä on neljä (4). Kun tämä numero täyttyy laskurissa, ilmoittaa näyttöpäätte, että ohjelma on resetoitava ennen kuin se lähtee käyntiin.

Sekvenssit ohjelmoitiin ajastimella odottamaan jokaista vaihetta 4 sekuntia (s), jotta päästiin askeleittain testaaman virheitä ja nopeuttamaan vaiheita. Näin välttyttiin palikan turhalta kollisioilta laitteiden ja johtojen kanssa.

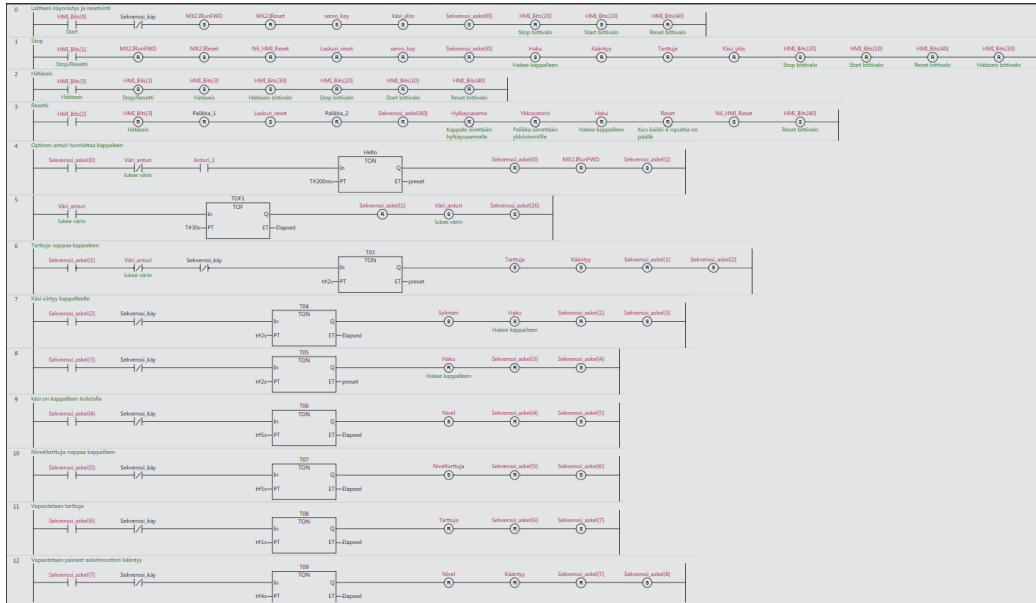
#### 8.4 Sektio 2

Sektio 2 toimii samalla periaatteella kuin sektio 1 (liite 1.). Sektion käskyt haaroittuvat, kun värianturi tunnistaa kappaleen punaiseksi. Tällöin käynnistyy niin sanotusti hylkäys-sekvenssi (kuva 20). Tällöin optinen kytkin pysäyttäessä hihnan tarttuu pneumaattinen tarttuja kappaleesta kiinni ja vie sen manipulaattorin luo. Manipulaattori vastaanottaa kappaleen toteuttaen samat paineilmatoiminnot kuin edellisessä sektiossa, mutta vaiheen suoriuduttua LECP1 siirtääkin IN2-käskyllä manipulaattorin paikka numeroon neljä (4) joka vie kappaleen pudotustornille. Vaiheen jälkeen vapautetaan tarttujan paineet ja pudotetaan kappale askeltavalle kuljettimelle, joka odottaa hylkykappaleita servon ohjelmoidussa kotiasemassa.

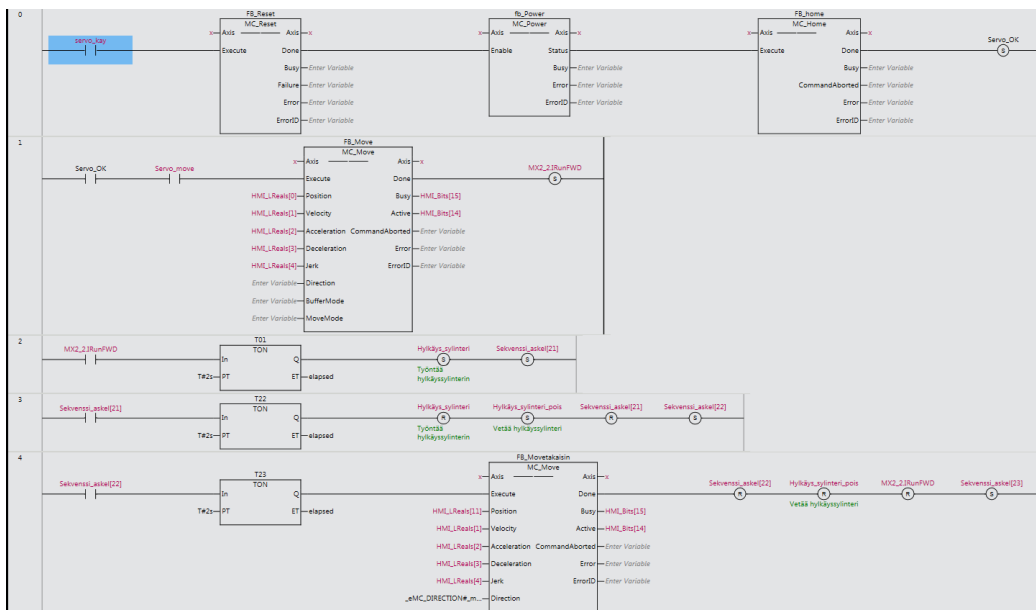
Vaiheeseen 0 luotiin servon liikkumiseen output-käskyn (servo\_move) (kuva 20), joka johtaa erilliseen servosektioon (kuva 22). Sektiossa ohjelmoitiin servon kotiasemaa, liikkuvuutta kuten nopeus, joggaus ja kiihtyvyys sekä resetoimista ja sammumista. Servomoottori ohjataan viemään askeltavan kuljettimen poistosylinterin luo 17,5 paikannin luvun tarkkuudella. Poistosylinteri puskee kappaleen hylkäyshihnalle, joka käynnistyy, kun kuljetin on saavuttanut päämääränsä. Sektion lopussa nousee laskurin arvo aina yhdellä poistosylinterin palautuessa (kuva 23), myös kuljetin palaa kotiasemaansa ja hylkäyshihna pysähtyy resetoiden edelliset toiminnot.



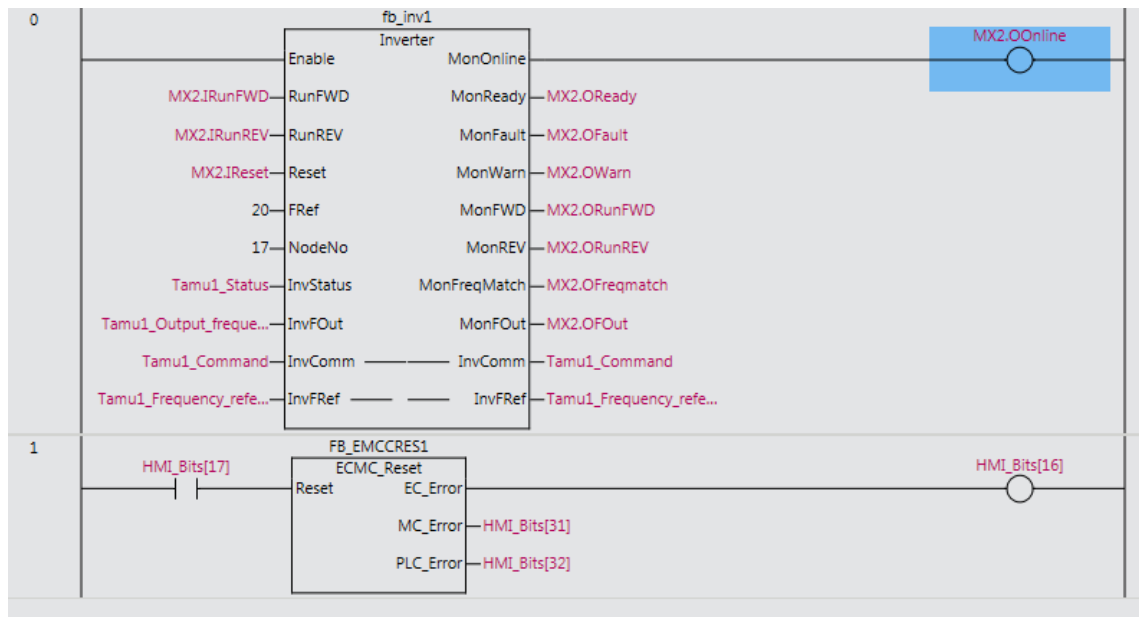
Kuva 19. Sektio 1 pätkä ohjelmasta.



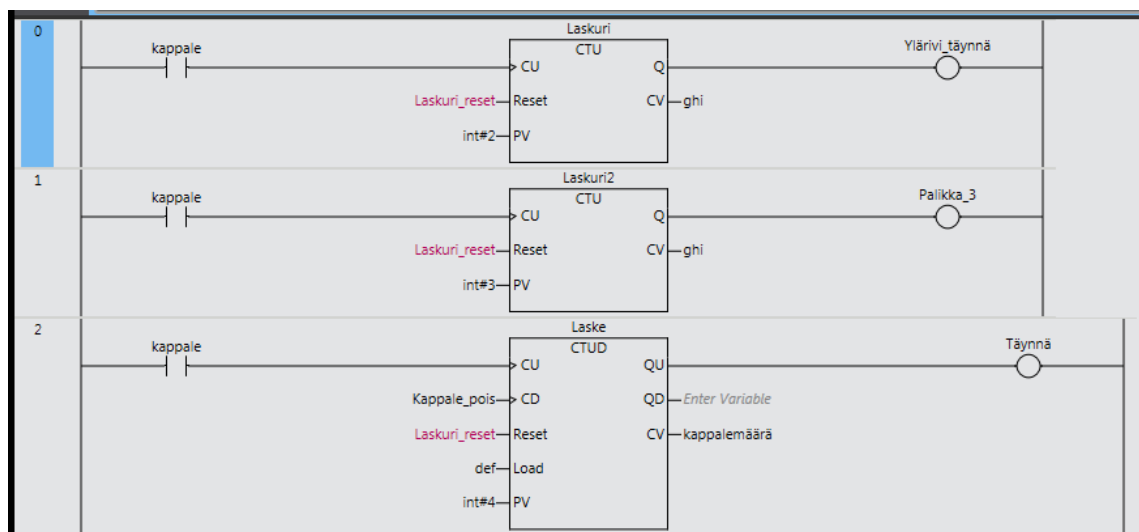
Kuva 20. Sektio 1- ja 2-pätkä ohjelmasta.



Kuva 21. Servosektio ohjelmasta.



Kuva 22. Taajuusmuuntajien ohjaus.



Kuva 23. Laskuri sektio-ohjelmasta.

## 8.5 Näyttöpäätteen ohjelmointi

Työssä käytetään näyttöpäätettä NA5, joka ohjelmoitiin Sysmac Studiossa. Näyttö toimii 24 V:n tasavirralla, jonka kautta laitteen voi käynnistää ja nähdä liikkeit, eri nappulat ja kuviot näyttöpäätteellä kertovat eri toiminnoista. Pääteestä löytyy nappeja ja kuviota, jotka kuvaavat hihnoja, sylintereitä, kelkkoja, laskureita, antureita, laatikoita ja bittilampuja. Näyttö on kytketty NJ1-logiikkaan, jotta pääte voi lukea logiikan ohjelmia.

Näytön käyttämiseen pitää ensin kirjautua ylläpitäjä tunnuksilla sisään. Kirjautumisvaihtoehtoiksi luotiin kolme tunnusta. Henkilökunnalle ylläpitäjä roolit, jolla pääsee näyttöön täysvaltaisesti sisälle ja opiskelijoille oma rooli, jolla pääsee vain tarkastelemaan valvomoa.

Näytön ensimmäisessä sivussa, kun painaa F2-näppäintä näyttöpäätteessä, on perus start-, reset-, stop- ja hätäseistoiminta sekä taajuusmuuntajien nopeuden muuttaminen. Valvomosivun bittilamput laitteistossa kertovat, mikä anturi tai missä paikassa kappale on ja minne se on menossa. Kappalelamput syttyvät, kun kappaleet ovat tornilla ilmoittaen, kuinka paljon kappaleita torneissa on. Tornien täytyessä ilmoittaa Täynnä-bittilamppu tornien täyttymisestä. Kolmas sivu ohjaa hälytyksiin ja troubleshooter-sivulle. Sieltä voi tarkastaa ja kuitata virheet laitteistossa. (ks. liite 2)

## 9 Yhteenveto

Sysmac Studion opettelu vei aikansa, mutta kehityin nopeasti ilman suurempia ongelmia. Tähän auttoivat Omronin järjestämät kurssit ja tuhti käyttöopas sekä Youtube-videot. Sain jopa opinnäytetyön aikana työtarjouksen Software Engineerinä pienessä suomalaisessa yrityksessä.

Opinnäytetyön lopussa tein Varian ammattiopisto opiskelijoille ja opettajalle ohjekirjan Sysmac Studion-ohjelmiston käyttöympäristöön. Ohjeet perustuivat Omronilta saamaani suomenkielisiin käyttöohjeisiin, jonka pohjalta sitten lähdin kirjoittamaan ja lisäämään päivitettyjä kuvia. Päätin tehdä ohjeista helppolukuisen ja yksinkertaisen, jotta opiskelijat pystyisivät seuraamaan ohjeita ja pääsemään jyvälle ohjelmistosta. Olen liittänyt ohjekirjan liitteeksi (liite 3.).

Asennukset ja käyttöönotot tuottivat eniten ongelmia, sillä laitteiden asennuksissa ei aina ollut ohjeita tai ne olivat puutteelliset. Minulla ei ollut aluksi vahvaa asennustaustaa, joten kuuntelin tuntiohjaaja Mikko Fischerin neuvoja tarkasti ja likasin käteni. Yrittämisen ja johtojen selvittelyn kautta ongelmat ratkesivat. Tykästyin kyllä eniten ruuvien vääntämiseen ja laitteiston kehittämiseen. Suurin osa ajasta menikin asentamiseen ja laitteiston parantamiseen.

Jännitteen syöttö laitteelle oli aluksi liian pieni, joten sulakkeet paloivat, joka kerta kun laitteiston käynnisti servomoottori kytkettynä, joten päätimme lisätä isomman jännitteen. Tämän jälkeen piti vaihtaa servosta tietyt parametrit, jotta se lähtisi käyntiin ilman turvakaapelia.

