

BECKHOFF

New Automation Technology

TWINCAT PERUSKURSSI

Kurssimateriaali



SISÄLLYSLUETTELO

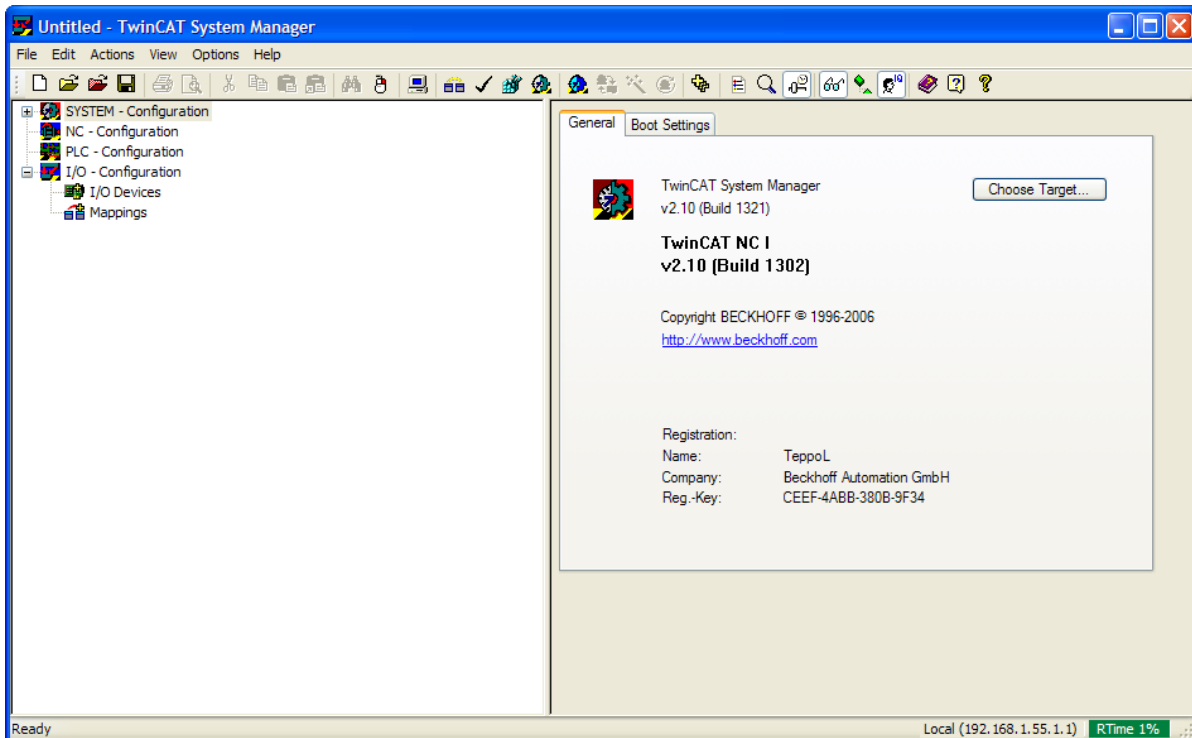
1	TwinCAT peruskurssi	4
1.1	System Manager	4
1.1.1	TwinCAT reaaliaikaympäristön tilat	5
1.2	Kohdejärjestelmän määrittäminen	6
1.3	I/O-määrittely	10
1.3.1	I/O:n määrittely käsin	10
1.3.2	I/O:n määrittely skannaamalla	11
1.4	I/O-määrittelyn testaaminen	11
1.5	PLC-projektin liittäminen konfiguraatioon	13
1.6	PLC-muuttujien linkittäminen	14
2	TwinCAT PLC	17
2.1	Projektin luonti	17
2.1.1	Program-, Function Block- ja Function- ohjelmatyyprien eroavaisuudet	18
2.2	IEC61131-3- standardin mukaiset ohjelmointikielet	19
2.3	Ohjelmointiympäristö	22
2.3.1	Pikakuvakkeet	22
2.3.2	Välilehdet	23
2.3.3	Global Variables	24
2.3.4	Alarm configuration	24
2.3.5	Library Manager	25
2.3.6	Log	25
2.3.7	PLC Configurations	25
2.3.8	Sampling Trace	26
2.3.9	Task Configuration	26
2.3.10	Watch- and Recipe Manager	27
2.4	Ohjelmointi	28
2.4.1	Pikanäppäimet FBD-ohjelmointi	29
2.4.2	Avustavat toiminnot	30
2.5	Persistent data	31
2.6	NovRam muistialue	33
2.6.1	System manager	33
2.6.2	Function block FB_NovRamReadWrite	34

