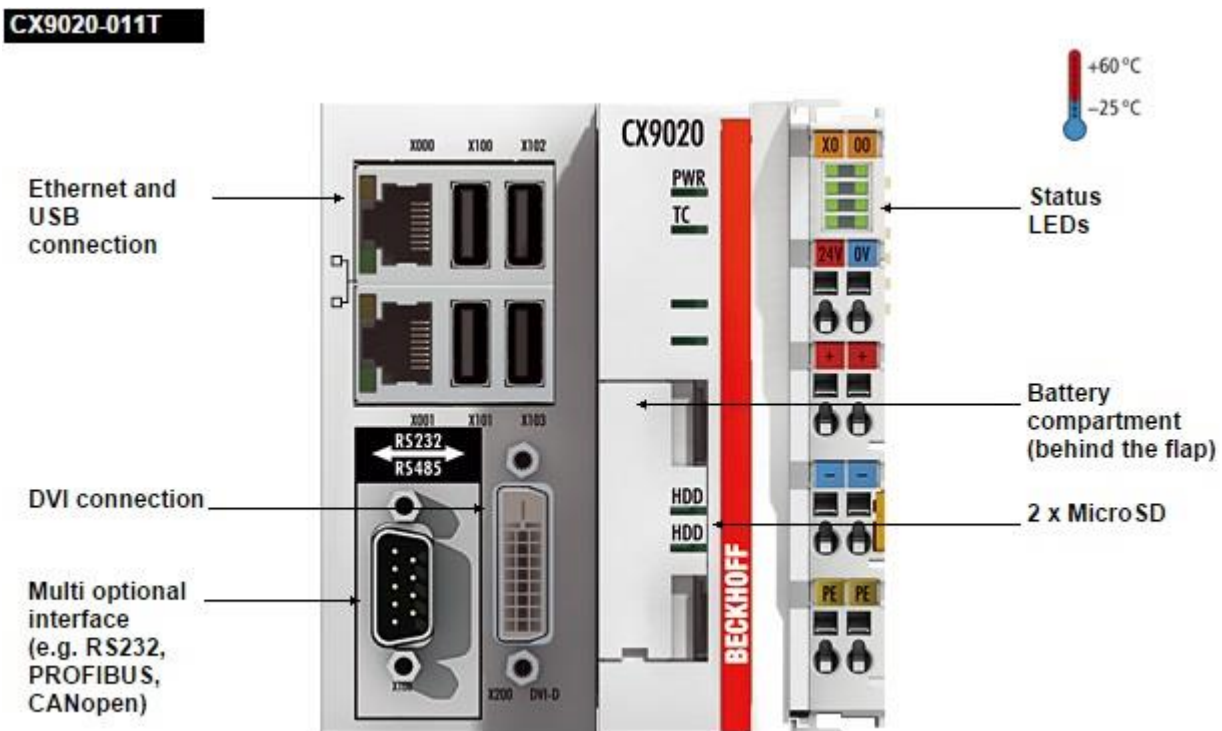


Beckhoffin PLC:n käyttöönotto-ohje

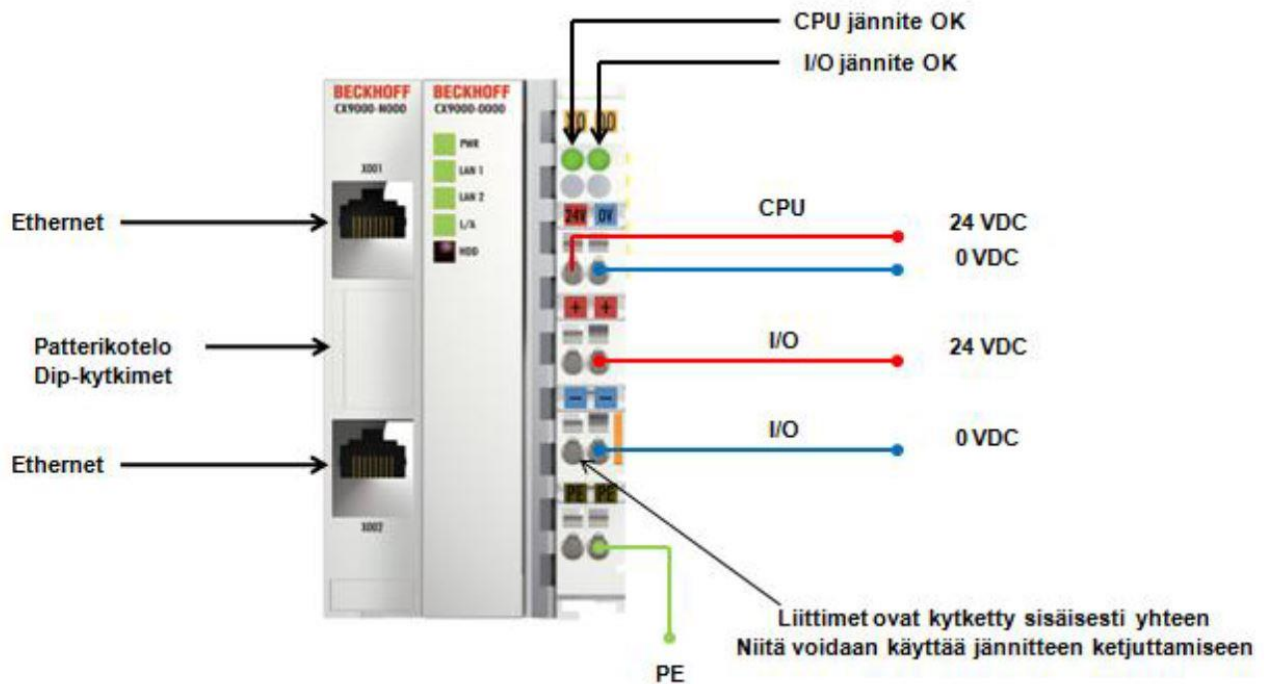
Tämän ohjeen avulla on tarkoitus pystyä ottamaan käyttöön Beckhoffin PLC ethercat menetelmän avulla. Ensimmäiseksi tarvitaan tietokone, johon on asennettu Beckhoffin Twincat ohjelmisto ja Beckhoffin PLC-yksikkö, sekä ethernet-kaapeli. Tässä ohjeessa käytetään PLC-mallia CX9020, mutta ohje on käyttökelpoinen myös muita PLC-malleja käytettäessä. Mikäli tietokoneeseen ei ole asennettu Twincat ohjelmistoa, saa siitä ladattua kokeiluversion Beckhoffin kotisivuilta osoitteesta www.beckhoff.com.

PLC:n kytkentä jännitelähteeseen ja tietokoneeseen

Ensimmäisessä vaiheessa tarvitsee PLC-moduuliin saada 24v käyttöjännite virtalähteeltä. Moduuliin kytketään virta yksinkertaisesti liittämällä siihen plus- ja miinus johtimet jännitelähteeltä niille varattuihin paikkoihin. Katso kuva 3. Onnistuneen kytkennän jälkeen pitäisi PLC-yksikköön syttyä vihreät valot PWR- ja TC-kohtaan. Beckhoff tuotteissa tuodaan jännitesyöttö erikseen laitteelle ja I/O:lle, katso kuva 2.



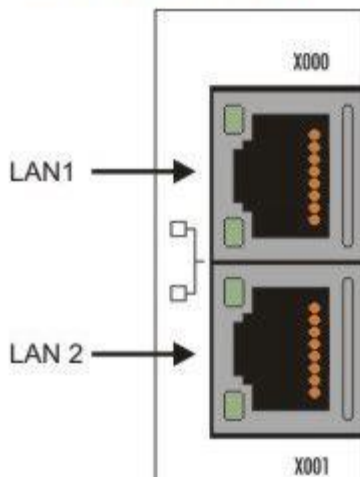
Kuva 1: Virran kytkentä



Kuva 2: I/O:n johdotus

Tämän jälkeen kytketään ethernet-kaapelin toinen pää käytettävän tietokoneen verkkokorttiin ja toinen PLC-yksikön sille varattuun porttiin X000, joka on tarkoitettu tulevalle datalle. Ethernet-kaapeli voi olla suoraan tai ristiinkytetty, Beckhoffin moduuleissa on automaattinen tunnistusjär-

LAN connections



Kuva 3: Ethernet-kaapelin kytkentä

jestelmä, joka toimii molemmilla vaihtoehdoilla. Viereinen portti X001 on tarkoitettu lähtevälle datalle. Esimerkiksi hajautusasemalle lähtevään dataan tai topologiassa seuraavana olevalle PLC:lle. Kun kaapeli on kytketty, pitäisi syttyä vihreät valot portin molemmille puolille. Mikäli valot eivät syty, on syytä tarkastaa ethernet-kaapelin kunto ja vaihtaa tarvittaessa uuteen. Ylempi ledi ilmoittaa yhteyden tilaa. Vihreänä palaessa yhteys on kunnossa ja vilkkuessa dataliikennettä kyseisen portin kautta. Alemman ledin avulla näytetään muodostetun yhteyden nopeutta. Vihreänä palaessa nopeus on 100Mbit:ä ja kun ledi ei pala on nopeus 10Mbit:ä.

Normaalisti TAMK:n konelaboratorion ympäristössä nämä asetukset ovat jo valmiiksi määriteltä. Mikäli kuitenkin ongelmia yhteyden muodostamisessa ilmenee, tulisi tarkastaa oman tietokoneen verkkoasetuksista seuraavat asiat:

(ohjauspaneeli → verkkoasetukset)

1. Onko käytettävä verkkoportti kytketty käyttöön, mikäli ei, kytke se päälle. Oletuksena TAMK:n konepuolen koneissa käytetään verkkoporttia 2. Tämä valinta löytyy kun käytettävää porttia klikkaa hiiren kakkosnäppäimellä ja ota käyttöön (Enable).