R88D-servoajurin kytkeminen turvalogiikkaan vei minulta viikkoja, sillä ohjeita ei ollut missään Omronin sivun manuaaleissa tai ne olivat vanhemmista laitteista. Tilanne aiheutti servon kanssa ongelmia, sillä servo oli lukossa ja herjasi virhettä koko ajan. Tämä oli kenties opinnäytetyön rasittavin kohta, sillä en tiennyt pitkään, mitä tehdä ja ohjelma oli kutakuinkin loppupäässä. Löysin onneksi Googlesta manuaalin turvakaapelin asentamiseen, mikä teki hommasta helpompaa, mutta sen enempiä se ei auttanutkaan, sillä se ei kertonut, miten turvalogiikan turvaohjelma pitää ohjelmoida, jotta se aukaisee servossa olevan lukon. Youtubesta löytyi pitkä opetusvideo NX-turvaohjelman ohjelmointiin, jonka pohjaa käytin hyödyksi ja ratkaisin ongelman kytkemällä fyysisen hätäseisnapin ja reset-napin turvalähtöön, jotta SF\_EDM-blockin ulostulo saattaisin päälle.

Projektin aikana sain paljon apua tuntiopettaja Mikko Fischeriltä ja hän opetti minua erittäin paljon automaatiolaitteistoista ja ohjelmoinnista. Sain apua myös mekaniikkasuunnittelijoilta, jotka paransivat laitteiston mekaanisia osia. Haluaisin kyllä kiittää vielä Mikkoa suuresti tästä mahdollisuudesta, sillä tunsin kehittyväni enemmän kuin koskaan kouluvuoteni aikana.



## 10 Lähteet

1. Varia ammattiopisto. 2017. Verkkoaineisto. Vantaan kaupunki. <<https://www.varia.fi/fi/varia/tekemalla-taitajaksi>>. Luettu 05.03.2017
2. Omron Corporation. 2017. Verkkoaineisto. Omron Corporation. <<https://www.omron.com/about>>. Luettu 05.03.2017
3. Suomen Standardisointiliitto. Koneturvallisuuden standardit. 2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto <<https://www.sfs.fi/files/63/Koneturvallisuus-esite2015web.pdf>>. Luettu 09.03.2017
4. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY. 2006. <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CE-LEX:32006L0042:FI:PDF>>. Luettu 09.03.2017
5. SFS-EN ISO 13850. Koneturvallisuus. Häätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet. 2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto <<https://online-sfs-fi.ezproxy.metropolia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/404432.html.stx>>. Luettu 09.03.2017
6. Ville Suokas. 2009. EtherCAT – Hajautettu ohjausjärjestelmä. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta. <<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8690/Suokas.Ville.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Luettu 15.03.2017
7. Ohjelmoitava logiikka. 2018. Verkkoaineisto. Wikipedia. <[https://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava\\_logiikka](https://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava_logiikka)>. Luettu 15.03.2017
8. NJ-Koneohjaimilla luotettava, nopea ja helppo yhteys tietokantoihin. 2016. Verkkoaineisto. Omron. <<https://industrial.omron.fi/fi/news/nj-sql>>.. Luettu 15.03.2017
9. Kuva NJ koneohjaimesta. 2017. Verkkoaineisto. Omron. <<https://industrial.omron.fi/fi/news/nj-sql>>. Ladattu 15.03.2017

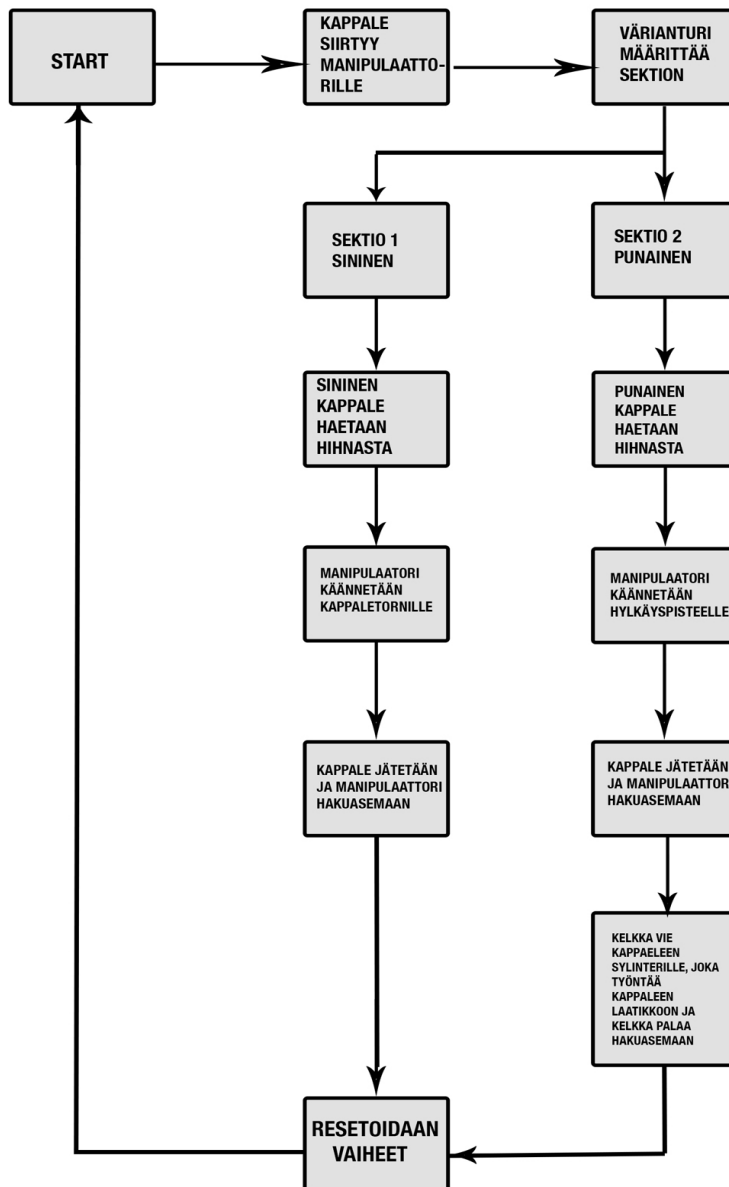
10. Kuva MX2:sesta. 2017. Verkkoaineisto. Omron <<https://industrial.omron.co.uk/en/products/mx2>>. Ladattu 15.03.2017
11. Kuva R99M-K:sta. 2017. Verkkoaineisto. Omron. <<http://www.ia.omron.com/products/family/2644/lineup.html>>. Ladattu 17.03.2017
12. Kuva G-sarjan moottoreista. 2017. Verkkoaineisto. Omron. <<https://industrial.omron.fi/fi/products/g-series-smartstep-2>>. Ladattu 17.03.2017
13. Kuva SS0750:sta. 2017. Verkkoaineisto. SMC. <[http://smcpartbuilder.com/products/SS0750-Plug-in-Manifold-Stacking-Base-S-Kit-for-EX260-Integrated-Type-\(for-Output\)-72982](http://smcpartbuilder.com/products/SS0750-Plug-in-Manifold-Stacking-Base-S-Kit-for-EX260-Integrated-Type-(for-Output)-72982)>. Ladattu 17.03.2017
14. Kuva NA näyttöpäätteestä. 2017. Verkkoaineisto. Omron <<https://industrial.omron.fi/fi/products/na>>. Ladattu 17.03.2017
15. Kuva NX Ohjaimesta. 2017. Verkkoaineisto. Omron <<https://industrial.omron.fi/fi/news/nx-series-ethernet>>. Ladattu 15.03.2017  
Kuva lähdöistä ja kaapelimerkinnästä. 2017. Verkkoaineisto. SMC. <<http://www.smc-pneumatics.com/pdfs/LECP1.pdf>>. Ladattu 17.03.2017
16. Kuva SMC LECP1:sta. 2017. Verkkoaineisto. SMC. <<http://www.smc-pneumatics.com/LECP1P1D-LEYG25LA-50.html>>. Ladattu 17.03.2017
17. Kuva SMC LER 50K:sta. 2017. Verkkoaineisto. SMC. <<http://www.smc-pneumatics.com/LER50K-R56PD.html>> Ladattu 17.03.2017
18. SFS EN ISO 13849-1. Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat. Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet. 2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto <<https://online-sfs-fi.ezproxy.metropolia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/410492.html.stx>>. Luettu 16.03.2017
19. SIL. 2015. Verkkoaineisto. Wiki Metropolia. <<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=114131171>>. Luettu 16.03.2017

20. Sysmac Studio. 2017. Verkkoaineisto. Omron. <<https://industrial.omron.fi/fi/products/sysmac-platform#one-machine-software>>. Luettu 20.03.2017
21. Omron koulutus. 2017. Verkkoaineisto. Omron. <[https://assets.omron.eu/downloads/brochure/fi/v1/koulutusesite\\_brochure\\_fi.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/brochure/fi/v1/koulutusesite_brochure_fi.pdf)>. Luettu 20.03.2017
22. Sysmac studio käsikirja. 2017. Verkkoaineisto. Omron. <[https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v5/w504\\_sysmac\\_studio\\_operation\\_manual\\_en.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v5/w504_sysmac_studio_operation_manual_en.pdf)>. Luettu 20.03.2017

## Prosessikaavio

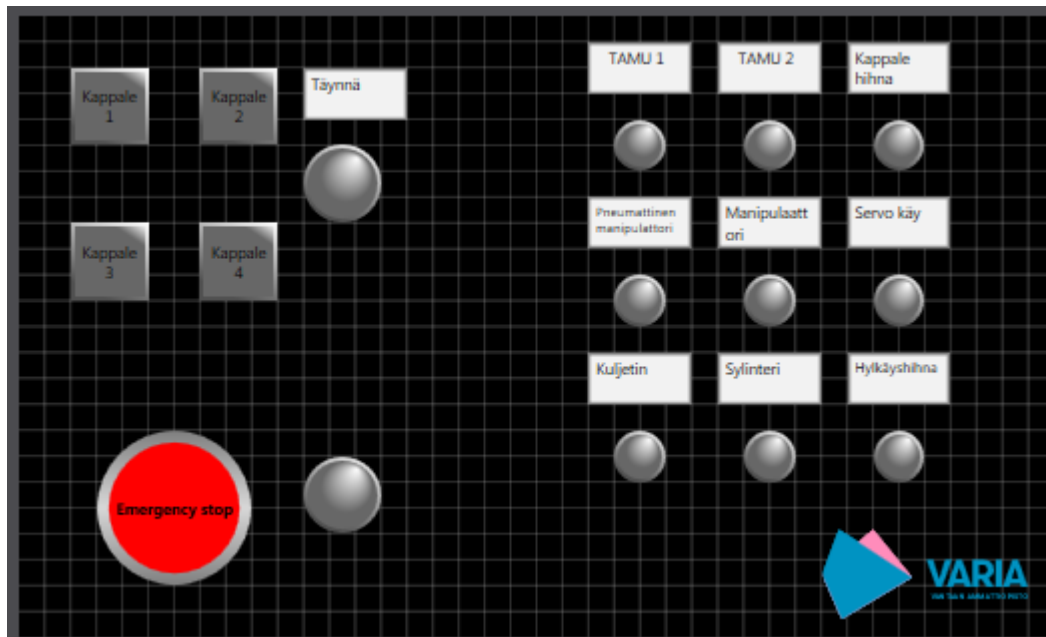
Prosessin sekvenssikuva

### PROSESSIKAAVIO

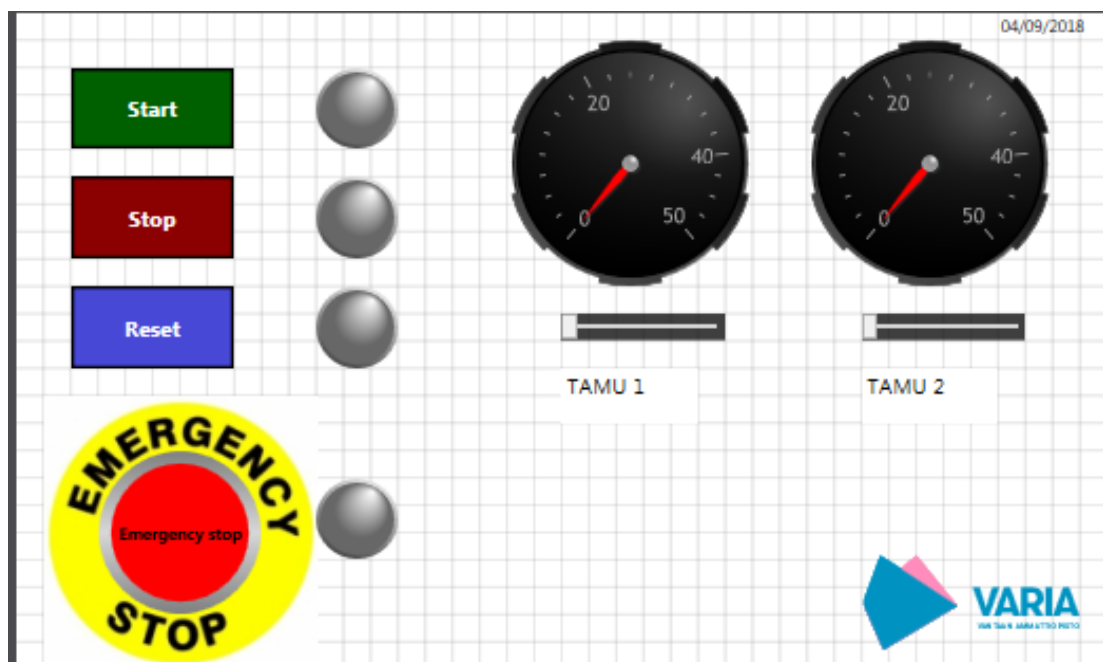


## Näyttöpääte

Näyttöpääteen sivut



Valvomo



Ensimmäinen sivu

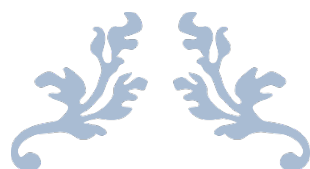
## Laitteiston layout ja pääkomponentit

Numeroitu luettelo laitteiston layoutista

1. Asennuskotelo
2. Taajuusmuuttaja
3. Hihnakuuljetin
4. Kappaletorni
5. Hylkäystorni
6. Askelmoottori/manipulaattori
7. Tarttuja
8. Pneumaattinen manipulaattori/ Sylinteri
  - 8.1. Männän varreton sylinteri
  - 8.2. Tarttuja
9. Kuuljetin
10. Kuuljetinhihna
11. Moottori
12. Sylinteri
13. Hylkäyshiha
14. Servoajuri
15. Logiikka
16. Hylkäyskotelo

## Ohjekirja

Opiskelijoille luotu ohjekirja Sysmac Sudion käytöstä



---

# KAPPALEEN KÄSITTELYLAITTEISTO ET- HERCAT-VÄYLÄSSÄ

---

Rodi Kenda



4. HUHTIKUUTA 2018

[Yrityksen osoite]



## 1. Johdanto

---

Tässä laboratoriotyössä tutustutaan lajittelukoneeseen ja lyhyesti Sysmac Studioon. Työssä tehdään ohjelma, jolla erotetaan palikoita värin ja koon perusteella eri luokkiin.

Ohjelmiston käyttöliittymänä on Sysmac Studio.

Seuraa ohjeita vaiheittain, jotta pääset jyvälle Sysmacista.



## 2. Tehtävät

---

Luodaan ohjelma kappaleen lajitteluun.