2.7 Käyttäjän määrittämät tietotyypit	38
2.7.1 Struktuuri (STRUCT).....	38
2.7.2 Enumeraatio (ENUM).....	40
2.8 Ohjelman lataaminen paikalliseen järjestelmään	41
2.9 Ohjelman lataaminen CX-laitteeseen	44
2.9.1 Boot projektin luonti ja automaattinen käynnistys	44
3 Visualisointi.....	47
3.1 Tekstikenttä	49
3.1.1 Kiinteä teksti.....	49
3.1.2 Muuttujan esittäminen tekstikentässä	49
3.1.3 Muuttujaan kirjoittaminen	51
3.2 Painonappi	52
3.3 Elementin värin muuttaminen	53
3.4 Place holder	54
3.5 Valikon rakenne	58
4 Twincat SCOPE view	61
4.1 Skoopin luominen.....	62
4.2 Muuttujien lisääminen skooppiin	63
5 Yleistä.....	66
5.1 IP-osoitteiden asetukset omalla koneella	68
5.2 IP asetukset CE laitteessa	69
5.3 Yhteyden testaaminen kahden koneen välillä	69
6 Diagnostiikka.....	71
6.1 CX90xx 24 VDC jännitesyöttö.....	71
6.2 CX90xx Ledit	71
6.3 CX10x0 24 VDC jännitesyöttö.....	71
6.4 CX10x0 ja CX1100-000x ledit	72
6.5 Laitteen irrottaminen kiskosta	72
6.6 Pariston vaihtaminen.....	74
6.7 CX90xx DIP- kytkimet	74
6.8 K-bus ja EtherCAT	76
6.9 Jännitteen jakaminen.....	77
6.10 Virran laskenta väylissä	78
6.11 BC, BX, CX ja IPC erot	80
6.12 EtherCAT diagnostiikka System Managerilla.....	81
6.12.1 EtherCAT.....	81

6.12.2	EtherCAT välilehti	82
6.12.3	Online välilehti	84
6.13	Uuden ja vanhan konfiguraation vertaaminen	84
6.14	EtherCat diagnostiikka PLC koodissa	86
6.15	Suplementtien asentaminen	87
6.16	Järjestelmien rakenne	89
6.17	Etätyöpöytä yhteys ja tiedonsiirto CE, WES	90
6.18	CE Etätyöpöytä yhteys	90
6.19	CE FTP- tiedonsiirto	91
7	WES käyttöjärjestelmä	93
7.1	WES etätyöpöytä yhteys	93
7.2	WES FTP- tiedonsiirto	93

1 TWINCAT PERUSKURSSI

1.1 SYSTEM MANAGER







System Managerilla luodaan järjestelmän kuvaus, eli määritellään kenttäväyläliittynät. System Managerissa myös luodaan NC akselit ja kanavat, sekä liitetään haluttu PLC projekti laitteeseen. PLC projektin liittämisen jälkeen voidaan PLC:ssä käytetyt tulo- ja lähtömuuttujat linkittää fyysisiin tuloihin ja lähtöihin.

System Managerissa valitaan myös kohdelaite jonne konfiguraatio ladataan. Oletuksena asennuksen jälkeen on oma kone.

1.1.1 TwinCAT reaaliaikaympäristön tilat

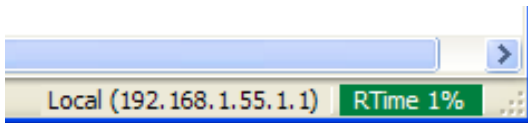
Reaaliaikaympäristön tilan näkee aina TwinCAT ikonista sekä System Managerin tai TwinCAT PLC control ohjelman oikeasta alakulmasta. Myös CX sarjassa ledeistä voi nähdä runtime – tilan (6.4CX10x0 ja CX1100-000x ledit).