2. Tämän jälkeen samasta paikasta löytyy ethernet-portin asetukset, josta yleiset välilehden alta tulisi varmistaa seuraavat kohdat:
 - a. TCP/IPv4 kohdan asetuksista löytyy valitun kytkentätavan IP:n muodostus manuaaliseksi ja osoitteeksi määritetty 192.168.50.10.

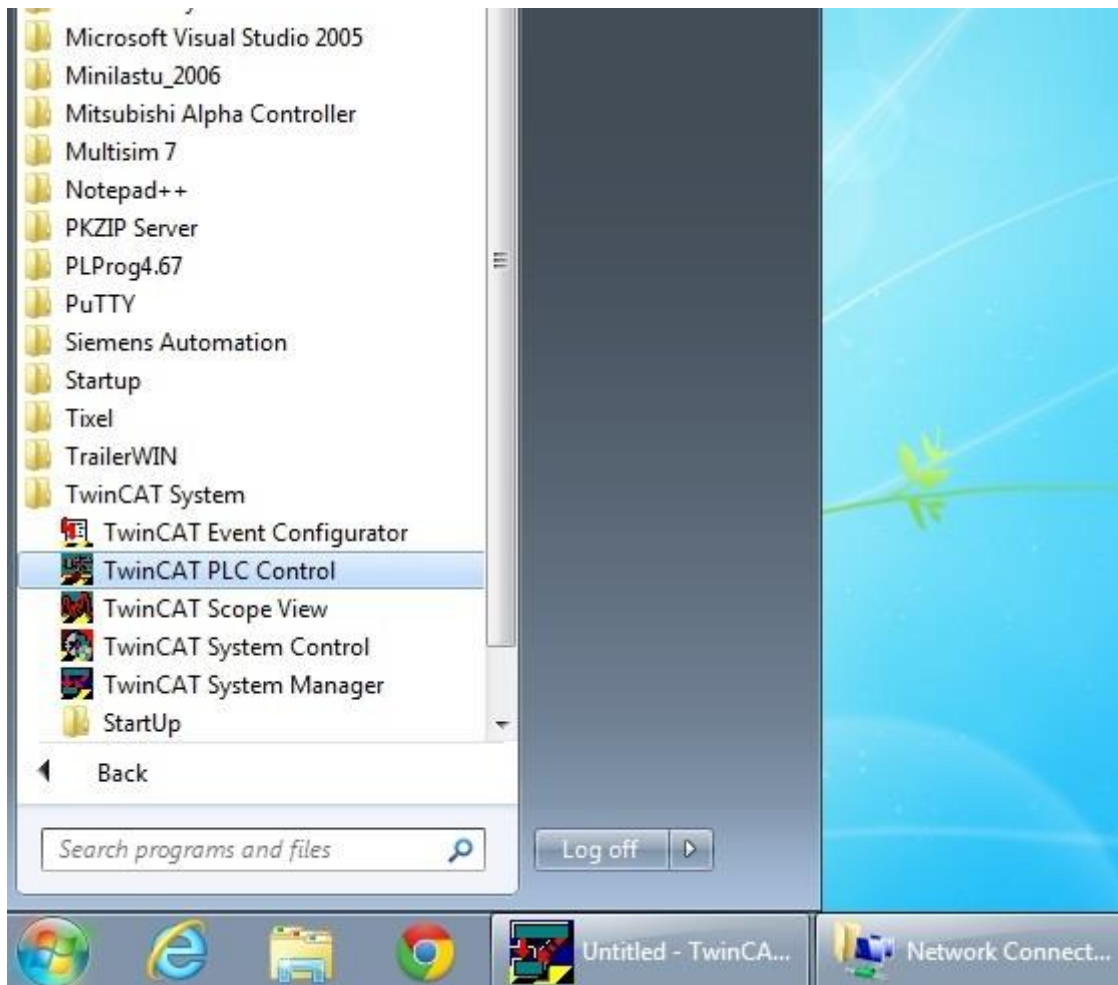
Kun edellä mainitut kohdat on tarkistettu, voidaan verkkoasetukset sulkea.

Onnistuneet asetukset voidaan tarkastaa avaamalla windows-valikosta suorita (Run..) ja kirjoitetaan siihen cmd. Tämän jälkeen aukeaa msdos johon kirjoittamalla ipconfig saadaan auki käytettävien porttien ip-osoitteet.

PLC projektin luonti

Seuraavaksi käynnistetään Twincat ohjelmasta PLC manager tietokeelta.

Windows → all programs → TwinCAT PLC Control

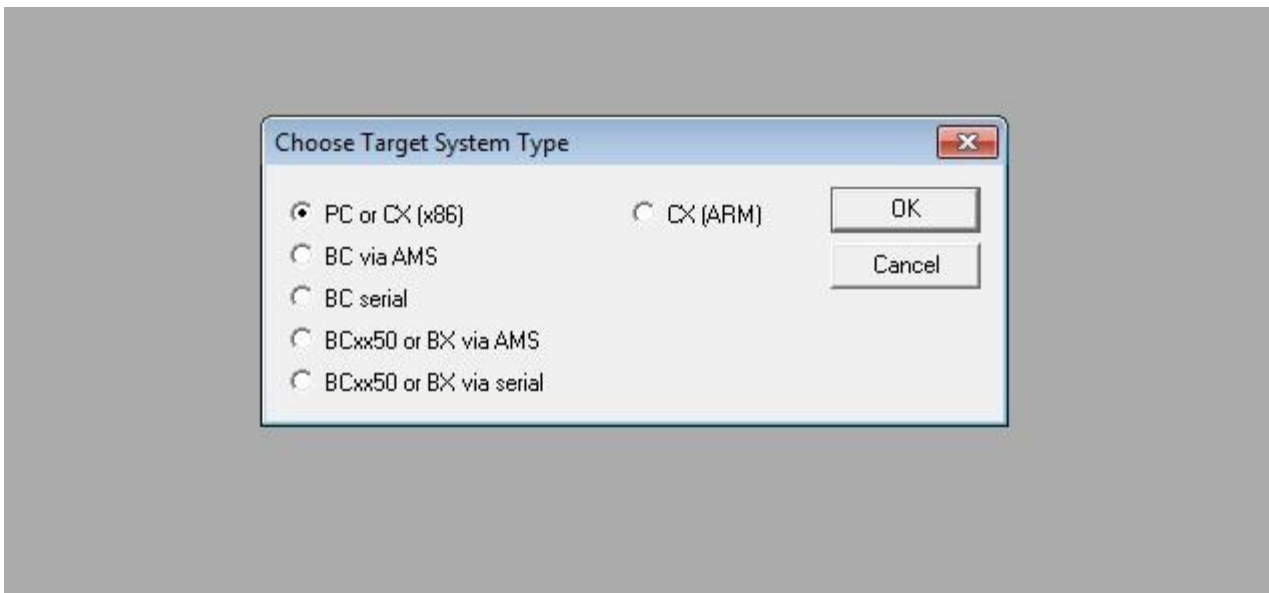


Kuva 4: PLC-projektin luonti

Kun ohjelma on auki, aloitetaan uusi projekti valitsemalla vasemmasta yläreunasta File ja sieltä New. Seuraavaksi näytölle avautuu Choose Project System Type –ikkuna. Tämän ikkunan avulla määritellään luotavan projektin kohdeympäristö.

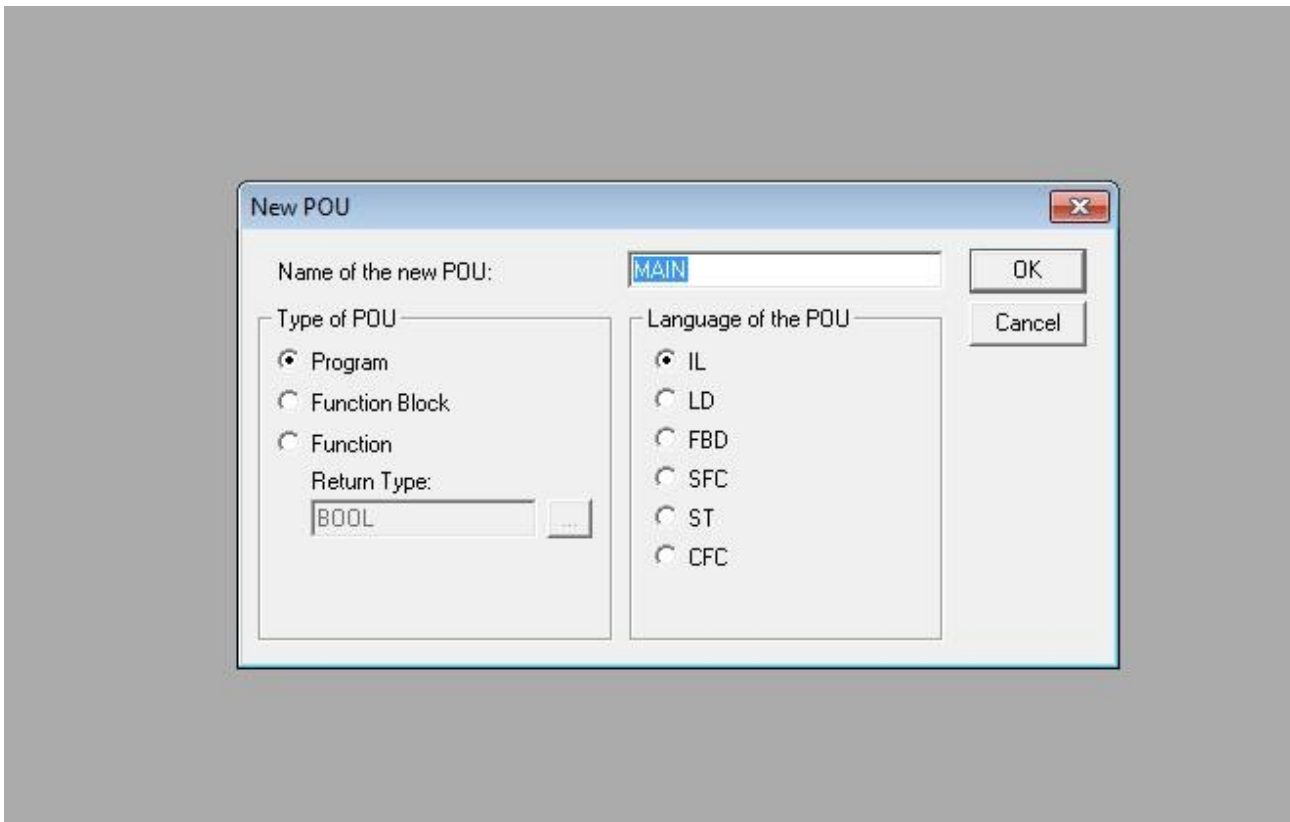
Teollisuus-PC:ssä ja sulautetuissa CX1000-, CX1010 ja CX1020-laitteissa valinta on ”PC or CX (x86)”. CX90xx-sarjan laitteille valitaan asetus ”CX (arm)”. BC- ja BX-väyläkorteissa täytyy valita liitytäänkö niihin sarjakaapelilla vai väylän kautta (via AMS).