Lajittele kappaleet **omille paikoilleen kappaletorniin**. Kun kappale on **sininen** ja anturi havaitsee värin, siirtää pneumaattinen manipulaattori kappaleen manipulaattorille ja siitä tornille. Kun kappale on **punainen** siirtää manipulaattori kappaleen kuljettimelle ja sieltä hylkylaatikkoon.

Lisää ohjelmaan laskuri, joka laskee kuinka monta kappaletta tornilla on ja kuinka monta kappaletta on joutunut hylkyyn.

Askelkuljetinta ohjelmoidaan servo komennoilla.

Ohjelmoi näyttöpäätte, niin että siinä on valvomo ja painikkeet kuten hätäseis, stop, start ja reset näppäimet.

Tehtävässä on turvaohjelmointi, joka saattaa hankaloittaa aluksi servon liikkumista, mutta olen antanut teille esimerkin.

### Muistilista

- 1.1 Avaa ohjelma nimeltä Työpohja. Skippaa kohdat 3.1 ja 3.2 **Älä tallenna tämän päälle!**  
**Opettajalla pohja, jos käy vahinko**
- 2.1 Yhdistä koneohjain
- 3.1 Synkronoi väylä
- 4.1 Listaa I/O taulukko
- 5.1 Konfiguroi NX – ohjain/ turvaohjelma jotta servo lähtee käyntiin. (irrotta turvakaapeli ja liitä harmaa liitin sen paikalle vain, jos opettaja antaa luvan skipata turvaohjelmoinnin.)
- 6.1 Konfiguroi servo
- 7.1 Ohjelmoi ja synkronoi ohjelma koneohjaimen
- 8.1 Ohjelmoi näyttöpäätte ja synkronoi
- 9.1 Jos ST vilkkuu R88D servoajurissa, se tarkoittaa että safety input 1 ja 2 eivät ole päällä. Servo ei lähde liikkeelle, sillä servon oma hätäseis on lyöty päälle. Tämän ongelman saa pois kun painaa fyysistä hätäseis näppäintä → fyysinen reset → Hätäseis näppäin ylös → Resetoi vielä kerran → Troubleshooting → reset all errors. Kunhan turvaohjelma on ohjelmoitu oikein tämä toimii.**

## 3. Alkuvalmistelut

---

Kun Sysmac Studio avataan, aukeaa kuvan 3-1 näkymä.



**Kuva 3-1 Sysmac Studion aloitusruutu**

Tästä näkymästä voidaan siirtyä luomaan uusi projekti, avata vanha projekti, luoda tai ladata ohjelmistoon .smc2 -tiedostoja sekä yhdistää laitteeseen.

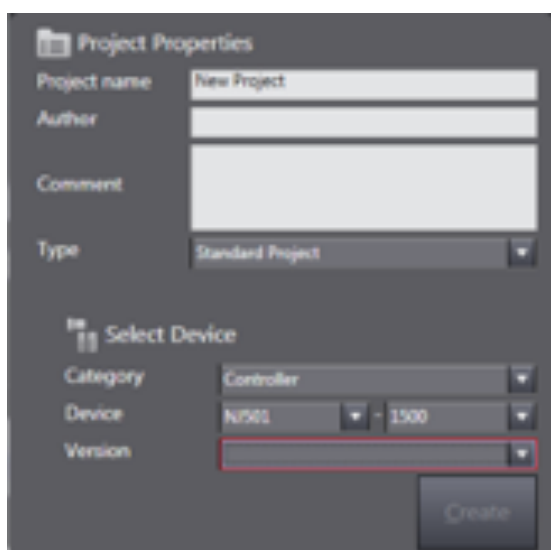
Sysmac Studiota on mahdollista käyttää Online- ja Offline -tiloissa. Online-tilassa Sysmac Studio on yhdistettynä koneenohjaimen, jolloin ohjainta voidaan hallita Sysmac Studiolla

Offline-tilassa on mahdollista toteuttaa virtuaalinen ohjain ja simuloida sen avulla fyysisen koneenohjaimen toimintaa.

### 3.1. Avaa projekti

---

Uutta projektia luodessa määritellään projektille nimi, projektin tyyppi, projektin kategoria, laite jolla projekti toteutetaan sekä käytetty versionumero. Kuvassa 3-2 on ryhdytty luomaan uutta projektia.



### KUVA 3-2

Standard Project on tavallinen projektityyppi jossa ei ole lisäominaisuuksia. Library on kuten standard project, mutta siitä on mahdollista siirtää esim. luotuja function bloqueja muihin projekteihin. IAG projekti on kuten standard project, mutta siitä voidaan siirtää luotuja function bloqueja näyttöprojekteihin.

Uutta projektia luodessa tulee valita projektin kategoria, eli mille laitteelle projekti toteutetaan.

Sysmac Studio tukee seuraavia kategorioita:

Controller

HMI

Drive

Vision Sensor

Measurement Sensor

Slave Terminal

Tässä labrassa keskitytään NJ-sarjan koneenohjaimilla toteutettaviin projekteihin, muille projekteille löytyy omat ohjekirjat.

### 3.2. Projektin avaaminen

---

Projektin avaus -valikossa on kolme mahdollisuutta.

- Vanhan projektin avaaminen
- Muualta tuodun .smc2 -tiedoston avaaminen "Import" -toiminnolla
- Aikaisemmin tallennetun projektin muuttaminen .smc2 -tiedostoksi "Export" -toiminnolla

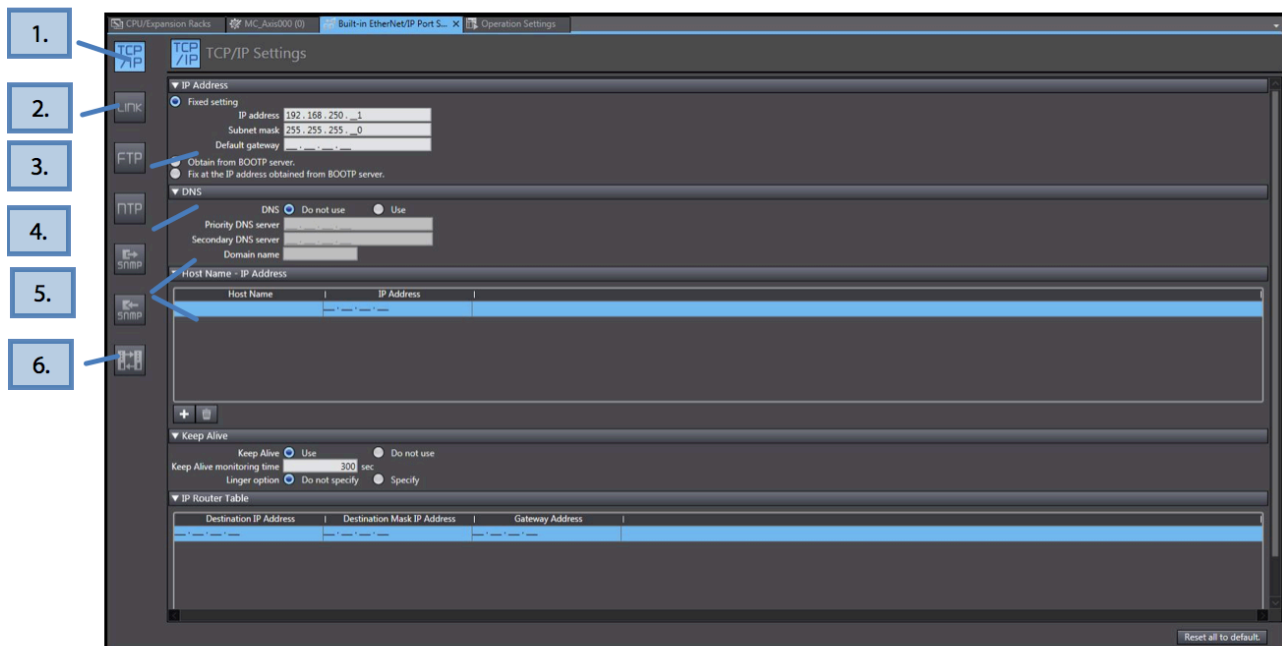
Sysmac Studiolla on mahdollista muuttaa projekti .smc2 -tiedostoksi jota voidaan siirrellä tietokoneelta toiselle. "Import" toiminnolla aikaisemmin luotu .smc2 -tiedosto pystytään siirtämään Sysmac Studioon käsiteltäväksi, "Export" -toiminnolla voidaan tietokoneelle jo aikasemmin tallennettu projekti muuntaa .smc2 -tiedostoksi.

Avaa Tamu .smc2 jotta pääset heti ohjelmoimaan tamua

### 3.3. Koneenohjaimen yhdistäminen

---

**Multiview Explorer → Controller setup → Built-in Ethernet/IP Port Settings**, josta löytyvät operaatioasetukset sekä IP-asetukset. Kun DNS-palvelinta käytetään, tulee palvelimen sekä mahdollisten lisäpalvelimien IP-osoitteet määritellä kuvan 3-3 mukaisesti.



Kuva 59

- |                     |  |
|---------------------|--|
| 1. TCP/IP-asetukset | Ethernet-verkon asetuksien säätö                     |
| 2. LINK-asetukset   | Ethernet-yhteyden nopeuden säätö                     |
| 3. FTP-asetuksista  | <u>Koneenohjaimen FTP-asetukset</u>                  |
| 4. NTP-asetukset    | Kellojen synkronointiasetukset                       |
| 5. SNMP-asetukset   | Toiminta kuvattu <u>ohjekirjassa W506 13-1</u>       |
| 6. FINS-asetukset   | Asetukset vanhan Omron-protokollan yhteensopivuuteen |

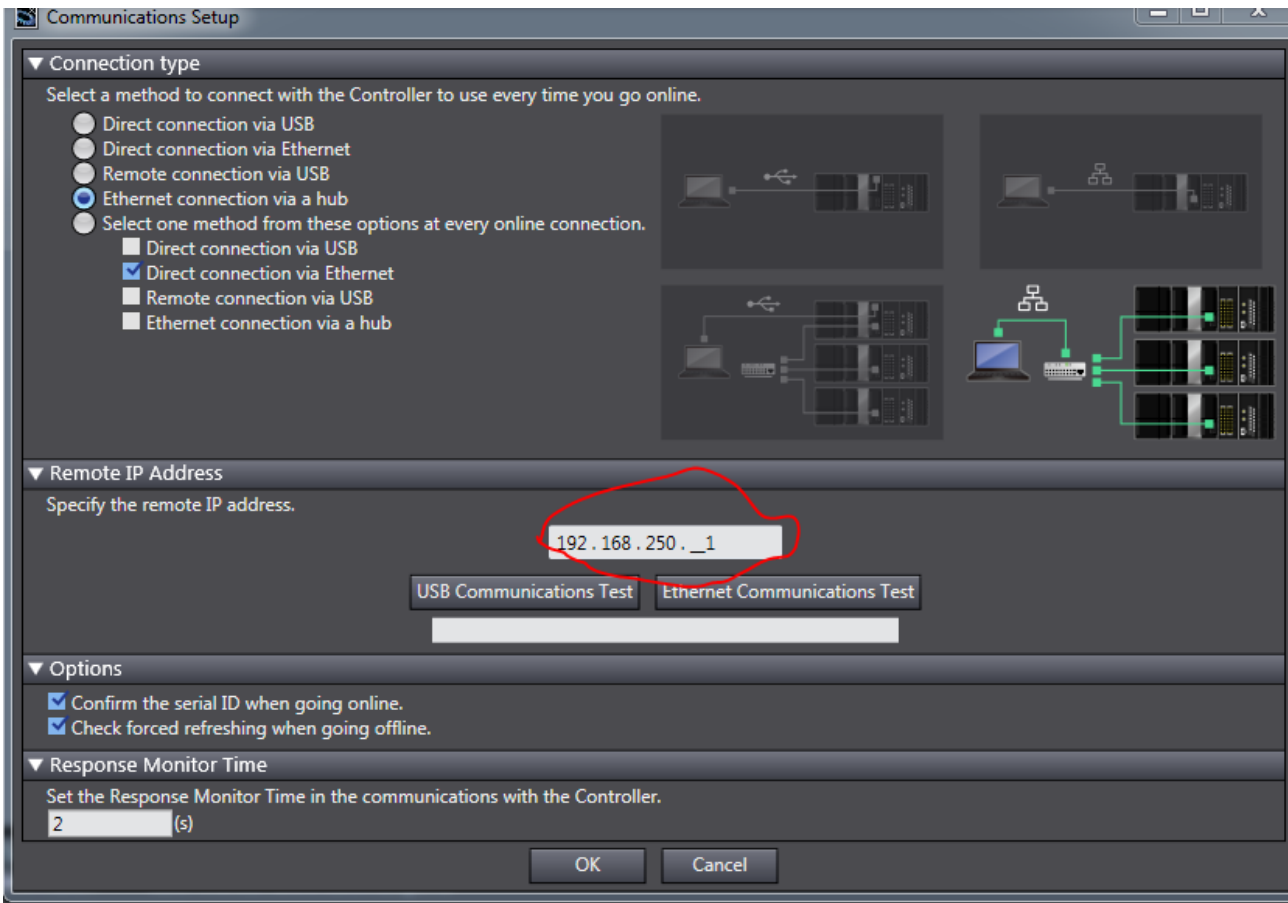
Kuva 3-3

Seuraavaksi klikkaa välilehteä **Controller → Communications Setup**.

Sysmac Studioissa on neljä tapaa joilla ohjelmisto voidaan yhdistää logiikkaan:

- USB-yhteys tietokoneen ja logiikan välillä
- Ethernet-yhteys tietokoneen ja logiikan välillä
- USB-yhteys toiseen logiikkaan joka on yhteydessä kohdelogiikkaan
- Ethernet-yhteys automaatioverkkoon kytkimen kautta

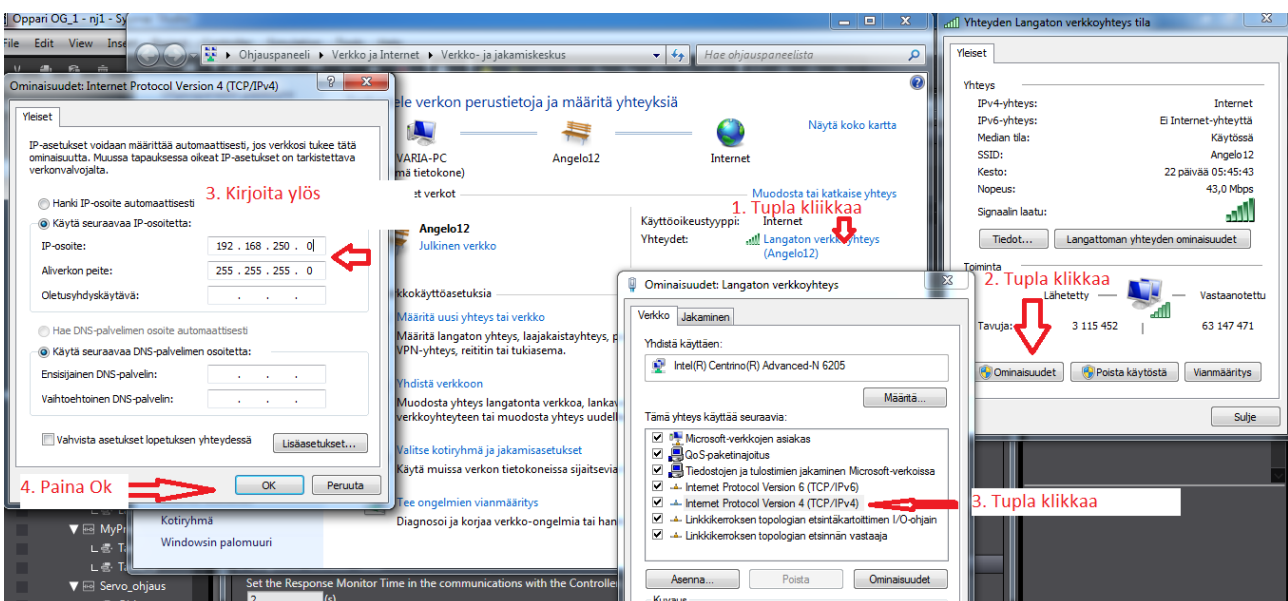
Kuvassa 3-4 yhdistetään koneenohjaimen Ethernet-johdolla. Kun johto on kytketty tietokoneen ja koneenohjaimen väliin, tapahtuu yhdistäminen. Kun alas tulee näkyviin TEST OK on koneohjain yhdistettynä.