	Config mode	Stopped	Run mode	Changing	Free run
	Konfigurointi tila	Pysäytetty tila	Käynnissä tila	näkyv vain eri tilojen välillä	Erikoistila yhteyksien testaamiseen
TwinCAT ikoni					
System manager	Config Mode	Stopped	RTime 1%		Vilkkuu Free Run Config Mode
TwinCAT PLC Control	TwinCAT Config Mode		TwinCAT Running		

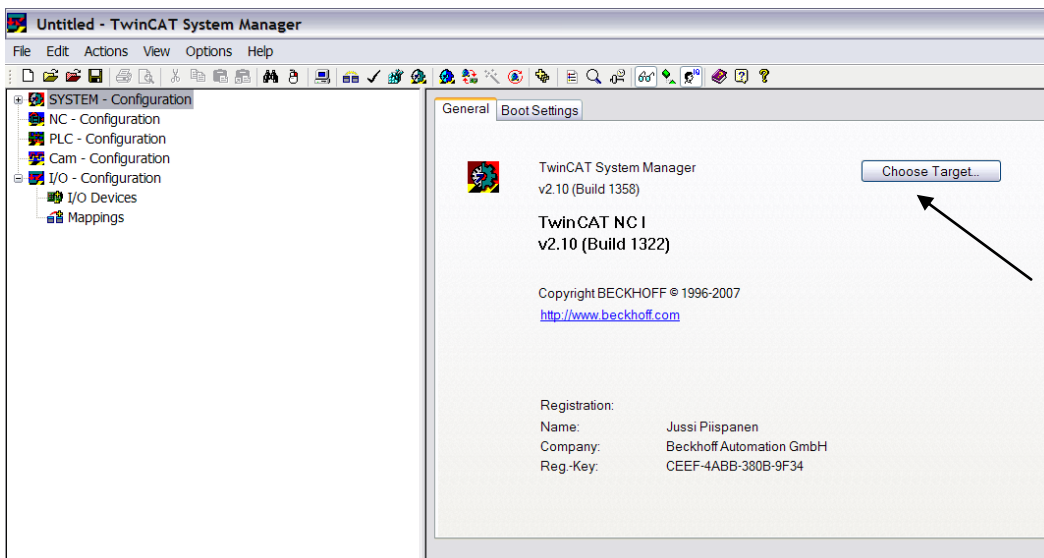
1.2 KOHDEJÄRJESTELMÄN MÄÄRITTÄMINEN

System Managerilla voidaan luoda konfiguraatio joko paikalliselle I/O:lle tai olla etäyhteydessä toiseen TwinCAT järjestelmään. Paikallisella I/O:lla tarkoitetaan kortteja, jotka ovat suoraan yhteydessä tietokoneeseen, jolla System Manageria käytetään. Etäyhteydessä voidaan olla esimerkiksi CX, BX, tai PC – laitteisiin, joihin I/O-kortit ovat liitetty.