Oman laitteen tyyppin saa selville laitteen pakkaustiedoista tai yksinkertaisesti katsomalla laitteen etupaneelista.



Kuva 5: Kohdeympäristön valinta

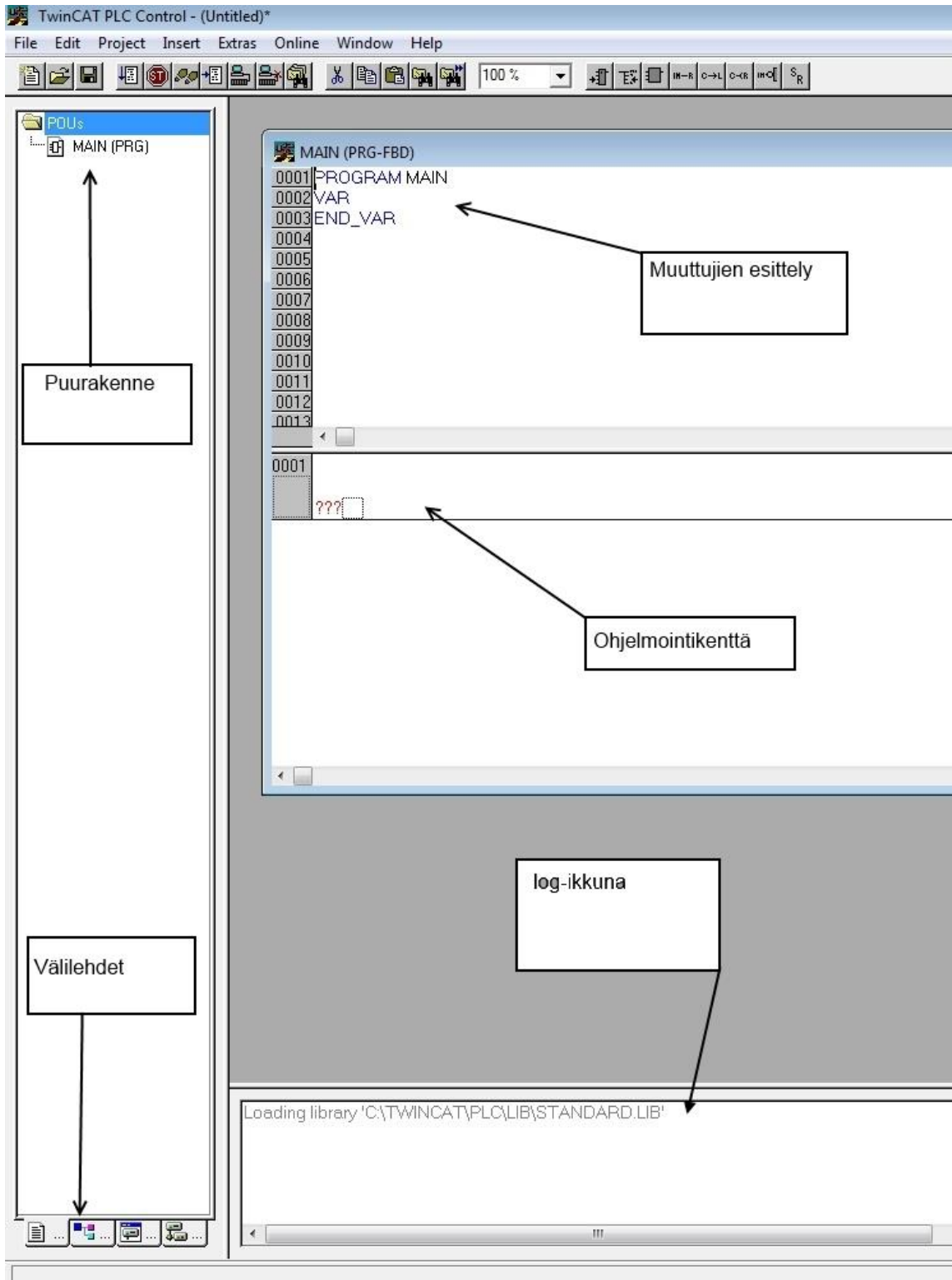
Tämän jälkeen valitaan ensimmäisen ohjelmalohkon nimi (POU, Program Organisation Unit), tyyppi ja ohjelmointikieli.



Kuva 6: Ohjelmalohkon ja ohjelmointikielen valinta

Ohjelmointikieli
IL, Instruction list
LD, Ladder
FBD, Function Block Diagram
SFC, Sequential Flow Chart
ST, Structured Text
CFC, Continuous Function Chart

Kun ohjelmointikieli ja POU on valittu aukeaa kuvan 7 näköinen ikkuna. Ikkuna jakautuu kolmeen pääosaan: Paikallismuuttujat, ohjelmointikenttä ja puurakenne. Esimerkkinä tässä käytetään FBD-ohjelmointia ja muutamia yksinkertaisimpien muuttujien määrittelyä.



Kuva 7: PLC-kontrollerin rakenne

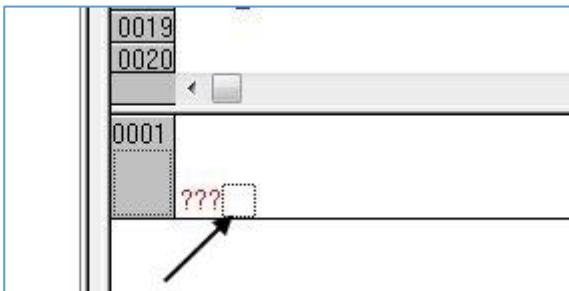
TwinCAT PLC Controllerissa on muutamia erittäin hyödyllisiä pikanäppäimiä. Nämä ovat tehty erityisesti FBD-ohjelmointia varten. Näitä hyväksi käyttämällä on ohjelmointi huomattavasti mutkattomampaa ja nopeampaa.

Ctrl+välilyönti	Avaa valikon käytettävistä muuttujista.
Ctrl+B	FBD-ohjelmoinnissa luo uuden Boxin.
Ctrl+A	FBD-ohjelmoinnissa luo muuttujasijoituksen.
Ctrl+N	FBD-ohjelmoinnissa luo negaation.
F2	Avaa Input assistantin, josta löytyvät eri boksit, laskurit, inputit yms.

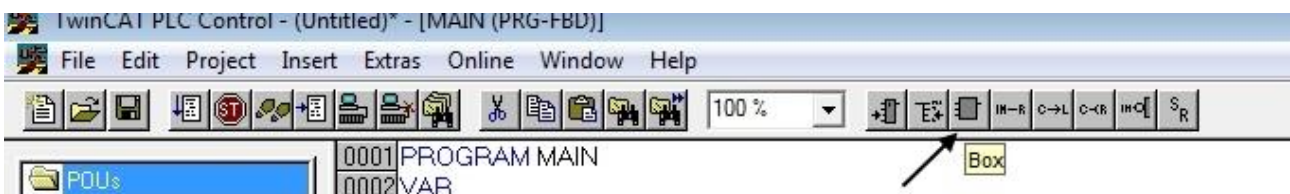
Ohjelmoinnissa on kaksi tapaa miten toimia muuttujien määrittelyn kanssa. Joko ne luodaan ohjelmaan ns. boksien luonnin yhteydessä tai ne määritellään ensin muuttujien esittely kenttään vapaavalintaisessa ajankohdassa ja valitaan sieltä bokseja ja ohjelmaa luodessa.

Mikäli muuttujia luodaan samalla kun itse ohjelmaa rakennetaan, tapahtuu se seuraavasti:

Klikataan kuvassa 8 nuolen osoittamaa kohtaa ja luodaan siihen haluttu boksi. Tämä tapahtuu pikanäppäin yhdistelmällä Ctrl+B tai ikkunan yläreunasta kuvan 9 osoittamalla tavalla.

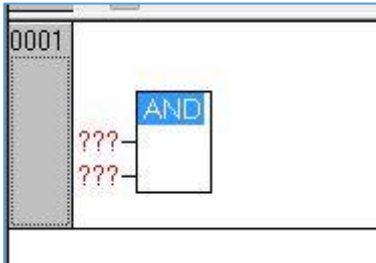


Kuva 8: Boksen luonti tapa 1.



Kuva 9: Boksen luonti tapa 2.

Kun on saatu boksi luotua, määritellään seuraavaksi boksen funktio. Pikanäppäinyhdistelmä Ctrl+B tekee automaattisesti JA-tyyppisen boksen ja luo sen eteen kaksi muuttujapaikkaa. Muuttujapaikkoja kuvaavat ???-kohdat.