KUVA 3-4

NJ IP osoite on alustavasti 192.168.250.001. Älä vaihda tätä osoitetta koneohjaimen asetuksista, jos kone ei yhdistä Sysmaciin vaihda tietokoneen IPv4-osoitete vastamaan 192.168.250.000. Ohjauspaneeli -> Verkko ja Internet -> Verkko- ja jakamiskeskus, klikkaa verkkoyhteyttä.

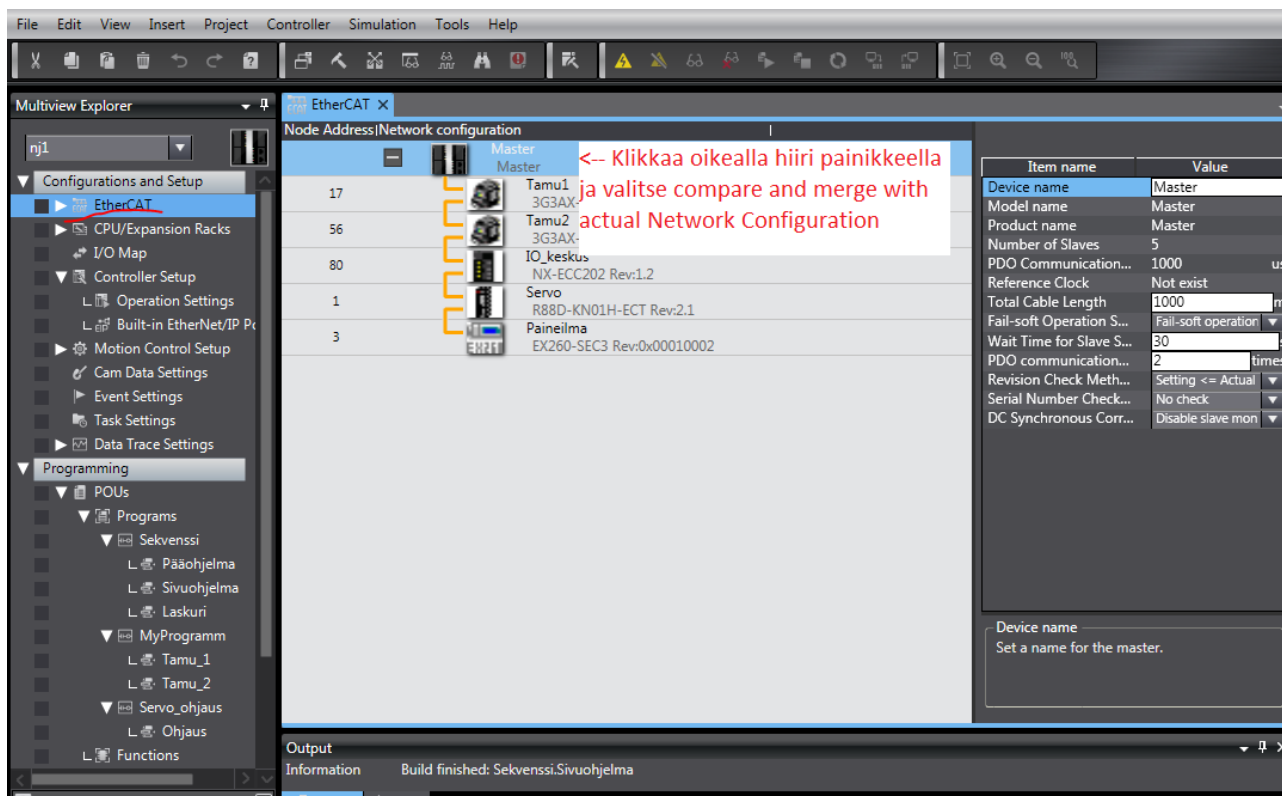
Jos testi ei mene läpi tarkista tämä



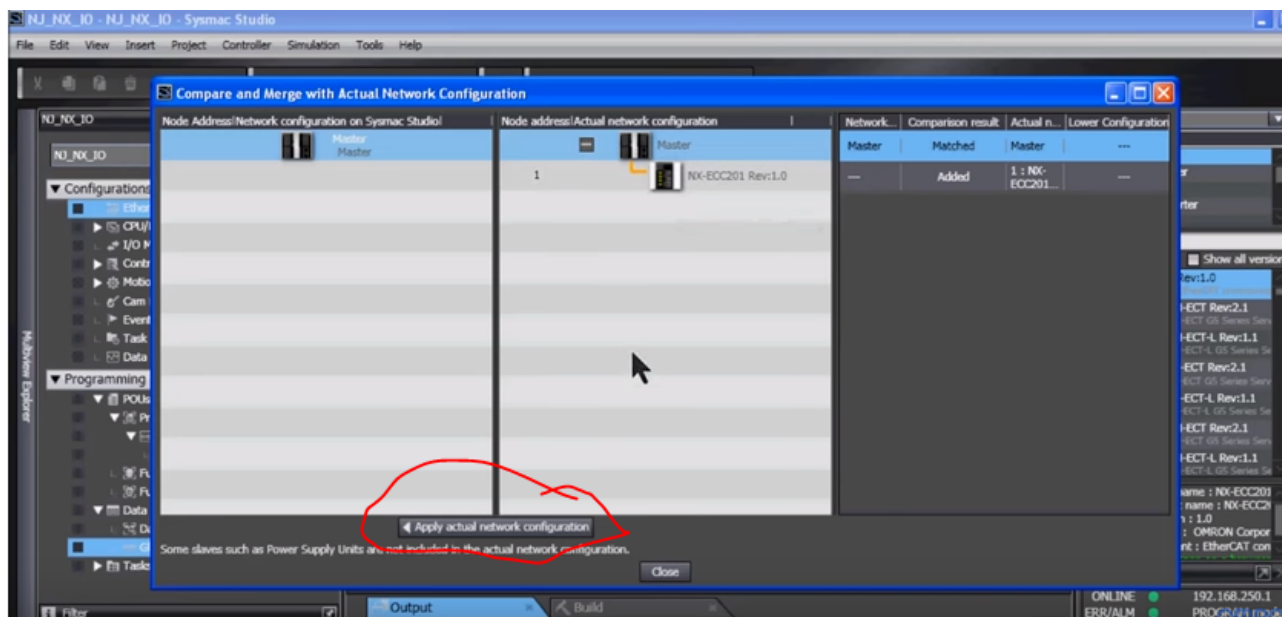
## 4. HW-configureointi

Kun Sysmac Studio-projektiin lisätään laitteita, voidaan nämä laitteet nimetä tahdotulla tavalla. Laitteiden nimeäminen loogisesti on tärkeää projektin selkeyden kannalta. Lisäksi laitteiden nimillä on merkitystä, jos tuloja ja lähtöjä nimetään automaattisesti kuten on kuvattu kappaleessa I/O mapissa. Nimeäminen tapahtuu EtherCAT-valikossa valitsemalla nimettävät laite ja nimeämällä se kohdassa "Device Name". Nimikenttään ei voi syöttää välilyöntejä eikä erikoismerkkejä.

Kun ohjain on kytketty EtherCAT-verkkoon paina "**Compare and Merge with Actual Network Configuration**" joka aukeaa EtherCAT-asetuksissa painamalla koneenohjaimen kuvaketta hiiren oikealla painikkeella. Tällöin Sysmac Studio etsii saatavilla olevat EtherCAT-verkot ja tuo niiden kokoonpanon projektiin. Jos koneenohjainta ei ole kytketty mihinkään verkkoon, ei toimintoa voida käyttää.



Kuva 4-1



Paina ok

## 5. I/O Map

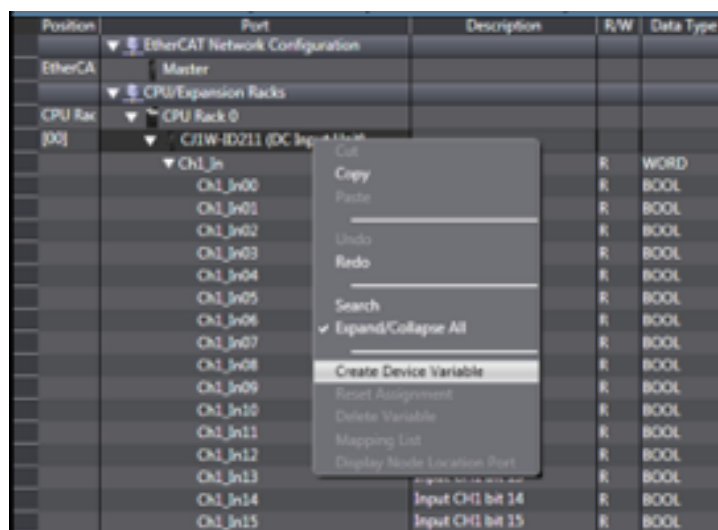
Kun CPU/Expansion rack-asetuksissa on määritelty Sysmac Studioon käytettävät fyysiset ja virtuaaliset I/O-modulit, voidaan I/O-kartassa määrittellä ne tarkemmin.

Node17	3G3AX-MX2-ECT					
	Command	This object gives an operat	W	WORD	Tamu1_Command	Global Variables
	Frequency reference	This object gives an output	W	UINT	Tamu1_Frequency	Global Variables
	Status	This object gives the preser	R	WORD	Tamu1_Status	Global Variables
	Output frequency monitor	This object gives the outpu	R	UINT	Tamu1_Output_fre	Global Variables
	▼ Sysmac Error Status	Indicate Sysmac error statu	R	BYTE	Tamu1_Sysmac_Er	Global Variables
	Observation	Observation levels of inform	R	BOOL	Tamu1_Observatio	Global Variables
Minor Fault	Minor Fault levels of inform	R	BOOL	Tamu1_Minor_Fau	Global Variables	
Node56	3G3AX-MX2-ECT					
	Command	This object gives an operat	W	WORD	Tamu2_Command	Global Variables
	Frequency reference	This object gives an output	W	UINT	Tamu2_Frequency	Global Variables
	Status	This object gives the preser	R	WORD	Tamu2_Status	Global Variables
	Output frequency monitor	This object gives the outpu	R	UINT	Tamu2_Output_fre	Global Variables
	▼ Sysmac Error Status	Indicate Sysmac error statu	R	BYTE	Tamu2_Sysmac_Er	Global Variables
	Observation	Observation levels of inform	R	BOOL	Tamu2_Observatio	Global Variables
Minor Fault	Minor Fault levels of inform	R	BOOL	Tamu2_Minor_Fau	Global Variables	
Node80	NX-ECC202					
	▼ Sysmac Error Status	Sysmac error status on Slav	R	BYTE		
	Observation	Observation	R	BOOL		
	Minor Fault	Minor fault	R	BOOL		
	Partial Fault	Partial fault	R	BOOL		
	Major Fault	Major fault	R	BOOL		
Unit1	▶ NX Unit Registration Status 125	Status whether the NX Unit	R	ARRAY[0..12]		
	▶ NX Unit I/O Data Active Status 125	Status whether the NX Unit	R	ARRAY[0..12]		
Unit2	▶ NX-SL3300					

Kuva 5-1

I/O-kartasta nähdään tulon/lähdön fyysinen portti, kuvaus, datatyyppi, muuttujan nimi, mahdolliset kommentit sekä onko muuttuja globaali vai jollekin ohjelmalle sisäinen.

Sysmac Studioissa on mahdollista nimetä kaikki muuttujat automaattisesti käyttämällä ”Create Device Variable” -toimintoa. Tämä toiminto nimeää kaikki valitun laitteen tulot ja lähdöt automaattisesti kyseisen laitteen nimen mukaan ja määrittelee ne globaaleiksi muuttujiksi. Toiminnolla on mahdollista nimetä yksittäisiä tuloja tai lähtöjä. Näitä nimiä on mahdollista muokata manuaalisesti jälkikäteen.



Kuva 5-2

I/O-karttaan on eritelty erikseen EtherCAT-väylää pitkin tulevat tulot ja lähdöt, sekä laajennusräikeissä sijaitsevat tulot ja lähdöt.

**Kopio liittessä oleva I/O Map** alla olevan kuvien mukaisesti, voit tietysti muokata variaabelit itsellesi sopivaksi jos haluat.

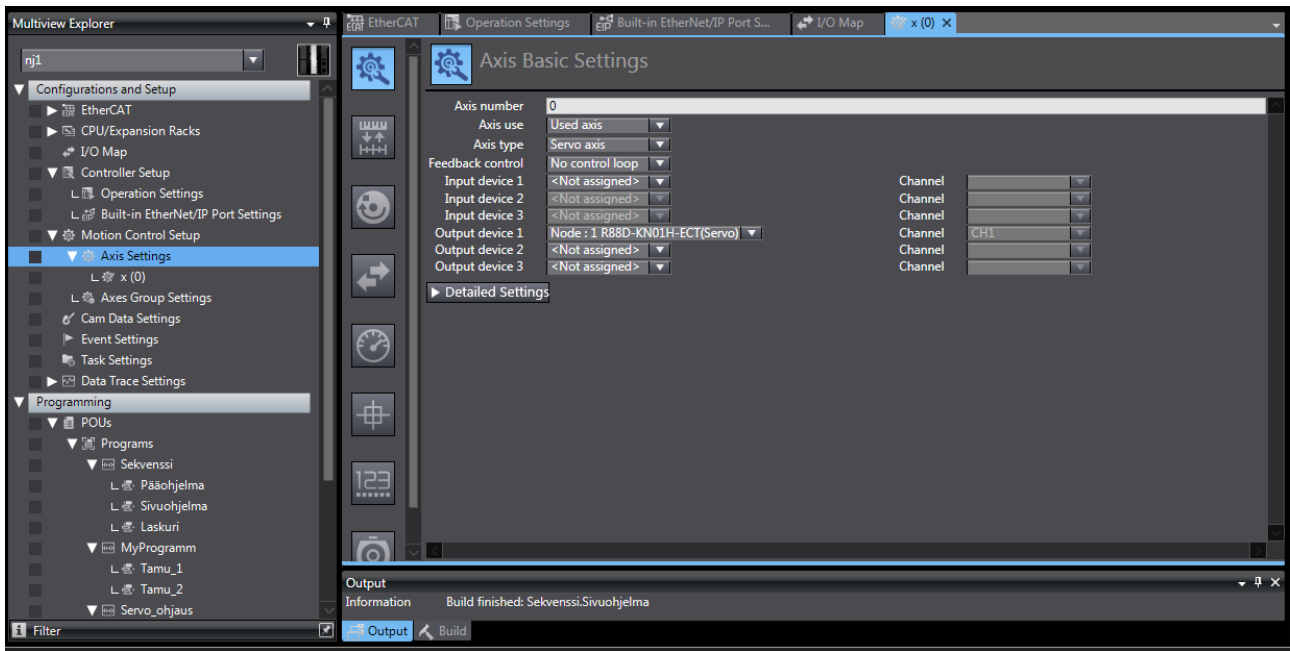
## 5.1. Motion Control Setup

**Motion Control -asetuksista määritellään kaikki koneenohjaimella käytettävien servojen asetukset.** Sysmac Studio tukee neljänlaisia servoja, servo axis, encoder axis, virtual servo axis sekä virtual encoder axis.