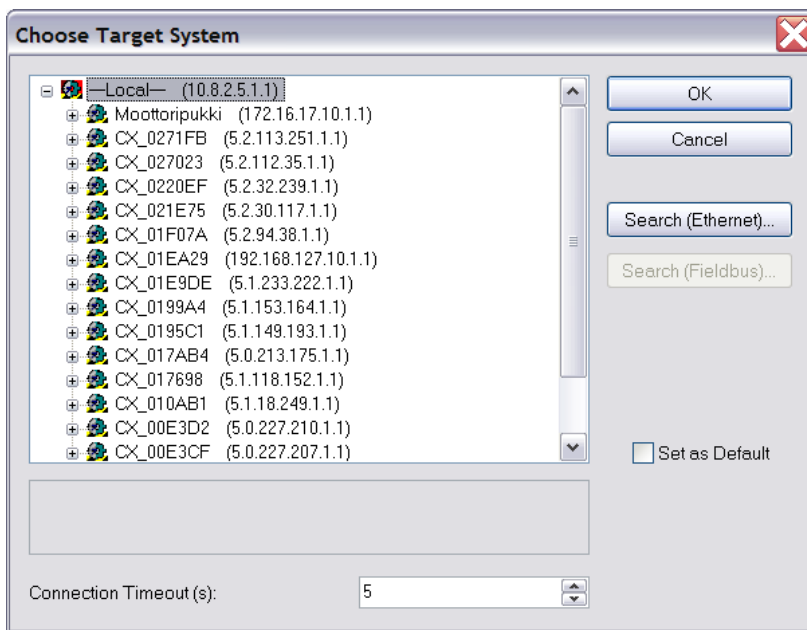
Oletuksena System Managerin kohdejärjestelmä on *Local* eli paikallinen järjestelmä.



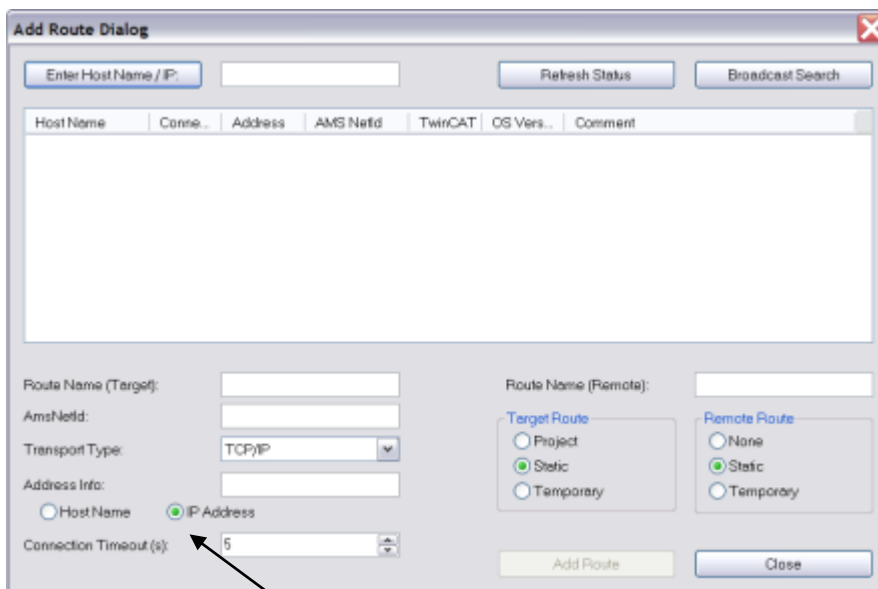
Mikäli halutaan konfiguroida jokin muu laite, on kohdejärjestelmä valittava System Managerin *SYSTEM - Configuration* - osiosta *Choose Target* - painikkeella.