Kuva 10: Boksen funktion määrittely

Kirjottamalla ???-merkkien tilalle halutulle muuttujalle nimen, kuten esimerkkinä kuvassa 11 käytetty Anturi1. Tämän jälkeen painamalla Enter, aukeaa Declare Variable ikkuna (kuva 11). Tämän ikkunan avulla määritellään muuttujan tiedot, jotka päivittyvät hyväksymisen jälkeen PLC-kontrollerin pääikkunassa olevaan muuttujien esittely kenttään (kuva 12).

Class - kentässä määritellään muuttujan luokka (input, output, input/output, global).

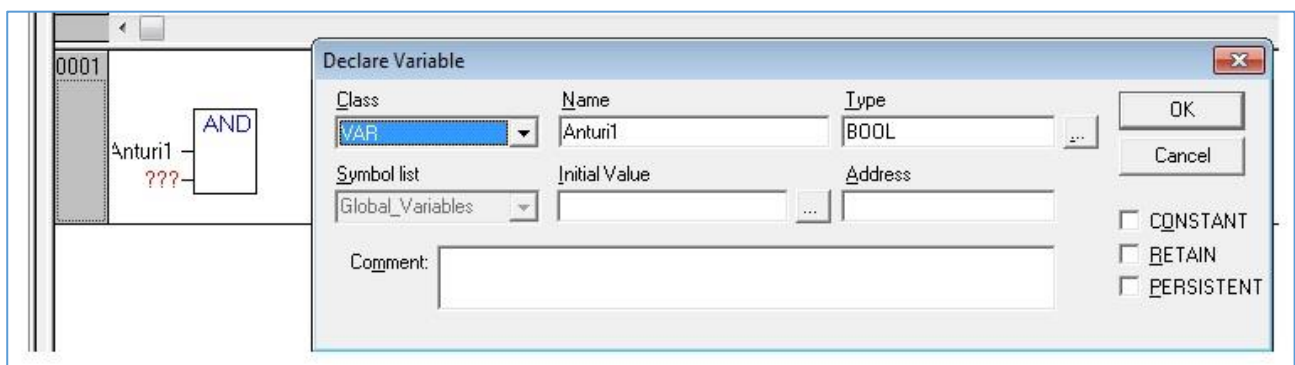
Name - kenttään kirjoitetaan muuttujan nimi.

Type - kentässä määritellään muuttujan tyyppi (bool, real, string, time...)

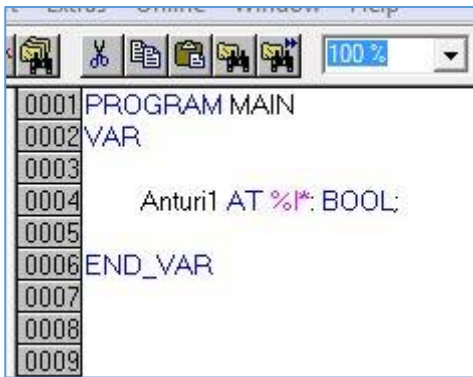
Symbol list - kentässä määritellään mihin listaan globaali muuttuja lisätään. Oletuksena käytössä ei ole kuin yksi globaali lista.

Initial Value – kenttään voidaan määrittellä muuttujalle alustusarvo. Tämä on arvo, jonka muuttuja saa ohjelman käynnistyessä ja arvo pysyy, kunnes sitä muutetaan. Jos kenttä jätetään tyhjäksi, alustetaan muuttuja 0-arvoon tai tyhjäksi merkkijonoksi riippuen muuttujatyypistä.

Address - kenttään määritetään muuttujan osoite, mikäli se halutaan linkittää fyysiseen tuloon tai lähtöön. Käytettäessä automaattista muistiosoitteen määrittelyä annetaan osoite muodossa esim. %I*. Mikäli muistiosoitte halutaan määrittää käsin, määritetään se esimerkiksi muodossa %IX0.0.



Kuva 11: Muuttujan luominen



The image shows a screenshot of a software interface displaying a list of variables. The list is organized into a table with two columns: a line number column and a variable name column. The variables are: 0001 PROGRAM MAIN, 0002 VAR, 0003, 0004 Anturi1 AT %I*: BOOL, 0005, 0006 END_VAR, 0007, 0008, and 0009. The interface includes a toolbar with icons for file operations and a zoom level of 100%.

0001	PROGRAM MAIN
0002	VAR
0003	
0004	Anturi1 AT %I*: BOOL;
0005	
0006	END_VAR
0007	
0008	
0009	

Kuva 12: Muuttuja listassa

Näin saadaan luotua muuttujia samalla kun ohjelman rakenne kehittyy ja samalla ne myös päivittyvät muuttujalistaan.

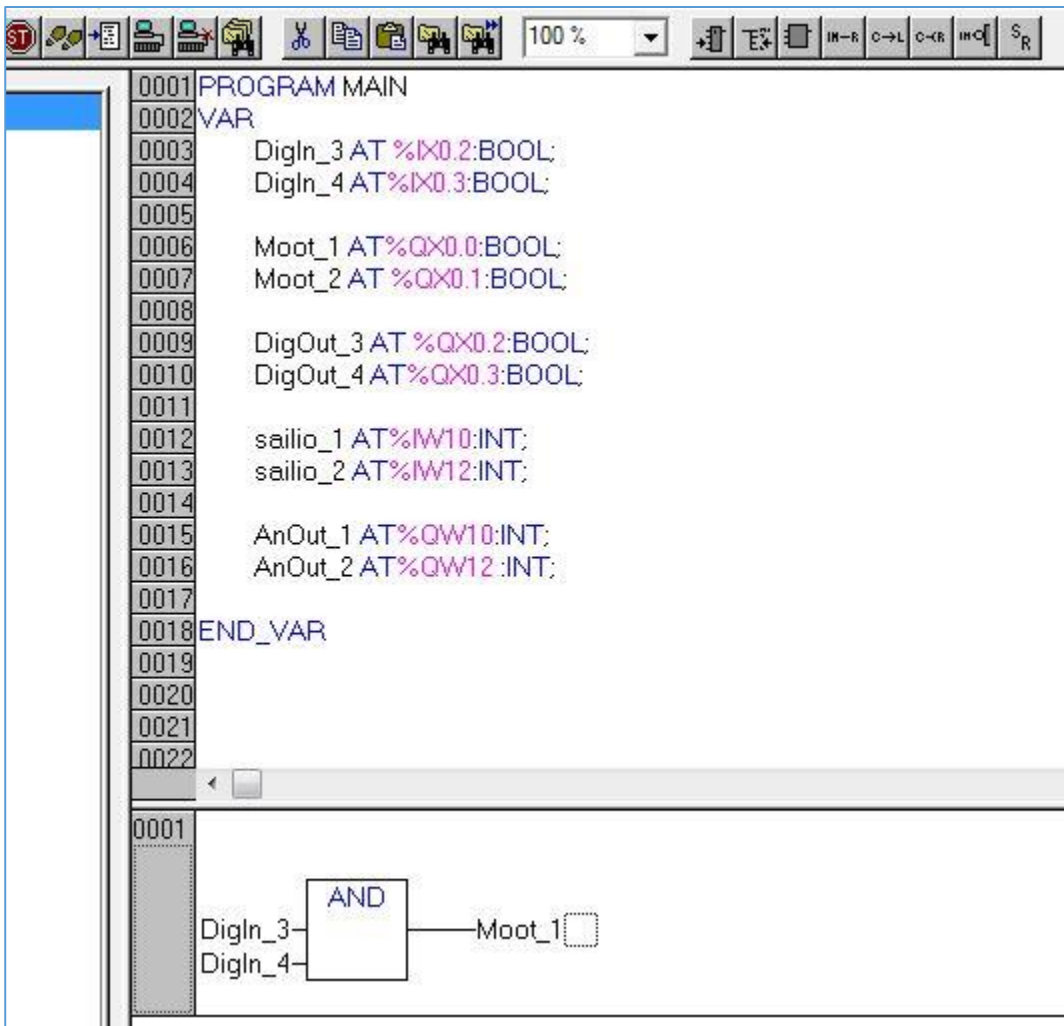
Toinen tapa luoda muuttujat on kirjoittaa ne suoraan muuttujien esittely kenttään PLC-Controllerin pääikkunassa heti ohjelmoinnin aluksi.

Tässä tavassa muuttujat kirjoitetaan etukäteen ja lisätään ohjelmaan sen edetessä. Kuvassa 13 on esitelty periaate miten muuttujat listaan määritellään ja kuvassa 14 on luotu esimerkkilista muuttujista.

<code><VarName> AT %<Image><DataWidth><ProcessByte> : <DataType>;</code>	
Declaration	Description
<code><VarName></code>	Unique variable name within the PLC program
<code><Image></code>	Specifies input, output or flag memory image I - Input process image Q - Output process image M - Flag memory image
<code><DataWidth></code>	Specifies the data width for the variable X - 1 bit variable W - 16 bit variable B - 8 bit variable D - 32 bit variable
<code><ProcessByte></code>	Specifies the first memory byte for the variable
<code><DataType></code>	Specifies the actual data type of the variable BOOL - single bit UINT - unsigned 16-bit BYTE - unsigned 8-bit INT - signed 16-bit USINT - unsigned 8-bit DWORD - unsigned 32-bit SINT - signed 8-bit UDINT - unsigned 32-bit WORD - unsigned 16-bit DINT - signed 32-bit

Kuva 13: Muuttujien kirjoitusperiaate

Muuttujan osoitteen määrittelyssä voidaan käyttää myös %I*-merkintää kuten aikaisemmin ohjeessa on kerrottu Adress-kentän käytön ohjeistuksessa (sivu 10).