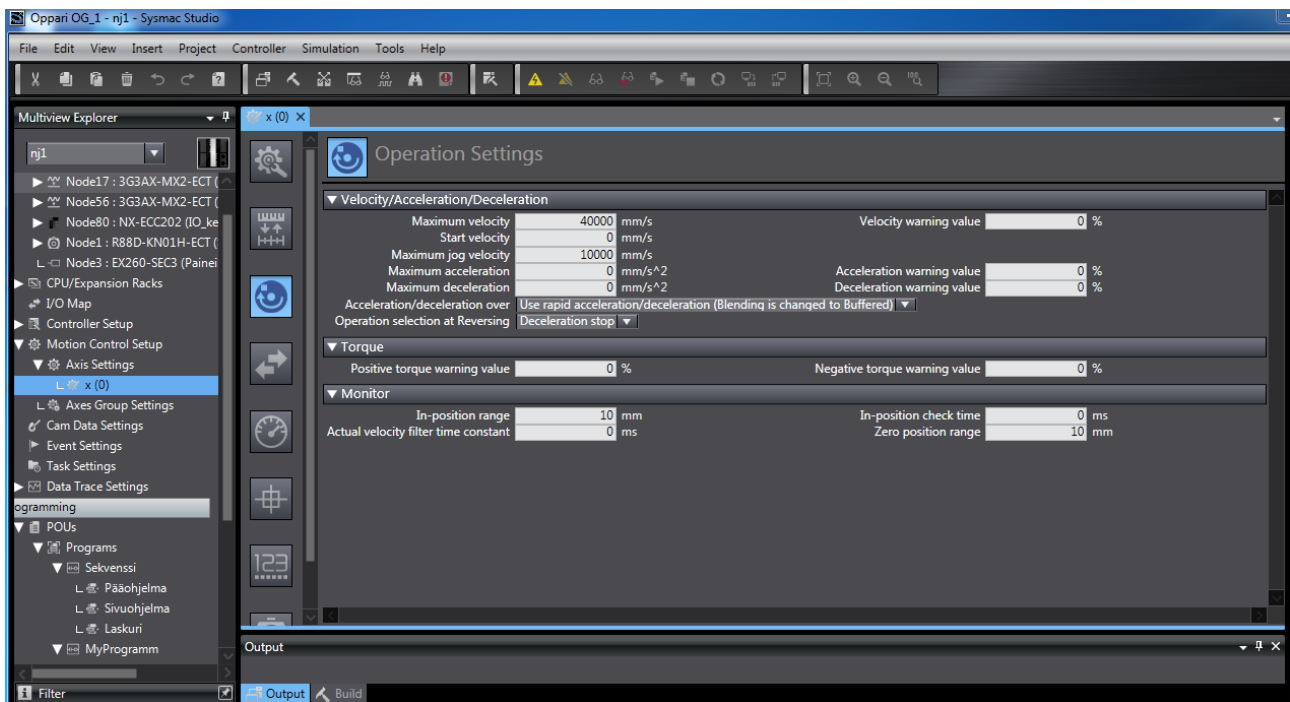
Tässä labrassa käytämme Servo Axia. Seuraa kuvien ohjeita.

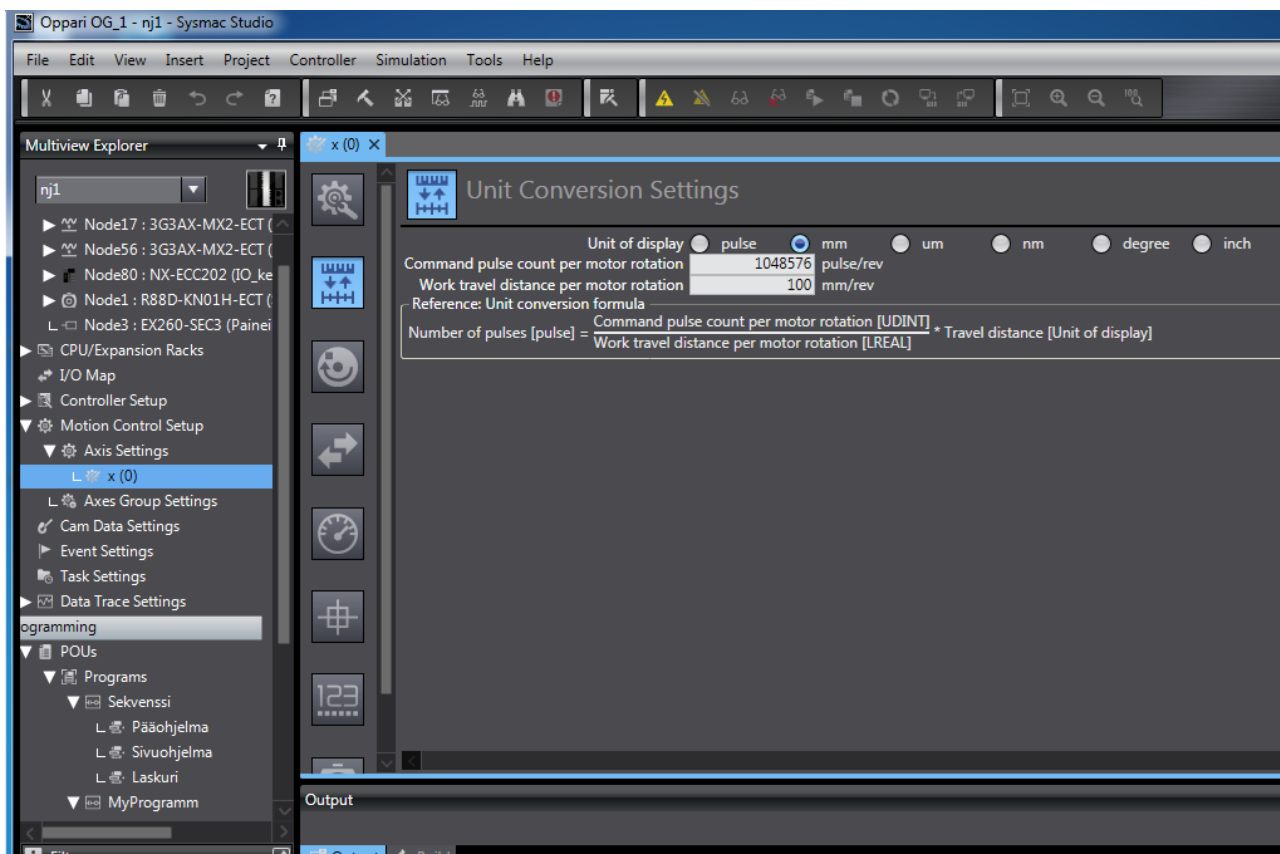
**Axis Settingiä/Axis Group Settingiä** oikealla hiiren napilla ja valitsemalla **Add**-valikon alta löytyvä vaihtoehto.





Kuva 5-3

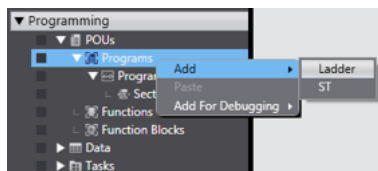




## 6. Ohjelmointi

### ST/Ladder

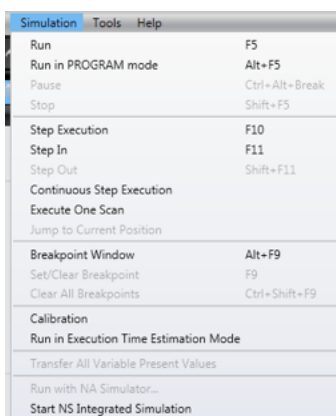
Sysmac Studion tukemat ohjelmointikielet ovat Structured Text sekä Ladder. Oletuksena uudessa projektissa Sysmac Studio luo yhden tyhjän Ladder ohjelman. Projektiin voidaan lisätä uusia ohjelmia painamalla ”Programs” –valikkoa hiiren oikealla näppäimellä ja valitsemalla ”Add” –alavalikon alta joko Ladder tai ST.



**Kuva 6-11**

”Run” –tilan ollessa päällä, alkaa Sysmac Studio joko ajamaan ohjelmaa koneenohjaimella jos sellainen on yhdistettynä, tai simuloimaan koneenohjainta virtuaalisesti. Ohjelmakoodia voidaan siis kirjoittaa ja testata Sysmac Studiolla vaikka käytössä olevaan tietokoneeseen ei olisi yhdistetty koneenohjainta.

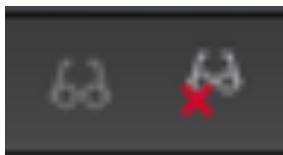
Sysmac Studioissa on kolme erilaista ohjelmointiin liittyvää tilaa. Tavallinen ”Program” –tila joka on tarkoitettu ohjelmointiin, ”Run” –tila, sekä ”Run in PROGRAM mode”, jolloin koodia voidaan sekä ajaa ja rajoitetusti ohjelmoida samassa tilassa. Sysmac Studion ollessa ”Run” –tilassa muuttuu ohjelmointiruudun tausta harmaaksi ja riippuen siitä onko koneenohjain kytkettynä tulee ohjelmointiruutuun joko vihertävä tai kellertävä yläreuna.



**Kuva 6-2**

Tilan muuttaminen tapahtuu ”Simulation” valikon alta tai kuvassa 6-2 näkyvillä pikanäppäimillä. Kun halutaan palata takaisin tavalliseen ohjelmointi-tilaan, tapahtuu se ”Stop” painikkeella.

Ohjelman ollessa ”Run” –tilassa on monitorointi oletuksena päällä. Monitor –tilassa Sysmac Studio näyttää graafisesti mitkä muuttujat ovat päällä ja mitkä eivät, ja mihin asti ohjelma on edennyt. Monitor –tila voidaan pistää pois päältä työkaluriviltä.



**Kuva 6-3 Monitor-näppäimet**

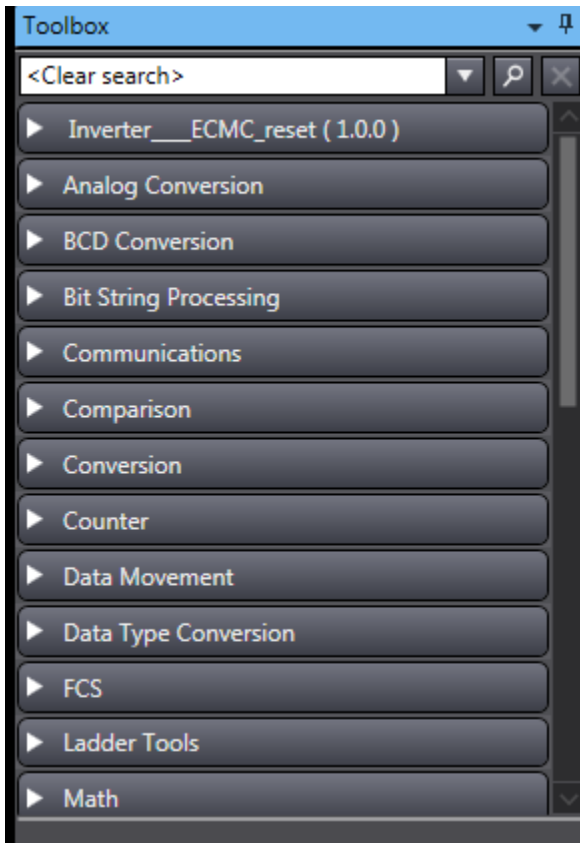
Kuvan 6-3 mukaisesti työkalu avataan painamalla jotakin muuttujaa hiiren oikealla painikkeella ja valitsemalla alin vaihtoehto.



**Kuva 6-4**

Tällöin aukeaa ulostulon ikkunaan kuvan 6-4 mukainen ruutu jossa Sysmac Studio kertoo muuttujan nimen, ohjelman ja rivin, jossa se on käytössä sekä millaiseen ohjelman osaan sillä viitataan.

**Toolbox -valikosta löytyvät kaikki tarvittavat välineet ohjelmointiin.**



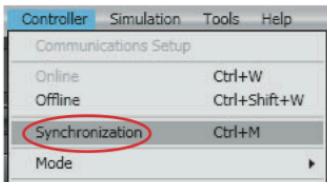
Kuva 6-5



Kuva 6-6

## 6.1. Sykronointi

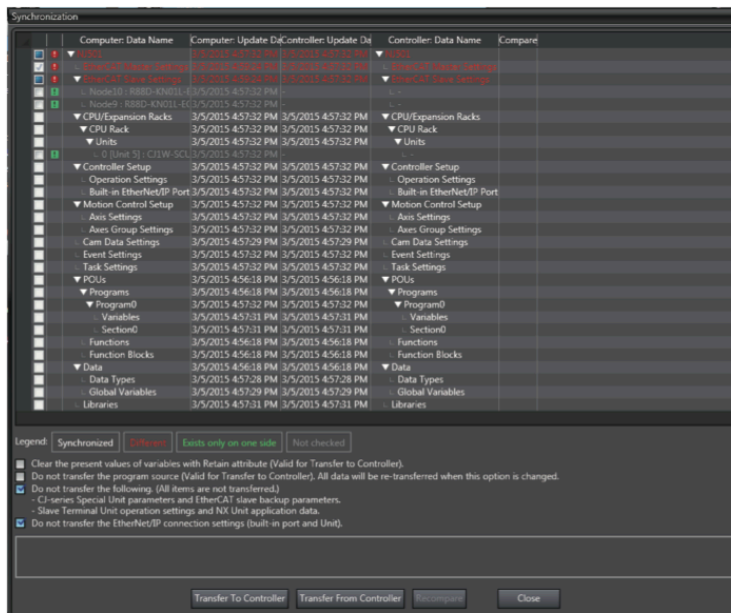
- 1 Go online and select **Synchronization** from the Controller Menu.