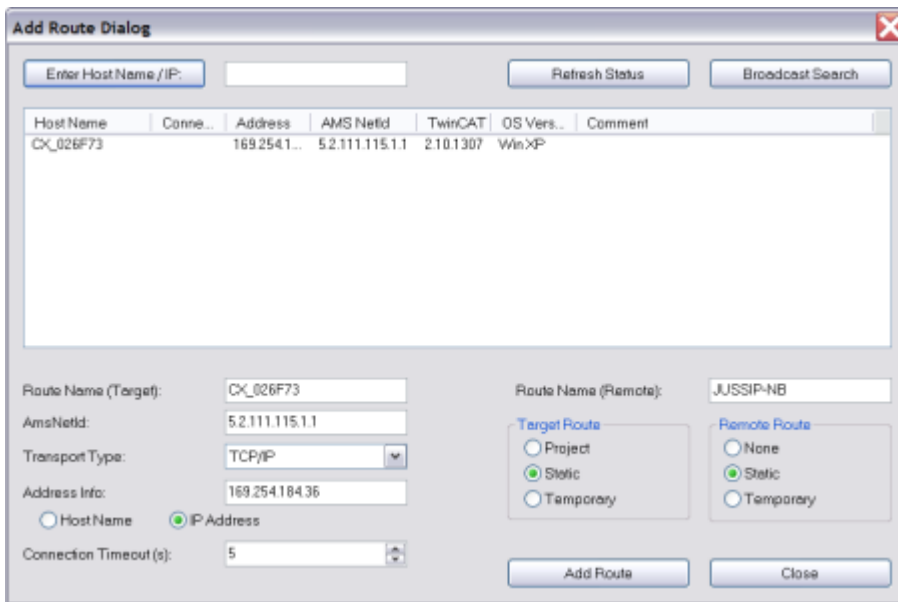
Auennesta ikkunasta voidaan valita aikaisemmin määriteltäviä laitteita. Mikäli System Managerilla ei ole oltu aikaisemmin yhteydessä mihinkään laitteeseen, lista on tyhjä. Laitteen etsiminen aloitetaan *Search (Ethernet)...* - painikkeella. Ennen etsimisen aloittamista on varmistettava, että oma kone ja kohdelaite ovat samalla IP-osoite alueella (*0 IP osoite*). CX-sarjan laitteet sekä Beckhoff-teollisuustietokoneet ovat oletuksena DHCP-tilassa. BX9000-laitteen IP-osoite oletuksena on 172.16.21.20



Add Route Dialog -ikkunasta *Address Info* -valinta muutetaan kohtaan *IP Address*. Tämän jälkeen käynnistetään Ethernet verkossa olevien laitteiden etsintä *Broadcast Search* - painikkeella. Jos laitteen IP-osoite on tiedossa, se voidaan kirjoittaa suoraan "Enter HostName/IO:"-kenttään ja hakea painamalla kyseistä painiketta.



Kaikki laitteet, joissa on TwinCAT-järjestelmä, näkyvät listassa. Reitti haluttuun järjestelmään luodaan valitsemalla haluttu laite ja painamalla *Add Route* - painiketta.



The 'Add Route Dialog' window is used for configuring network routes. It features a table of existing routes and fields for adding a new one.

Host Name	Conne...	Address	AMS NetId	TwinCAT	OS Vers...	Comment
CX_026F73		169.254.1...	5.2.111.115.1.1	2.10.1307	WinXP	

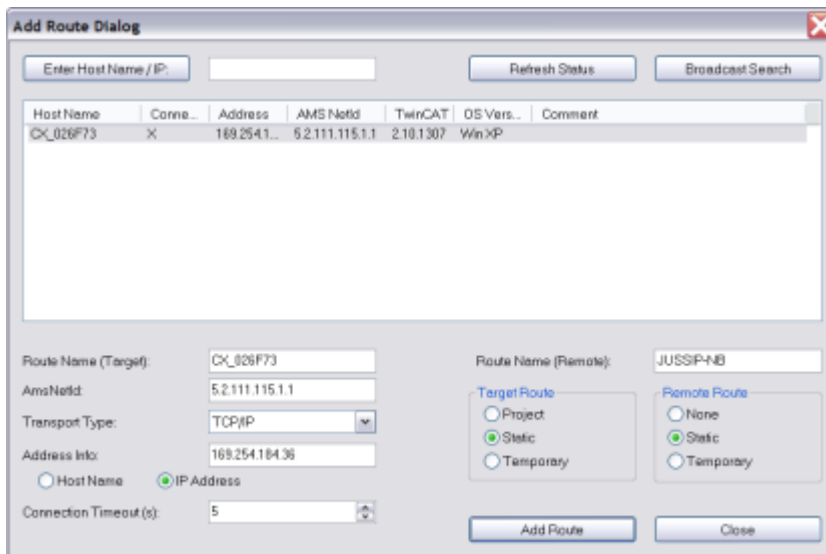
Below the table, there are input fields for 'Route Name (Target):' (CX_026F73) and 'Route Name (Remote):' (JUSSIP-NB). The 'Transport Type' is set to 'TCP/IP'. The 'Address Info' is '169.254.184.36'. The 'Connection Timeout (s)' is set to 5. There are radio buttons for 'Host Name' and 'IP Address' (selected). On the right, there are radio buttons for 'Target Route' (Project, Static (selected), Temporary) and 'Remote Route' (None, Static (selected), Temporary). Buttons for 'Add Route' and 'Close' are at the bottom right.