Kuva 14: Muuttujien kirjoittaminen

Kun muuttujat ovat määritelty etukäteen muuttujalistaan, voidaan ne helposti kohdistaa oikeisiin paikkoihin ohjelmassa käyttämällä pikanäppäinyhdistelmää Ctrl+välilyönti. Tämä avaa listan käytettävissä olevista muuttujista. Listasta valitaan haluttu muuttuja. Esimerkiksi kuvassa 14 on valittu ja-boksin tuloihin DigIn_3 ja DigIn_4 muuttujien tarkastelu ja ulostuloporttiin valittu Moot_1 muuttuja.

Valmiin ohjelman kääntäminen

Ennen PLC-Controllerin sulkemista täytyy vielä valmis ohjelma kääntää sellaiseen muotoon, jotta se voidaan linkittää fyysisiin muuttujiin ja saadaan ladattua logiikalle. Tämä tapahtuu ensin tallentamalla ohjelma haluttuun kohdekansioon käytetylle tietokoneelle tai verkkolevyille. Tämän jälkeen ikkunan yläreunasta valitaan Project ja Rebuild All –kohta. Mikäli ohjelmasta löytyy jotakin korjattavaa ilmoittaa ohjelma siitä PLC-Controllerin pääikkunan alareunasta löytyvästä log-ikkunassa. Mikäli virheitä ei löydy voidaan siirtyä käynnistämään TwinCAT System Manager. Vaikka ohjelma ilmoittaisikin virheistä, se ei estä ohjelman kääntämistä tai sen lataamista PLE:lle. Mahdollista on kuitenkin, että ohjelma ei toimi toivotulla tavalla.

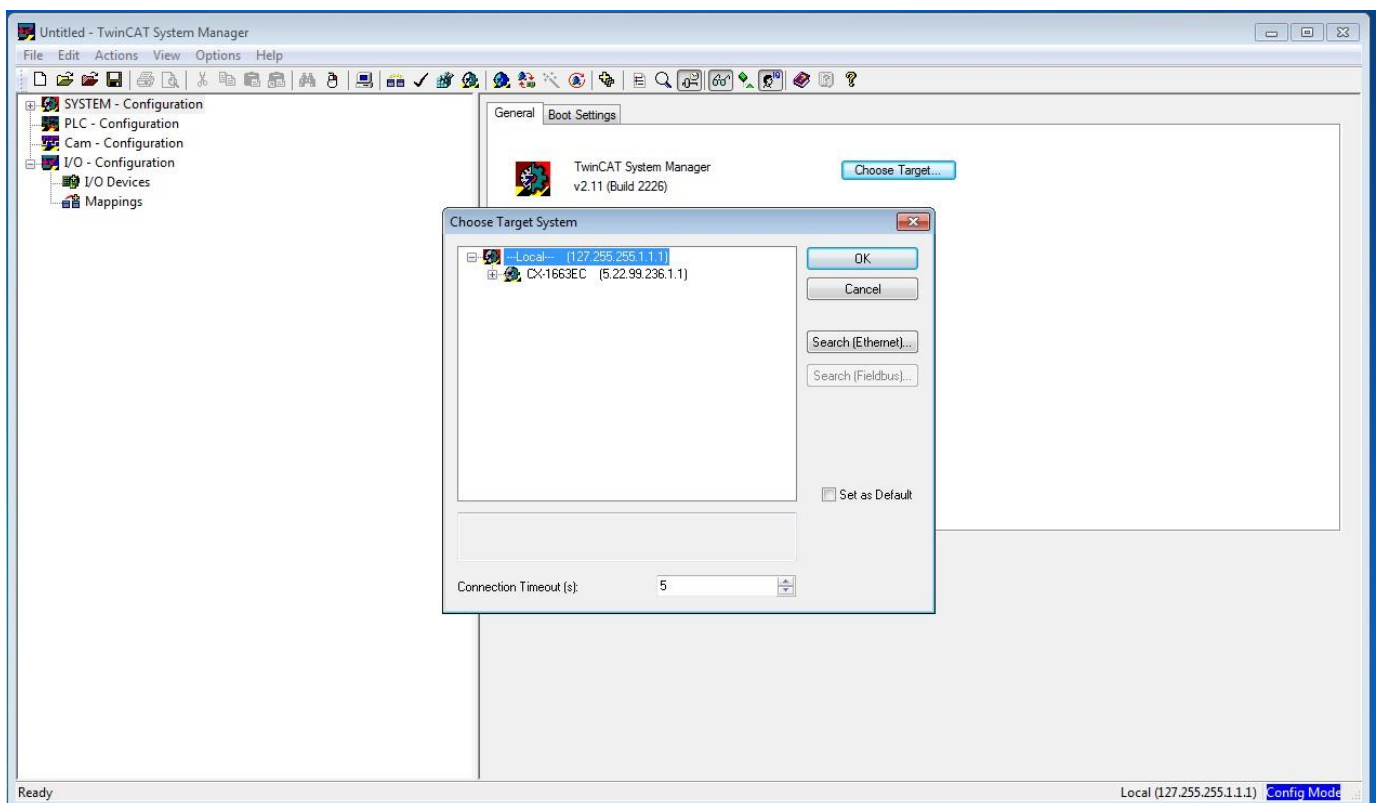
TwinCAT System Manager

Seuraavaksi avataan TwinCAT System Manager tietokoneelta. Ohjelma löytyy samasta paikasta kun aikaisemmin käytetty TwinCAT PLC Control –ohjelma.

System managerilla luodaan järjestelmän kuvaus ja liitetään aiemmin luotu PLC-projekti käytettävään laitteeseen, sekä linkitetään määritellyt tulo- ja lähtömuuttujat fyysisiin tuloihin ja lähtöihin.

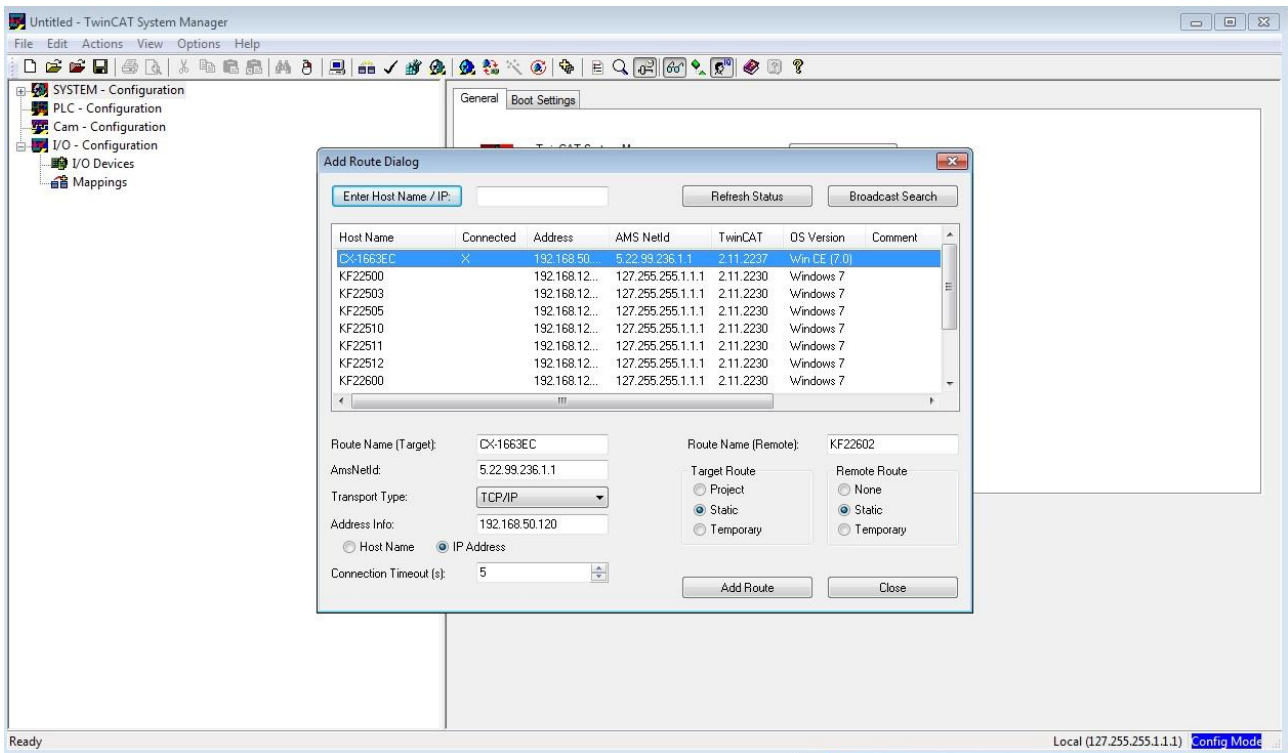
Kohdelaitteen valitseminen

Kun TwinCAT System Manager on auki, valitaan seuraavaksi kohdelaitte ja muodostetaan siihen yhteys. Klikkaa kohdasta Choose Target ja pitäisi aueta kuvan 7 mukainen näkymä. Auenneessa ikkunassa näkyvät aikaisemmin tietokoneeseen yhteydessä olleet laitteet. Mikäli lista on tyhjä, ei siihen ole aiemmin ole yhdistetty laitteita.