The Synchronization Window is displayed.

## 5 Controller Configurations and Setup

- 2 Click the **Transfer To Controller** Button.

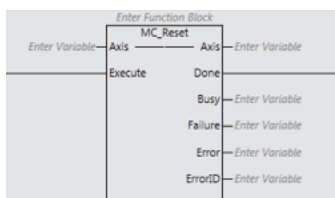


The network configuration information is downloaded from the Sysmac Studio to the Controller.

## 7. Servojen ohjaus

---

Servojen ohjaus tapahtuu kuten muidenkin laitteiden ohjaus. Kun servot on määritelty HW-konfiguroinnissa, voidaan niitä ohjata ladderilla tai structured textillä luoduilla ohjelmilla. Ladderista löytyy servojen ohjaamista varten luotuja funktioblokkeja ”Motion Control” -nimisen valikon alta.



**Kuva 7-1**

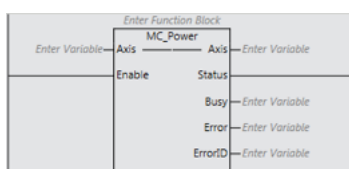
Kuvassa 7-1 on kuvattu funktio MC\_Reset jolla voidaan resetoita kaikki valittuun akseliin liittyvät aktiiviset virheet.

### 7.1. Power

---

Servoja ohjaavassa koodissa tulee ennen varsinaista ohjausta varmistaa, että servolukot ovat päällä. Tämä tapahtuu valmiilla funktioblokeilla nimeltä MC\_Power jotka löytyvät ”Motion Control” valikon alta.

Ohjelmoidessa servoja MC\_Power -funktioita käytetään ohjelmassa varmistamaan, että servot ovat päällä ennen kuin ohjelma lähtee toteuttamaan muita toimintoja.

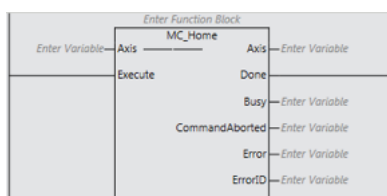


**Kuva 7-2**

### 7.2. Home

---

Kotiin ohjaus on toimenpide, jolla servolle määritetään kotipiste



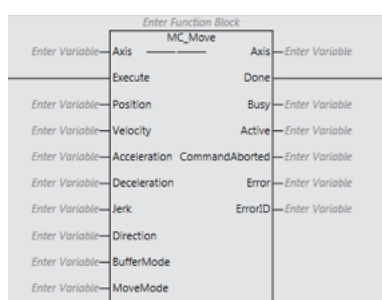
**Kuva 7-3**

Ohjelmassa servon kotiin ajo tapahtuu funktioblokillä MC\_Home. Kun koodissa ajetaan MC\_Home, ajetaan akseliksi valittu servo kotipisteeseen konfiguroinnissa valitulla menetelmällä. Menetelmä voidaan valita kappaleen 5.6 valikosta 6 ”Homing Settings”. (Ks. Ohjekirja)

Tarkat tiedot erilaisista kotipisteen määrittelytavoista löytyvät ohjekirjasta W508 3-19.

### 7.3. Point/velocity/torque

Servojen ohjaamiseen pisteestä toiseen on paljon erilaisia funktioita. Eräitä esimerkkejä näistä ovat mm. MC\_Move, MC\_MoveAbsolute sekä MC\_MoveLinear.

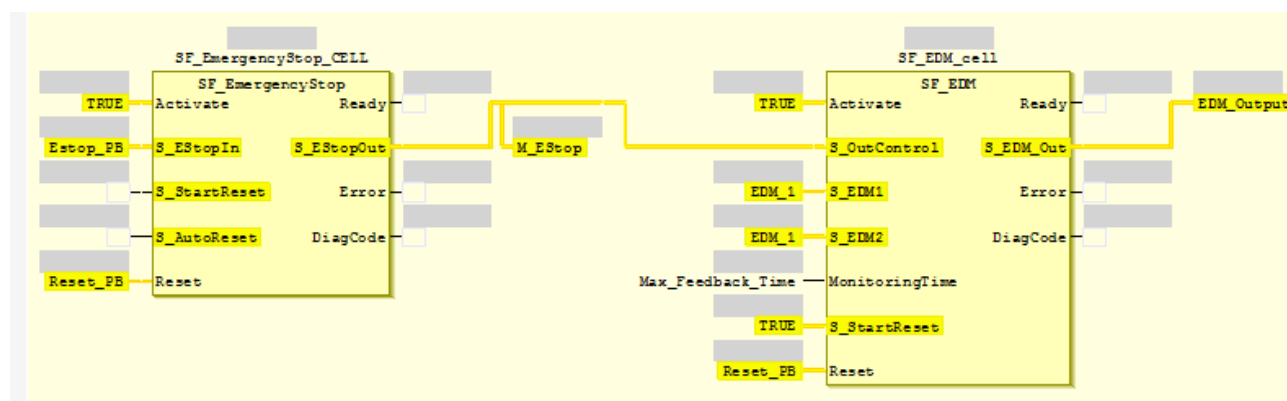


Kuva 7-4

Kuvassa 7-4 on MC\_Move –funktio. Liikkeenohjauksessa käytettävissä funktioissa tulee aina määritellä liikkeessä käytettävä akseli kohtaan ”Axis”, piste johon servo ajetaan kohdassa ”Position”, sekä nopeus jolla servoa ohjataan kohdassa ”Velocity”. Muut kohdat eivät ole pakollisia ohjelman toiminnan kannalta, mutta fyysisiä servoja käsiteltäessä kiihtyvyyksien sekä kiihtyvyyden muutoksen säätely on tärkeää halutun toiminnollisuuden sekä laitteiden keston saavuttamisen kannalta.

## 8. Turvaohjelma

Tee samanlainen ohjelma, parametrit ovat esiasennettuna ohjelmassa. Functio blockit löydät toolboxista.



## 8.1. Safety validation

---

Synktonoi ensin NJ- koneohjain menemällä **ONLINE** tulaan

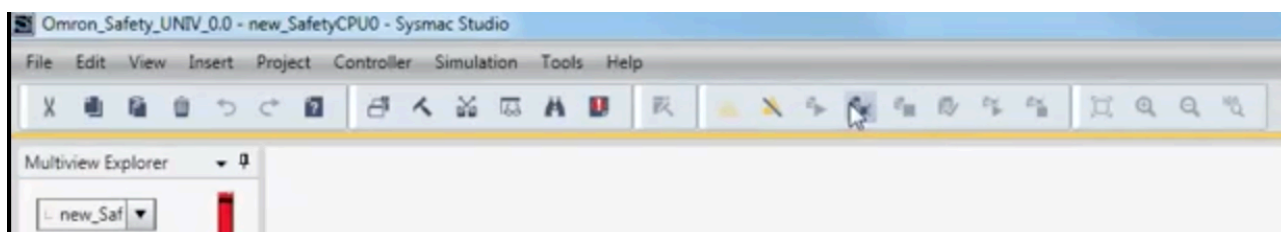
**Project → Build Controller (F8)**

**Project → Check all programs (F7)**

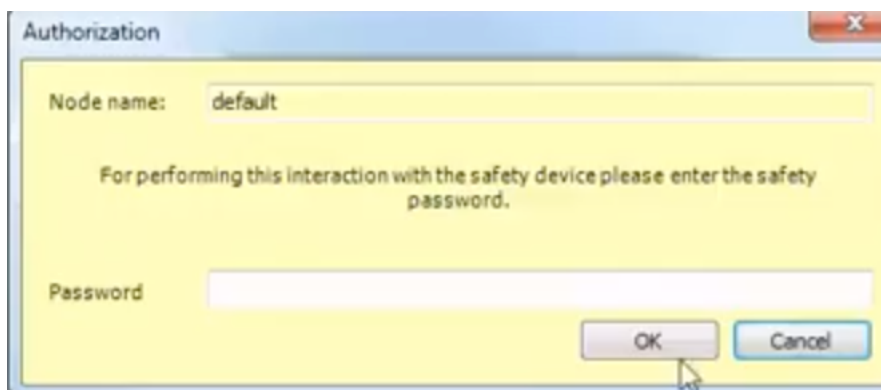
Seuraa

kuvien

ohjeita.