Kohdejärjestelmään on kirjauduttava ennen reitin määrittymistä. Beckhoff-laitteissa oletuksena käyttäjätunnus on *Administrator* ja salasana laitteesta riippuen joko 1 tai tyhjä (kuten alla olevassa kuvassa).

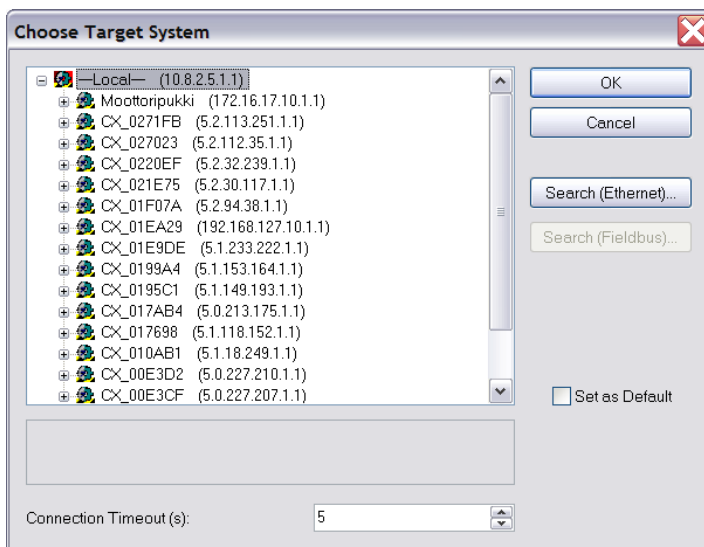


The 'Logon Information' dialog prompts the user to enter a username and password for a remote system. The username field contains 'administrator' and the password field is empty. There are 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Järjestelmän hyväksyttyä kirjautumisen *Connected-* kenttään ilmestyy X-merkki. Tämän jälkeen ikkuna voidaan sulkea.



Lisätty laite näkyy nyt *Choose Target System* – listassa. Laite valitaan ja hyväksytään valinta OK-painikkeella.



System Managerin oikeassa alareunassa näkynyt *Local-* teksti muuttuu nyt kohdelaitteen mukaiseksi.