Kuva 15: kohdelaitteen valinta

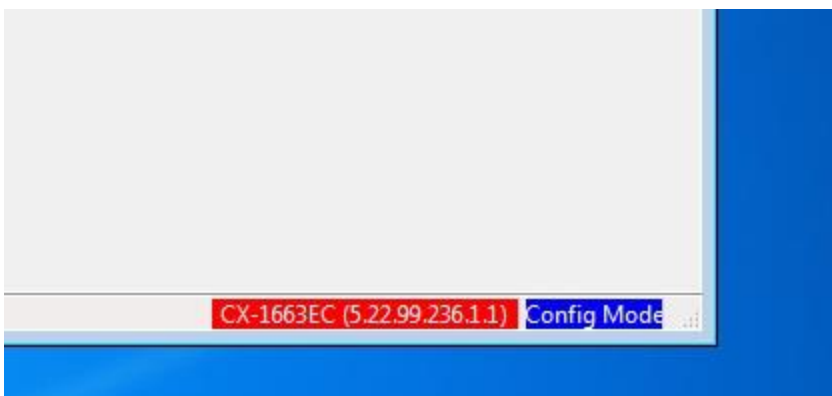
Seuraavaksi klikataan kohtaa Search (Ethernet), jolloin Aukeaa Add Route Dialog –ikkuna. Katso kuva 8. Tästä ikkunasta valitaan Adress info –kohtaan IP Adress, jonka jälkeen painetaan Broadcast Search. Tämän jälkeen kaikki laitteet, joissa on TwinCAT–järjestelmä näkyvät listassa. Reitti haluttuun järjestelmään luodaan valitsemalla laite ja painamalla Add Route.



Kuva 16: Kohdelaitteen hyväksyminen

Jokaiseen kohdelaitteeseen on kirjauduttava ennen reitin määrittystä. Beckhoff-laitteissa oletuksena käyttäjätunnus Administration ja salasana laitteesta riippuen joko 1 tai tyhjä. Järjestelmän hyväksytyä kirjautumisen Connected-kenttään ilmestyy X-merkki. Tämän jälkeen ikkunan voi sulkea.

Laite pitäisi nyt näkyä Choose Target System –listassa. Laite valitaan ja hyväksytään OK-painikkeella. Tämän jälkeen System Managerin oikeassa alareunassa näkyvä Local-teksti muuttuu kohdelaitteen mukaiseksi. Katso kuva 9.



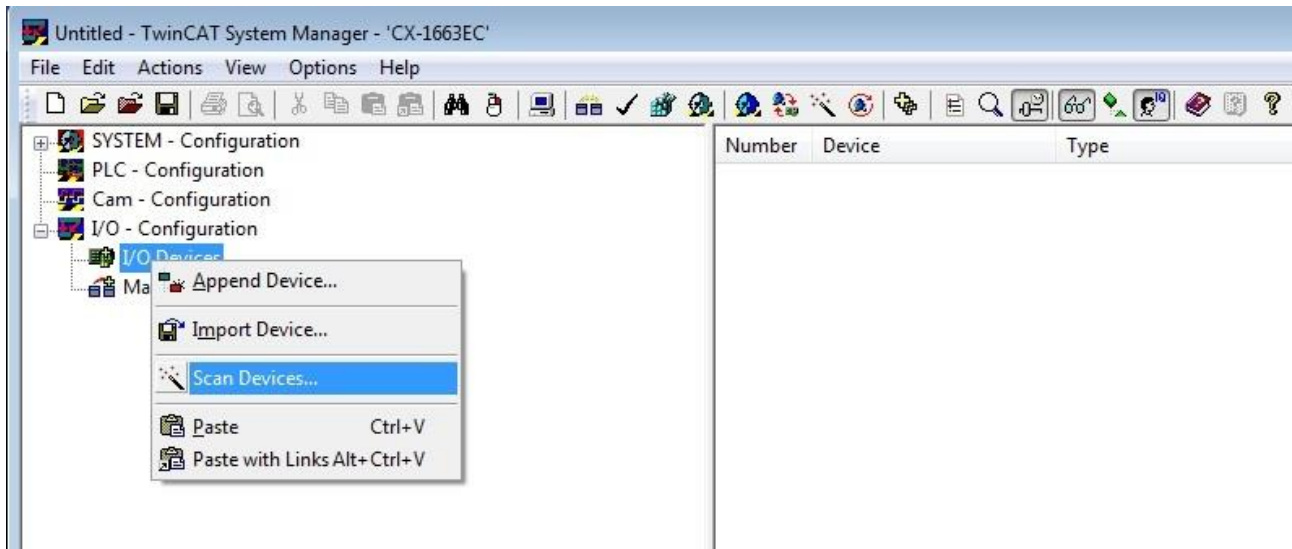
Kuva 17: Kohdelaite yhteydessä

I/O-Määrittely

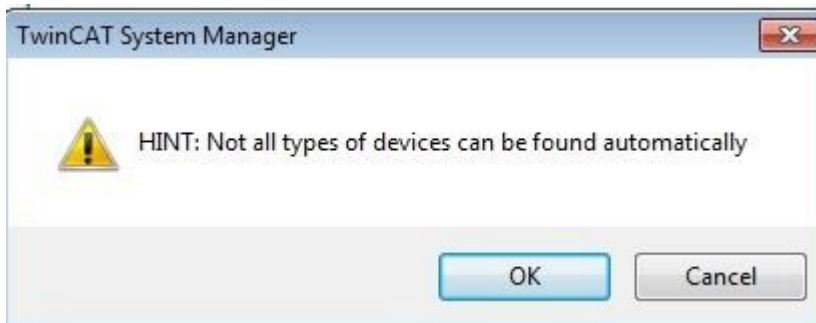
Beckhoffin järjestelmissä täytyy PLC-projektissa luodut I/O-tulot linkittää TwinCAT System Managerissa fyysisiin tuloihin tai lähtöihin. Tämä voidaan tehdä käsin tai skannaamalla (automaattisesti).

I/O-määrittely skannaamalla

Avataan ohjelman rakennepuusta oikeasta reunasta I/O – Configuration, jonka alta löytyy kohta I/O Devices. Klikataan sitä hiiren kakkosnäppäimellä ja klikataan Scan Devices... TwinCAT:n antamaan ilmoitukseen (Kuva 11) painetaan OK. I/O-laitteiden skannaus onnistuu vain silloin kun laite on konfigurointi tilassa (Config Mode).

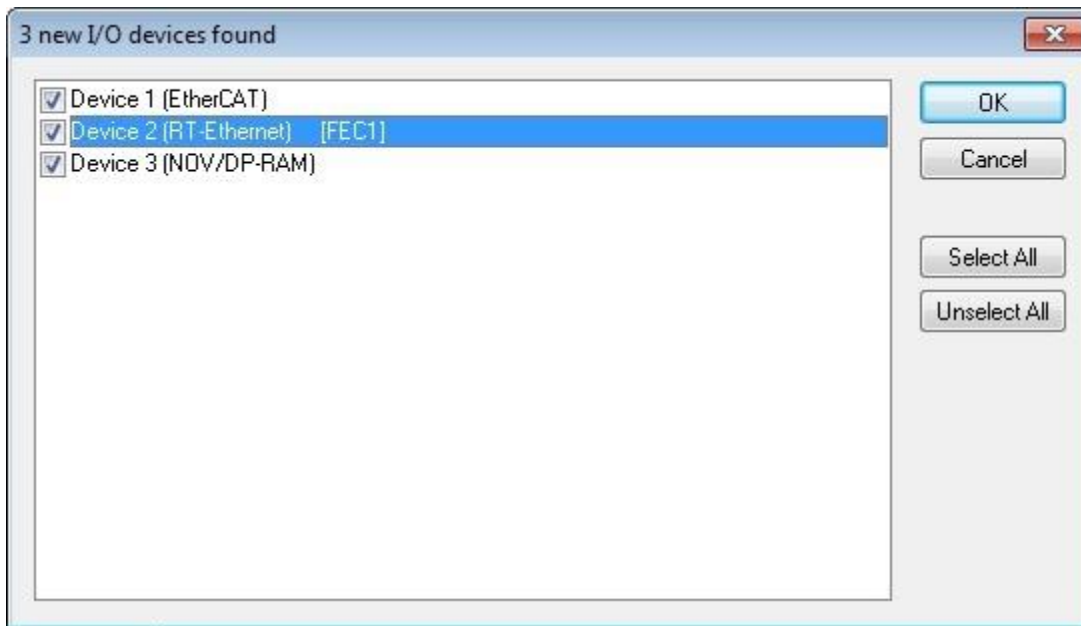


Kuva 18: I/O:n skannaus



Kuva 19: I/O-skannaus

Tämän jälkeen TwinCAT System Manager kysyy mitkä löytyneistä laitteista valitaan.



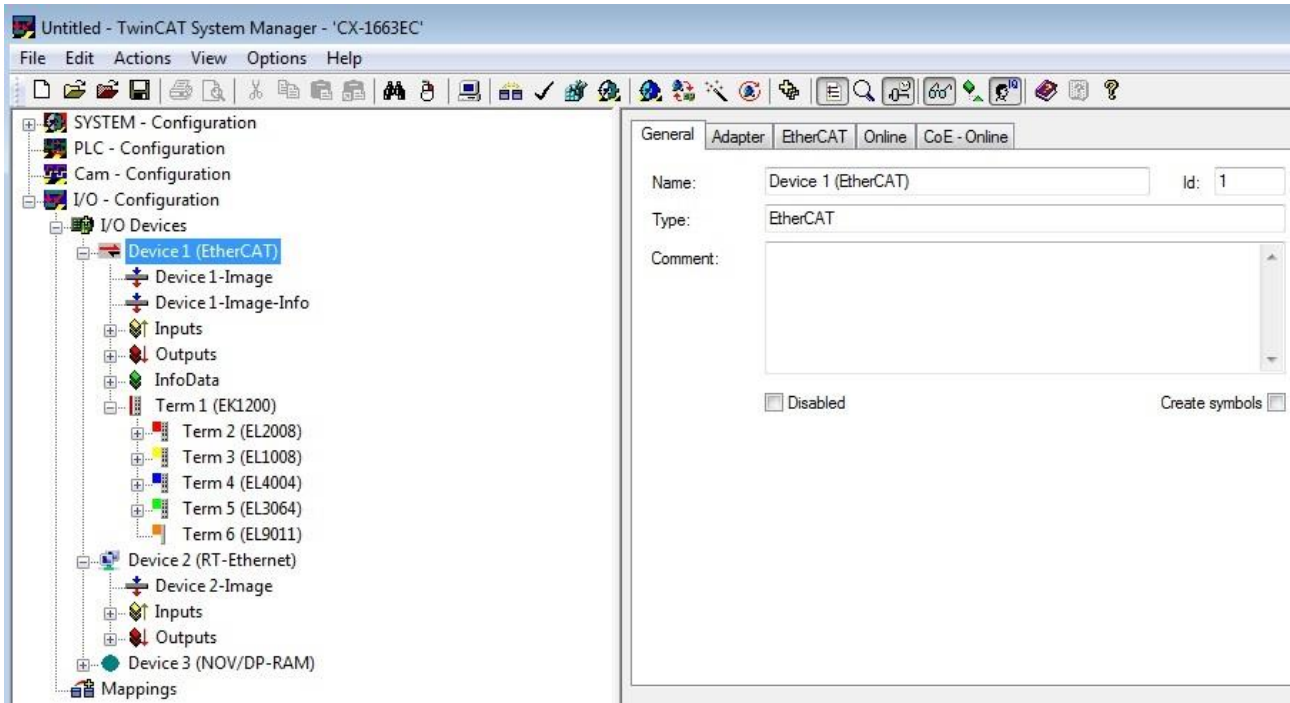
Kuva 20: Laitteiden valinta

Kun käytettävät laitteet on valittu, TwinCAT System Manager kysyy skannataanko boksit (scan for boxes). Tällä tarkoitetaan liitettyjä I/O-kortteja. Valitaan Yes.