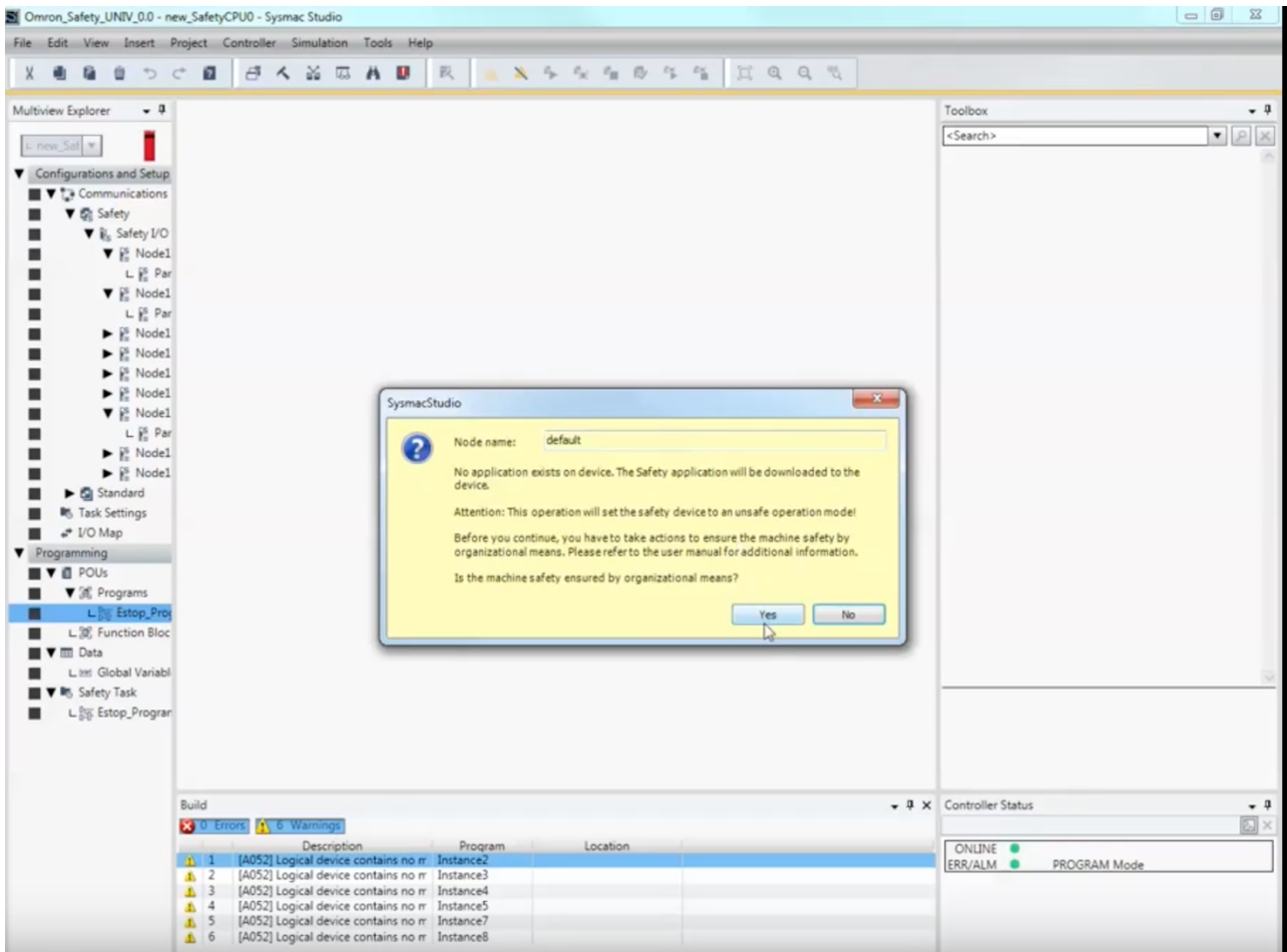


Mene **DEBUG MODE** – tilaan

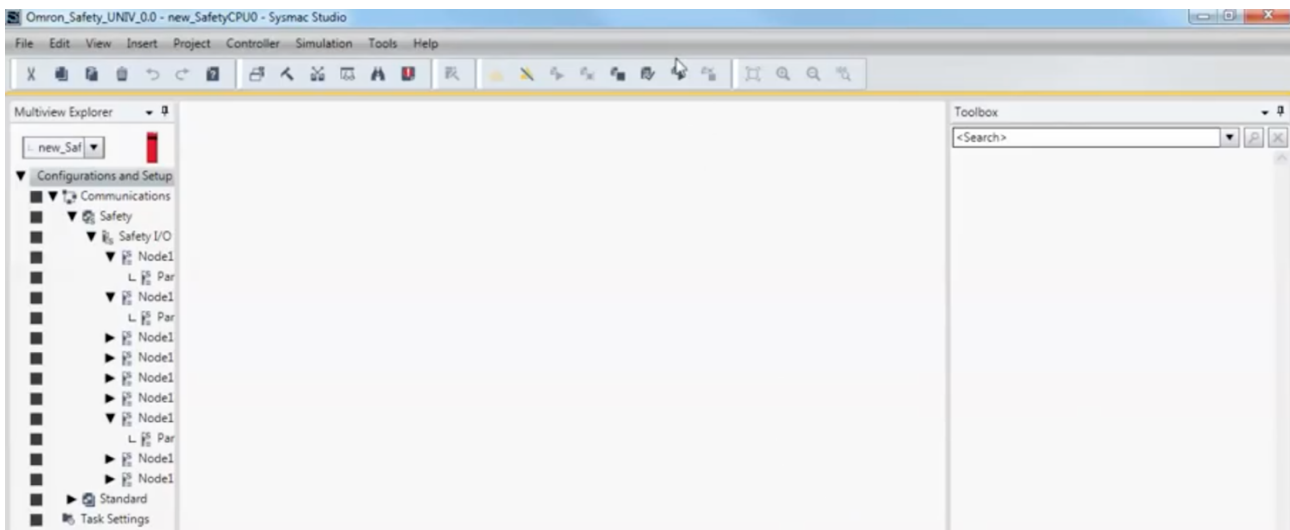


**Paina OK, Salasanaa ei vaadita**





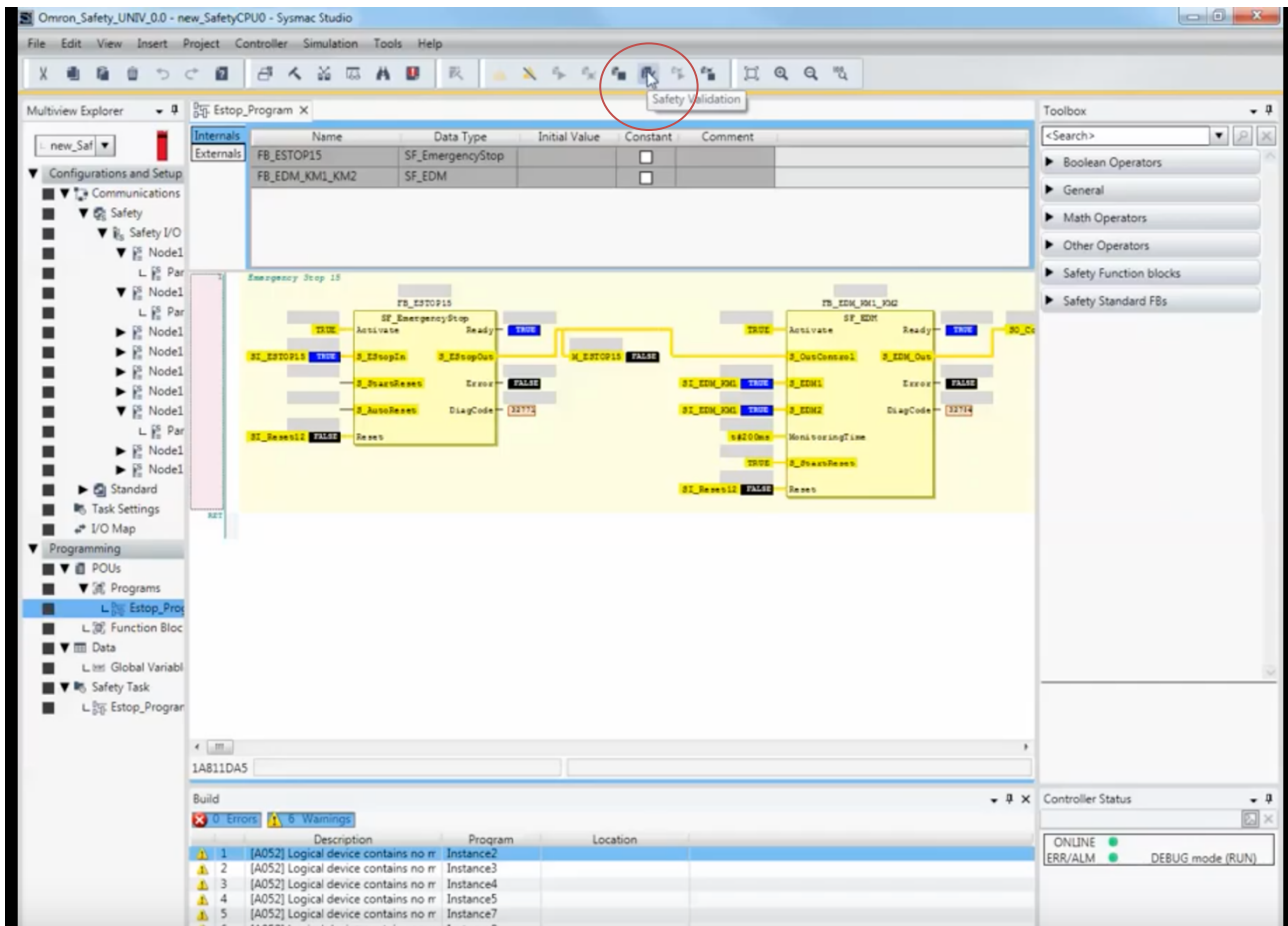
### Paina Yes



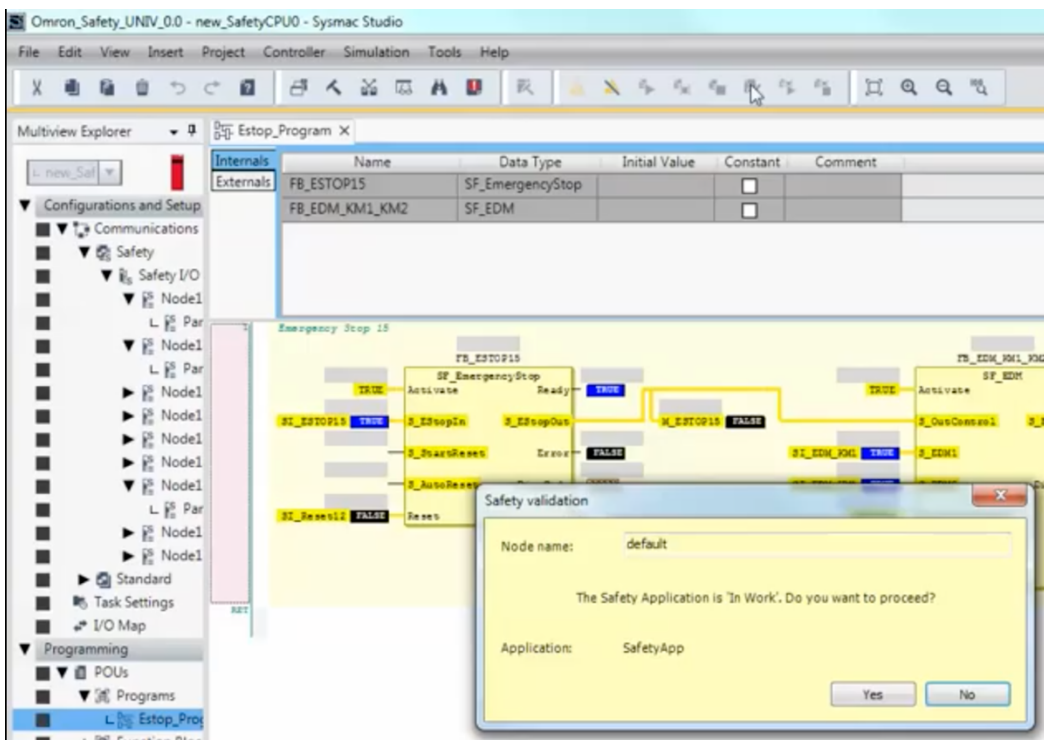
### Näin pääset DEBUG RUN modeen ja testaamaan bugei RUN tilassa



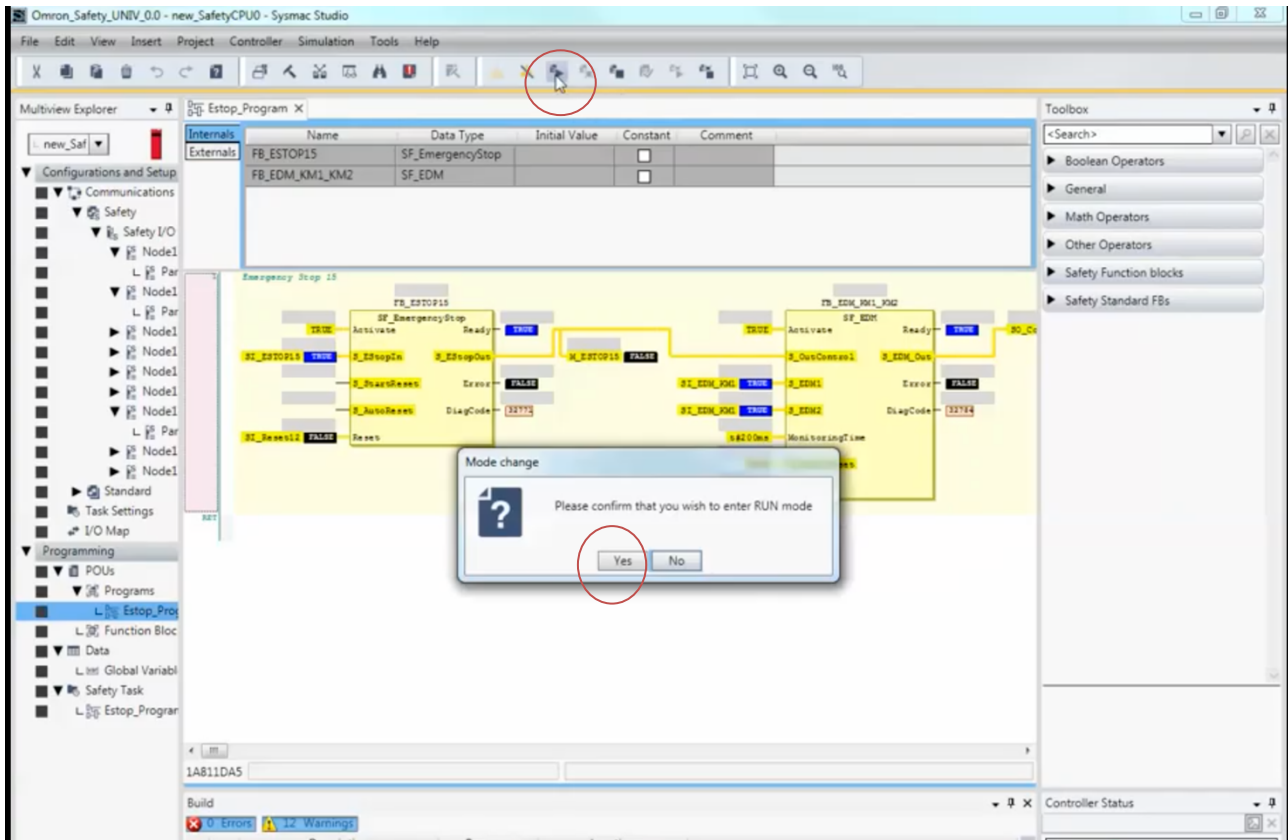
Kun ohjelma on valmis validoi turvaohjelma.



Paina SAFETY VALIDATION. Validoi ohjelma NX koneohjaimen



Paina YES → OK → OK. Validointi valmis.

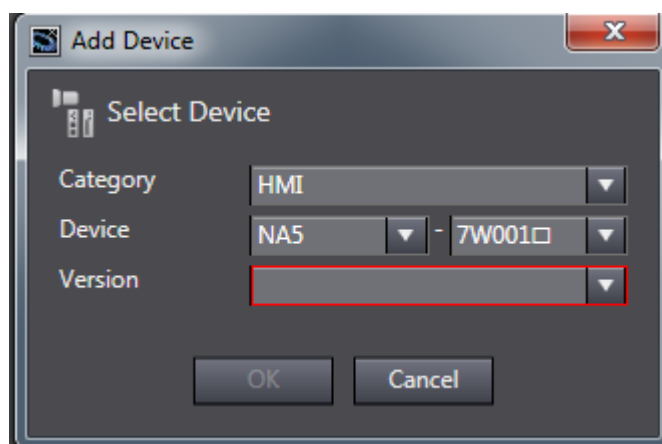


Ohjelma on ladattu NX- koneohjaimen. Varmista että ohjelma on RUN tilassa.

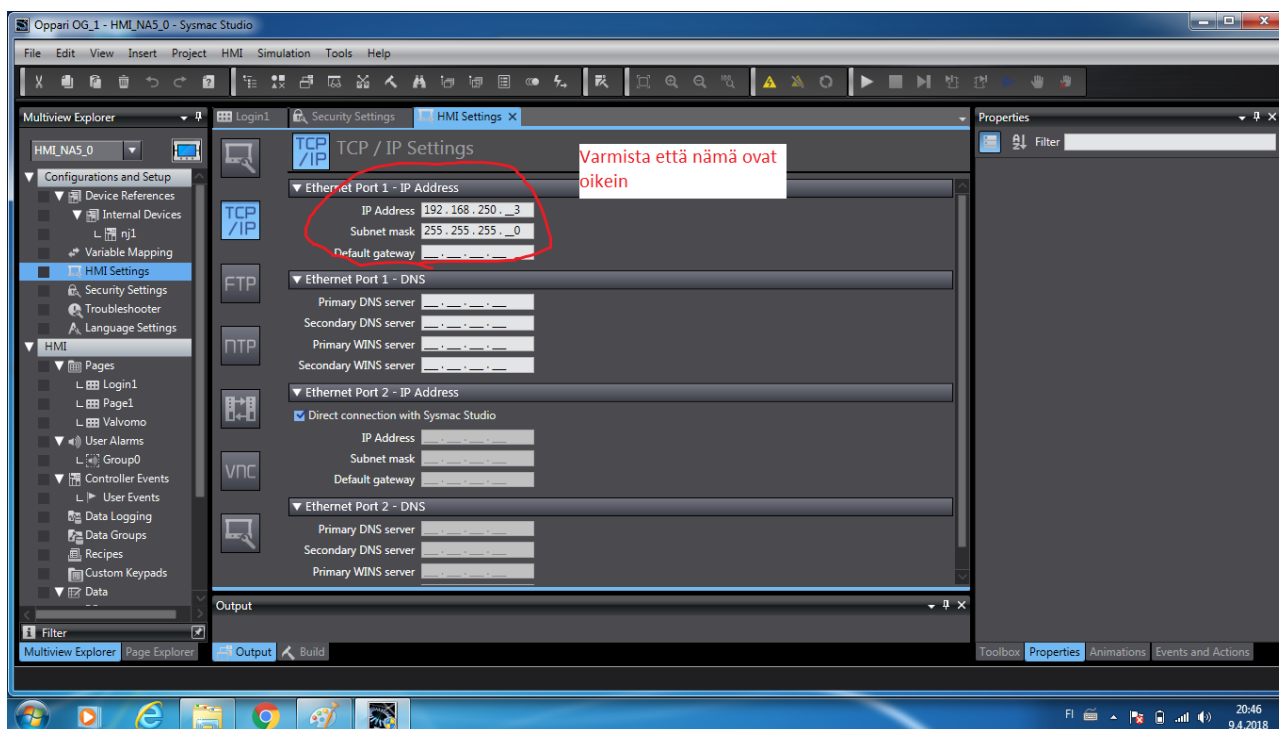
## 9. Näyttöpäätte

Ohjelmointi toimii saman lailla kuin CX-Designer ohjelma.

Lisää NA5 näyttöpäätte tai mikä tahansa laite ohjelmaan näin. **Klikkaa Insert → HMI → NA5 Valitse laite ja sen versio → paina OK.**



Kuva 8-1



Kuva 8-2

Seuraa kuvan 8-2 ohjeita.

Yhdistä laite 3.2 mukaisesti väylään valitsemalla HMI → Communications Setup → Valitse yhteystapa → näppäile IP osoite → paina Test → varmista että TEST OK → Paina OK. Laite on yhdistetty. **Varmista että NA5 on Ethernet/IP väylässä.**

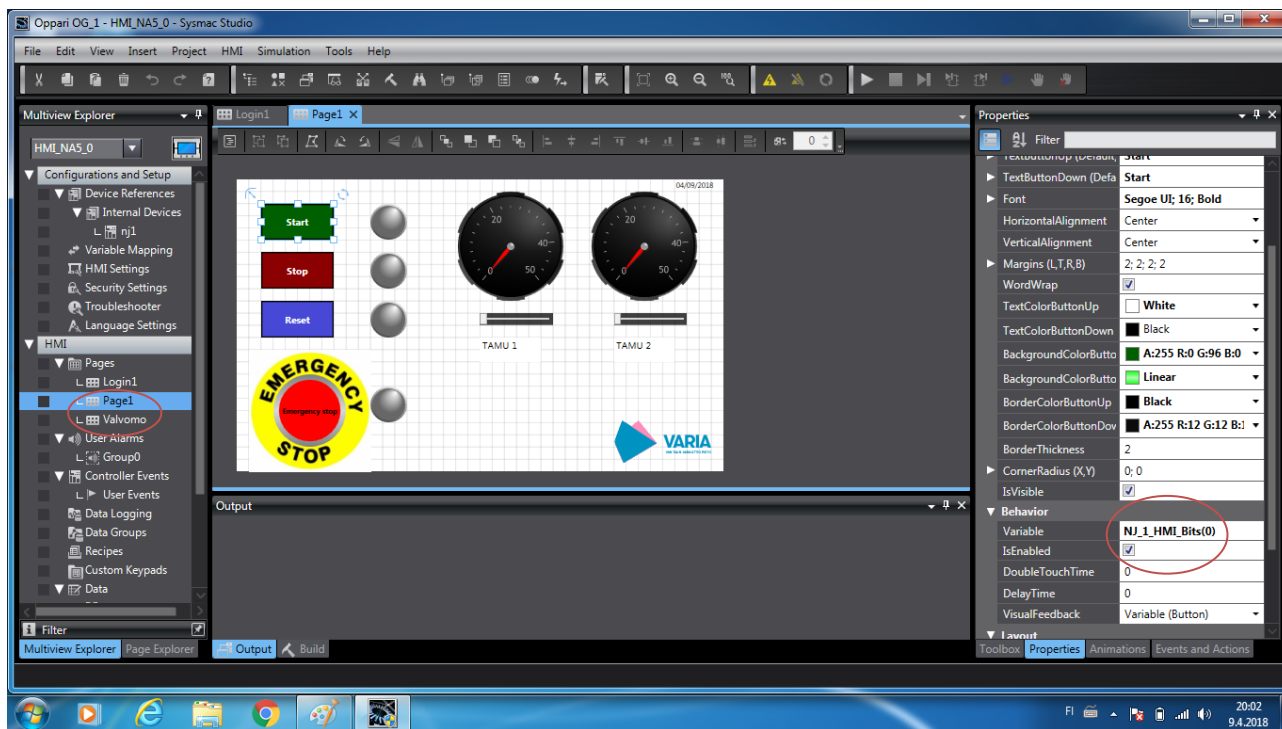
**Tarkista laitteen IP osoite. Saatat joutua vaihtamaan näyttöpäätteen IP osoite laitteen System Menusta jos laite ei hyväksy antamaasi IP osoitettasi. Pääset sinne painamalla NA5 näytön vasenta ylänurkkaa ja oikeata alareunaa saman aikaisesti. Valitse TCP/IP, josta pääset vaihtamaan IP osoitetta.**

Luo uusi sivu ja klikkaamalla oikealla hiirinäppäimellä **Pages → Page**. Tilaan ilmestyy tyhjä sivu, johon pääset muokkaamaan sivuasi. Kuviota tupla klikkaamalla, se ohjaa sinut kohtaan properties välilehteen. Tässä kohdassa pääset muokkaamaan kuvion parametreja. Variable kohdasta pääset muokkaamaan kuvion muuttujaa. NJ\_1 tarkoittaa että se lukee variaabelin NJ logiikasta. kuva 8-3

Lisää nämä muuttujat Global Variables, jotta pääset käyttämään näyttöpäätteen näppäimiä ohjelmoinnissa.

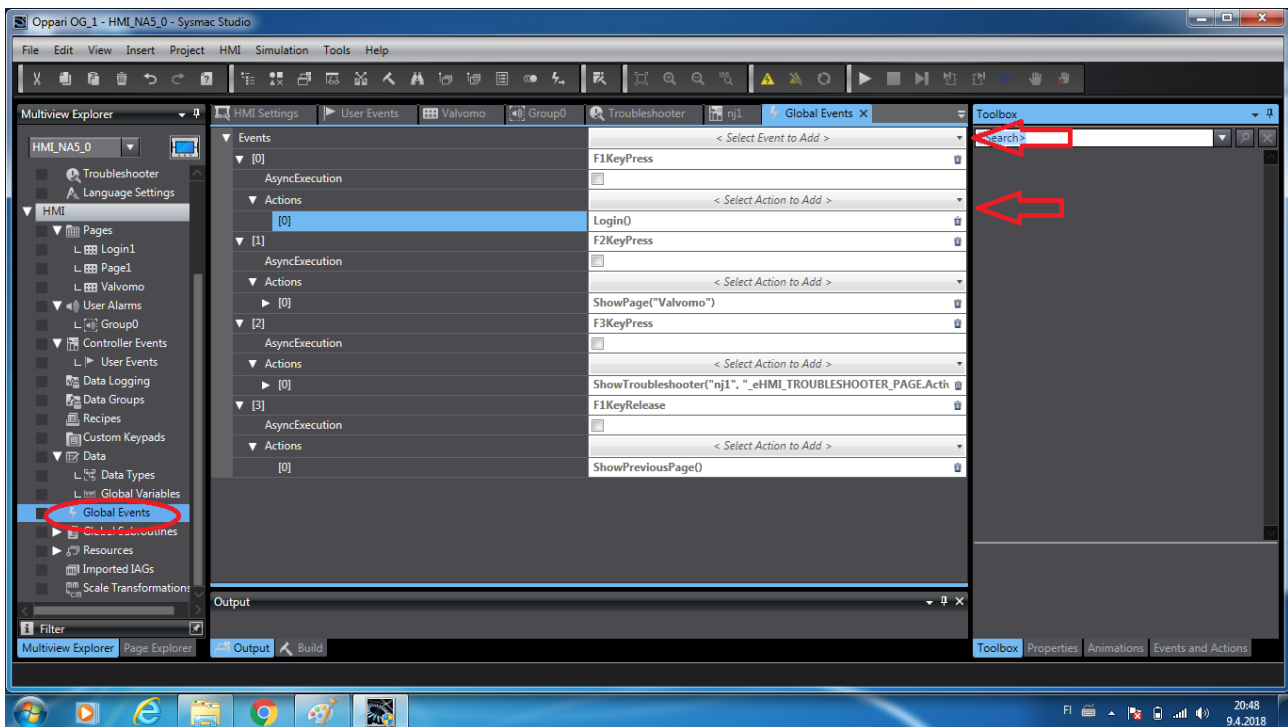
NAME	DATA TYPE
HMI_BITS	ARRAY[0..63] OF BOOL
HMI_LREALS	ARRAY[0..63] OF LREAL
HMI_INTS	ARRAY[0..63]

Kun olet valmis **muista synkronisoida laite.**



kuva 8-3

Tupla klikkaamalla tyhää sivua sinut ohjataan **Properties välilehteen**. Tässä voit muokata sivun käyttäytymistä **Behavior kohdasta**. Vaihtoehtoina on **BackgroundPage** – Sivu näkyy taustalla läpinäkyvänä. **Pagetype MAIN** tekee sivua pääsivun, **ei ensimmäisen sivun**.



kuva 8-4

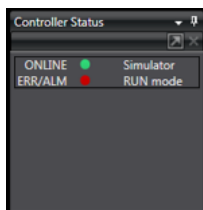
**Global Events** kohdassa pääset ohjelmoimaan näyttöpäätteen fyysisiä näppäimiä. Tässä voit päättää näppäimien toimintoja.

**Pahimmassa tapauksessa voit joutua resetoimaan koko laitteen, jos laite ei yhdisty ohjeen mukaisesti. Liitä laite USB – väylään ja yhdistä laite 3.2 mukaisesti valitsemalla HMI → Communications Setup → Valitse yhteystapa → näppäile IP osoite → paina Test → varmista että TEST OK → Paina OK. Laite on yhdistettynä. Valitse Reset HMI Device → Paina OK.**

## 10. Troubleshooting

Sysmac Studion yhteydessä asentuvien manuaalien joukosta löytyy manuaali **W503 Troubleshooting Manual**, jossa on listattu ohjeita erilaisiin ongelmatilanteisiin ja virhekoodeihin.

Kun luotua ohjelmaa ajetaan, näkyy ”Controller Status” –ikkunassa kaksi valoa, ”ONLINE” sekä ”ERR/ALM”. Vihreä Online-valo kertoo, että ohjelma on, jossa kun taas vihreä ERR/ALM-valo kertoo, ettei Sysmac Studio ole havainnut ohjelmassa mitään virheitä tai esteitä sen ajamiselle. Jos molemmat ovat vihreitä, on se merkki siitä, että ohjelmaa kyetään ajamaan ilman ongelmia.



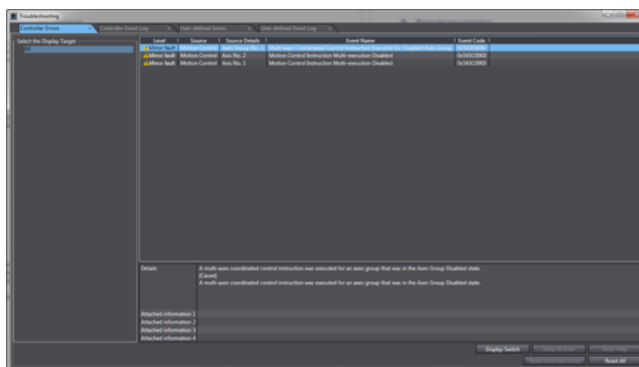
Kuva 81

Jos taas käy niin, että ERR/ALM-valo on punainen, on ohjelmassa jokin koodin suorittamisen estävä ongelma. Tähän tilanteeseen on Sysmac Studiossa ”Troubleshooting” –valikko, joka löytyy Sysmac Studion työkalurivistä.



Kuva 82

Troubleshooting –ruudussa näkyvät kaikki, sillä hetkellä aktiivisena olevat virheilmoitukset ja niiden vakavuus. Ongelmatilanteita ratkoessa kannattaa aina tarkistaa millaisia virheilmoituksia Sysmac Studio on antanut troubleshootingiin.



Kuva 83

Troubleshooting valikossa on historia kaikista Sysmac Studion havaitsemista vanhoista virheistä sekä käyttäjän omat virhekoodit sekä niiden historia.

## 11. Liitteet

Unit5	▼ NX-ID3417							
	Input Bit 00	Input Bit 00	R	BOOL				
	Input Bit 01	Input Bit 01	R	BOOL	Anturi_2		Global Variables	
	Input Bit 02	Input Bit 02	R	BOOL				
	Input Bit 03	Input Bit 03	R	BOOL	Väri_anturi	lukee väri	Global Variables	
Unit6	▼ NX-OD3256							
	Output Bit 00	Output Bit 00	W	BOOL	Hylkäys_sylinteri	Työntää h	Global Variables	
	Output Bit 01	Output Bit 01	W	BOOL	Hylkäys_sylinteri_p	Vetää hyl	Global Variables	
	Output Bit 02	Output Bit 02	W	BOOL				
	Output Bit 03	Output Bit 03	W	BOOL				
Unit7	▼ NX-OC2633							
	Output Bit 00	Output Bit 00	W	BOOL	Haku	Hakee ka	Global Variables	
	Output Bit 01	Output Bit 01	W	BOOL	Ykkosstorni	Palikka sii	Global Variables	
Unit8	▼ NX-OC2633							
	Output Bit 00	Output Bit 00	W	BOOL	Hylkaysasema	Kappale s	Global Variables	
	Output Bit 01	Output Bit 01	W	BOOL	Reset	Kun kaikk	Global Variables	
Unit9	▶ NX-AD2203							
Unit10	▶ NX-DA2203							
Unit11	▶ NX-DA2603							

Position	Port	Description	R/W	Data Type	Variable	Variable C	Variable Type	
	Output Bit 01	Output Bit 01	W	BOOL	Reset	Kun kaikk	Global Variables	
Unit9	▶ NX-AD2203							
Unit10	▶ NX-DA2203							
Unit11	▶ NX-DA2603							
Node1	▶ R88D-KN01H-ECT							
Node3	▼ EX260-SEC3							
	▼ Byte 0_Output_3101_01		W	BYTE				
	Out Bit00	The digital output value of	W	BOOL	Käsi_ylös		Global Variables	
	Out Bit01	The digital output value of	W	BOOL				
	Out Bit02	The digital output value of	W	BOOL	Niveltarttuja		Global Variables	
	Out Bit03	The digital output value of	W	BOOL				
	Out Bit04	The digital output value of	W	BOOL	Nivel		Global Variables	
	Out Bit05	The digital output value of	W	BOOL				
	Out Bit06	The digital output value of	W	BOOL	Tarttuja		Global Variables	
	Out Bit07	The digital output value of	W	BOOL				
	▼ Byte 1_Output_3101_02		W	BYTE				
	Out Bit08	The digital output value of	W	BOOL	Kääntyy		Global Variables	
	Out Bit09	The digital output value of	W	BOOL				
	Out Bit10	The digital output value of	W	BOOL	Sylinteri		Global Variables	
	Out Bit11	The digital output value of	W	BOOL				
	Out Bit12	The digital output value of	W	BOOL				
	Out Bit13	The digital output value of	W	BOOL				
	Out Bit14	The digital output value of	W	BOOL				
	Out Bit15	The digital output value of	W	BOOL				
	▼ CPU/Expansion Racks							
CPU Rac	▶ CPU Rack 0							



Node17	▼ 3G3AX-MX2-ECT						
	Command	This object gives an operat	W	WORD	Tamu1_Command		Global Variables
	Frequency reference	This object gives an output	W	UJINT	Tamu1_Frequency		Global Variables
	Status	This object gives the preser	R	WORD	Tamu1_Status		Global Variables
	Output frequency monitor	This object gives the output	R	UJINT	Tamu1_Output_fre		Global Variables
	▼ Sysmac Error Status	Indicate Sysmac error statu	R	BYTE	Tamu1_Sysmac_Er		Global Variables
	Observation	Observation levels of inforr	R	BOOL	Tamu1_Observatic		Global Variables
	Minor Fault	Minor Fault levels of inforr	R	BOOL	Tamu1_Minor_Fau		Global Variables
Node56	▼ 3G3AX-MX2-ECT						
	Command	This object gives an operat	W	WORD	Tamu2_Command		Global Variables
	Frequency reference	This object gives an output	W	UJINT	Tamu2_Frequency		Global Variables
	Status	This object gives the preser	R	WORD	Tamu2_Status		Global Variables
	Output frequency monitor	This object gives the output	R	UJINT	Tamu2_Output_fre		Global Variables
	▼ Sysmac Error Status	Indicate Sysmac error statu	R	BYTE	Tamu2_Sysmac_Er		Global Variables
	Observation	Observation levels of inforr	R	BOOL	Tamu2_Observatic		Global Variables
	Minor Fault	Minor Fault levels of inforr	R	BOOL	Tamu2_Minor_Fau		Global Variables
Node80	▼ NX-ECC202						
	▼ Sysmac Error Status	Sysmac error status on Slav	R	BYTE			
	Observation	Observation	R	BOOL			
	Minor Fault	Minor fault	R	BOOL			
	Partial Fault	Partial fault	R	BOOL			
	Major Fault	Major fault	R	BOOL			
	▶ NX Unit Registration Status 125	Status whether the NX Unit	R	ARRAY[0..12'			
	▶ NX Unit I/O Data Active Status 125	Status whether the NX Unit	R	ARRAY[0..12'			
Unit1	▶ NX-SL3300						
Unit2	▶ NX-SID800						