Kuva 21: I/O-boksien skannaus

Skannauksen jälkeen pitäisi nyt I/O Devices kohdan alle tulla Device1 (Ethercat) ja muita laitteita mikäli ne valittiin skannauksessa. Nyt pitäisi Device1:n alta löytyä rakennepuusta Term 1 (EK1200) ja tämän alta PLC:n liitetyt in- ja output terminaalit. Katso kuva 14.

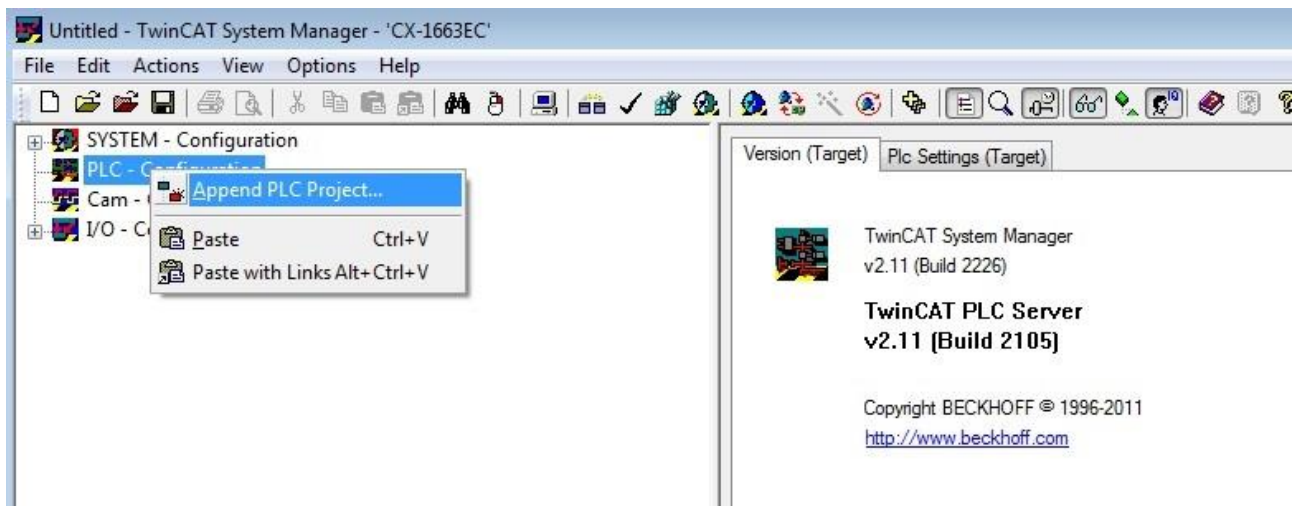


Kuva 22: input ja output kortit

Seuraavaksi voidaan aikaisemmin luotu PLC-projekti liittää konfiguraatioon. Tämä ohjeistetaan kohdassa PLC-projektin liittäminen konfiguraatioon.

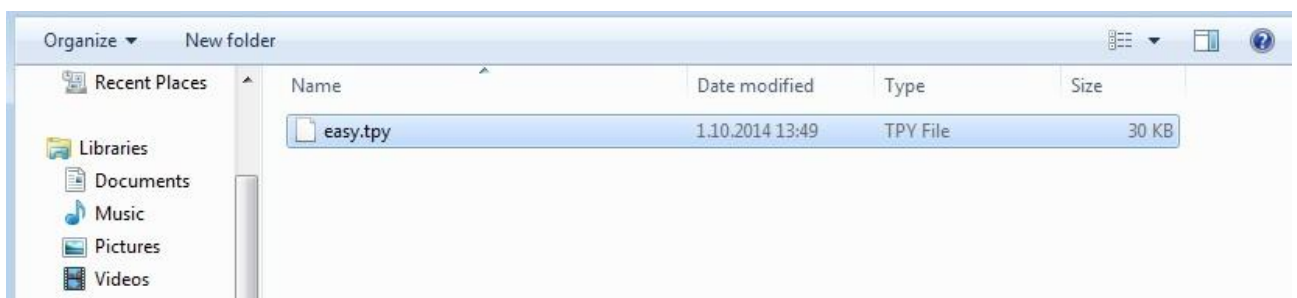
PLC-Projektin liittäminen Konfiguraatioon

Kun PLC-projekti on luotu TwinCAT PLC Controllerilla ja myös tallennettu ja käännetty, voidaan PLC-projekti liittää osaksi System Manager – konfiguraatiota. Aloita projektin liittäminen luomalla ensin PLC-projekti Append PLC Project... -valinnalla

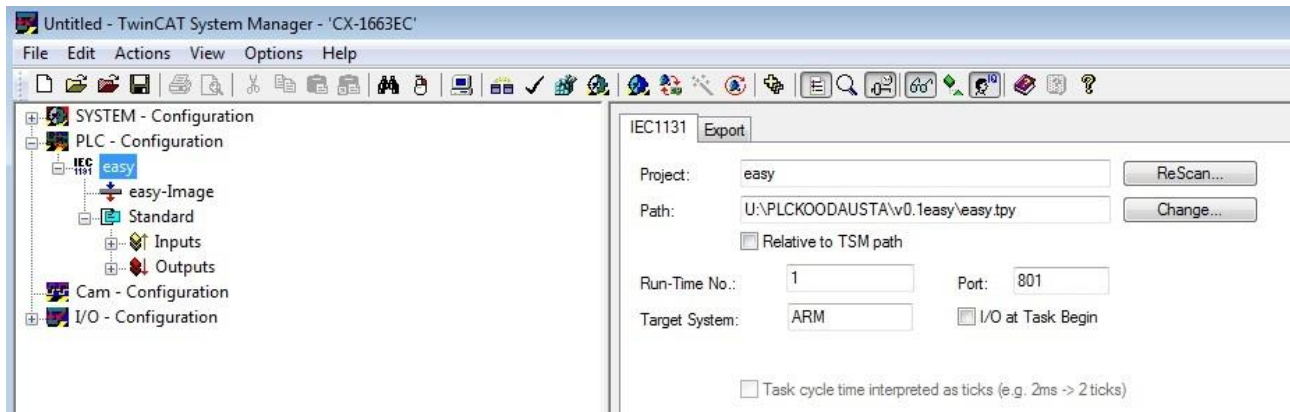


Kuva 23: PLC-projektin liittäminen

Seuraavaksi valitaan *.tpy-loppuinen tiedosto siitä hakemistosta, johon aikaisemmin luotu PLC-projekti on tallennettu (kuva 18). *.tpy-loppuinen tiedosto syntyy vasta PLC-projektin käännösvaiheessa! Mikäli käännoystä ei ole tehty täytyy PLC-projekti avata uudelleen PLC System Controllerilla ja kääntää. Valitaan oikea *.tpy-loppuinen tiedosto ja klickataan open. Tämän jälkeen pitäisi rakennepuuhun PLC-Configuration kohdan alle aueta valitun PLC-projektin mukainen välilehti, katso kuva 19.



Kuva 24: Käännetyn PLC-projektin valinta



Kuva 25: PLC-projektin omistunut liittäminen

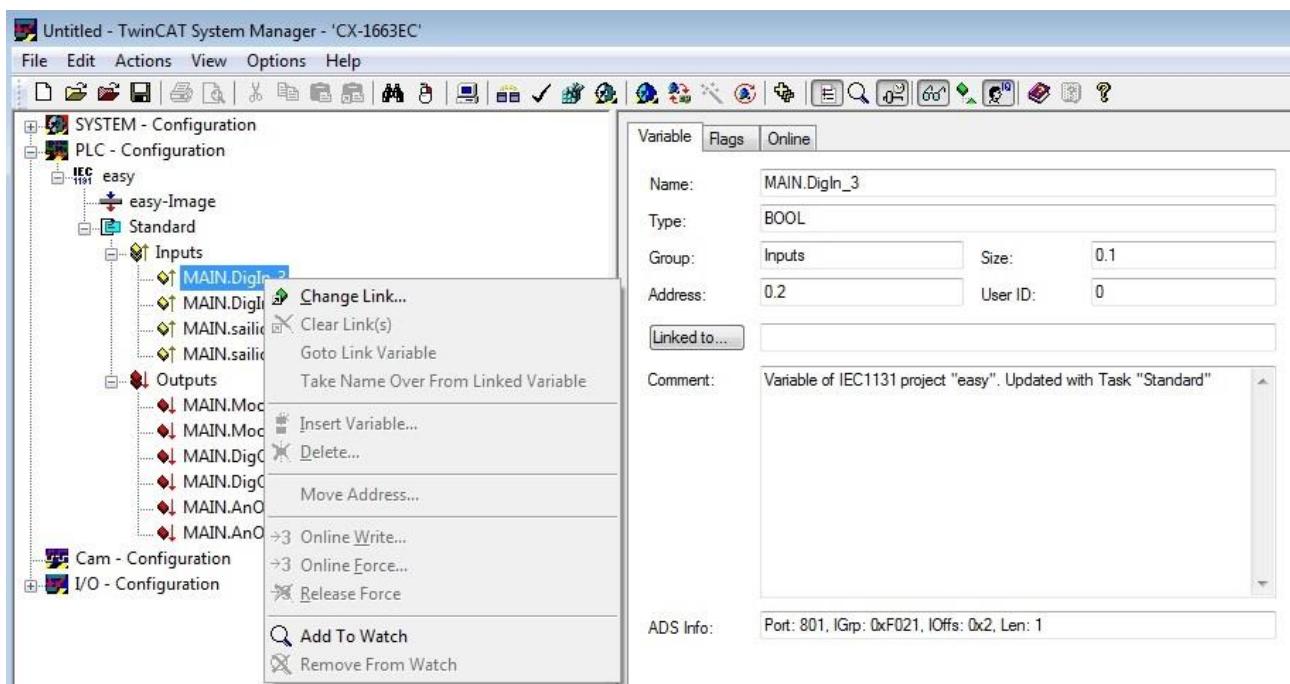
Riippuen luodusta PLC-projektista näkyviin tulee 1 tai useampi PLC task. Yllä olevassa esimerkissä on vain Standard-task. Mikäli PLC-projektissa on käytetty muita taskeja, näkyisivät ne rakennepuun jatkeena. Näitä voisivat olla esimerkiksi Fast ja Slow –taskit.

PLC-muuttujien linkittäminen

Jotta PLC-projektiin luodut muuttujat päivittyisivät fyysisen PLC:n tuloihin ja lähtöihin, täytyy ne linkittää. Tämä voidaan toteuttaa niin sanotusti molempiin suuntiin eli joko I/O-konfiguraatiosta PLC:hen tai PLC:stä konfiguraatioon päin.

Mikäli halutaan varmistaa, että TwinCAT System Manager etsii aina PLC-projektia samasta osoitteesta kun missä TwinCAT System Managerilla luotu konfiguraatio sijaitsee. Tämä valinta saadaan päälle valitsemalla rakennepuusta PLC-projekti ja laittamalla täppä Relative To TSM path – kohtaan.

Linkitys suoritetaan joko klikkaamalla muuttujaa hiiren kakkosnapilla ja valitsemalla Change Link... tai klikkaamalla oikeanpuoleisessa ikkunassa olevaa Linked To... -painiketta. Samalla tavalla tapahtuu myös joko olemassa olevien linkkien muuttaminen.



Kuva 26: I/O-linkitys

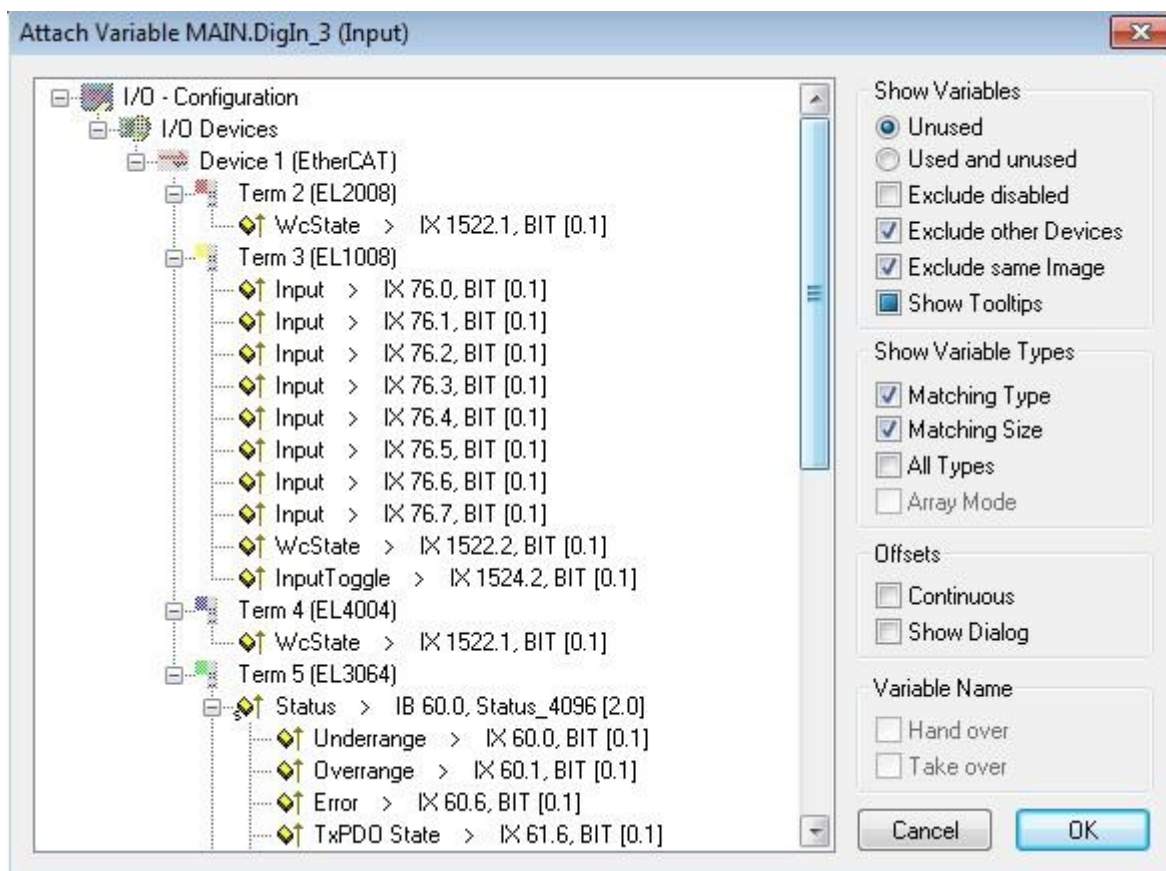
Seuraavaksi aukeaa ikkuna, jossa linkitettävä I/O valitaan.

Ikkunan oikeassa reunassa on suodattimia, joilla ikkunassa näkyvien muuttujien tai I/O:den määrää voidaan rajoittaa (kuva 21):

- Unused- valinnalla listassa näytetään vain ne muuttujat tai I/O:t joita ei ole vielä linkitetty
- Used and unused -valinnalla listassa näytetään sekä jo linkitetty, että linkittämättömät muuttujat
- Exclude disabled -valinnalla listasta poistetaan ne I/O:t jotka on disabloitu I/O konfiguraatiosta
- Exclude other Devices -valinnalla listasta suodatetaan muut kuin I/O laitteet
- Exclude same Image -valinnalla listasta poistetaan se laite (PLC taski) josta ollaan linkittämässä
- Matching Type -valinnalla näytetään ainoastaan sopivaa tyyppiä olevat I/O:t tai muuttujat
- Matching Size -valinnalla näytetään ainoastaan sopivaa kokoa olevat I/O:t tai muuttujat
- All Types -valinnalla näytetään kaiken tyyppiset I/O:t tai muuttujat

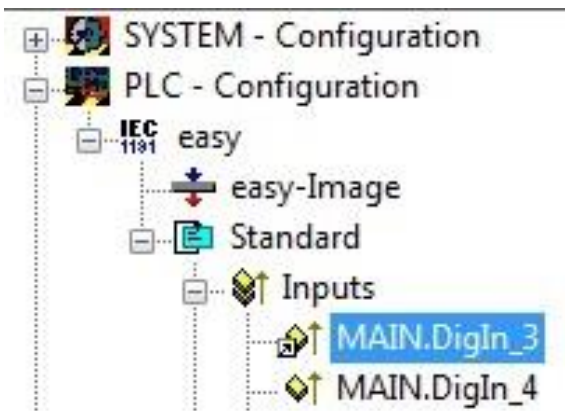
Tästä ikkunasta valitaan haluttu I/O valitua. Koska mallikuvan esimerkissä valitaan digitaalista inputtia, valitaan esimerkiksi vapaana oleva input IX 76.0 painamalla sitä hiirellä ja klikkaamalla OK.

Mikäli linkitettävä PLC muuttuja on esimerkiksi tavun kokoinen (byte) ja tulokortit ovat 2 kanavaisia, voidaan valita listasta 4 tulokorttia ja laittaa rasti kohtaan Offsets ”Continuous” jolloin linkitetävän tavun bitit linkitetään järjestyksessä tulokortteihin. Jos Offseteja haluaa itse muuttaa, voi valita kohdan ”Show Dialog” jolloin avautuu ikkuna jossa Offsetit voi määrittää.



Kuva 27: I/O:n valinta

Onnistuneen linkityksen merkiksi tulee vasemmassa ikkunassa olevaan puurakenteeseen linkitetyn I/O:n kohdalla pieni nuoli (kuva 22).



Kuva 28: Onnistunut I/O linkitys

Kun kaikki muuttujat on onnistuneesti linkitetty fyysisiin tuloihin ja lähtöihin voidaan ohjelma ajaa PLC:lle. Tämä tapahtuu TwinCAT System Manageri -ikkunan yläreunsta löytyvillä kuvakkeilla:



Kuva 29: kuvakkeet

- 1.) Tallenetaan projekti haluttuun kansioon.
- 2.) Painetaan Generate Mappings
- 3.) Check Configuration
- 4.) Active Configuration
- 5.) Set/Reset TwinCAT To Run Mode