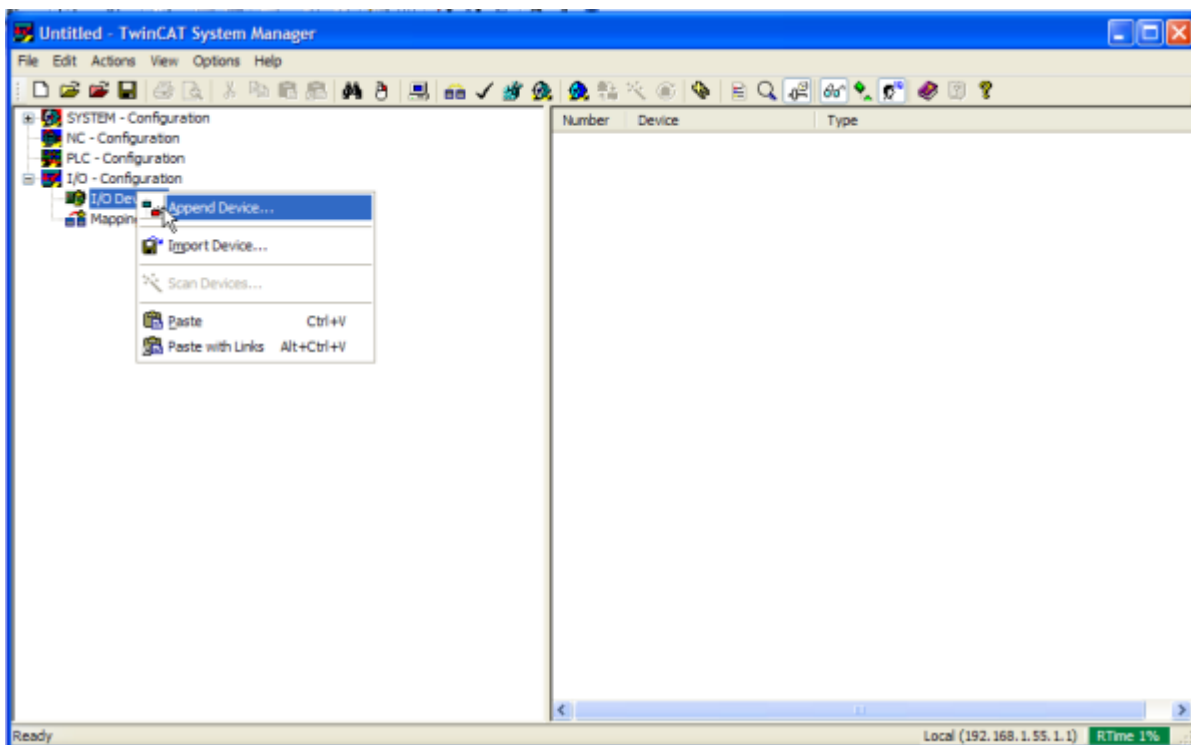


1.3 I/O-MÄÄRITTELY

I/O-määrittely voidaan joko luoda käsin, jos fyysistä laitetta ei ole, tai skannaamalla mikäli fyysinen laite on olemassa.

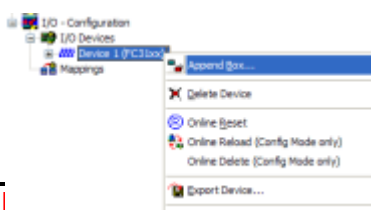
1.3.1 I/O:n määrittely käsin

Silloin kun fyysistä laitetta ei ole käsillä, I/O-määrittely voidaan tehdä käsin seuraavalla tavalla:

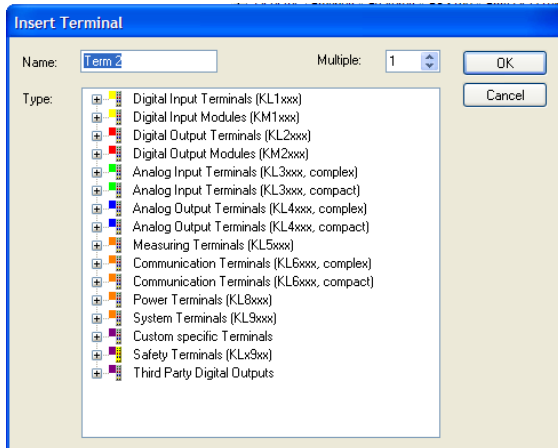


Ensin lisätään ylimmän tason laite I/O:lle "Append Device..." valinnalla. Ylimmän tason laitteita voivat olla esimerkiksi sulautetut PC:t CX80xx, CX90xx, CX1000, CX10x0, CX50xx, Profibus master kortti FC31xx, CanOpen master FC51xx, Sercos master FC750x jne. Eli laitteet jotka voivat toimia jonkin kenttäväylän kommunikointi-masterina.

Seuraavaksi lisätään väyläterminaali "Append Box..." valinnalla. Väyläterminaali on laite, jonka perässä I/O:t sijaitsevat. System Manager suodattaa valittavissa olevia väyläterminaaleja sen mukaan minkä laitteen alle terminaalia ollaan luomassa. Esimerkiksi Profibus masterin FC31xx alle pystyy lisäämään ainoastaan Profibus väyläterminaaleja tai -kontrollereita.



Väyläterminaalin perään lisätään laitteesta löytyvät tulot ja lähdöt. "Insert Terminal" ikkunasta valitaan minkä tyyppisiä kortteja halutaan lisätä. "Multiple" valinnalla voidaan samantyyppisiä kortteja lisätä useampi kerrallaan. Kortin nimen voi muuttaa haluamakseen.

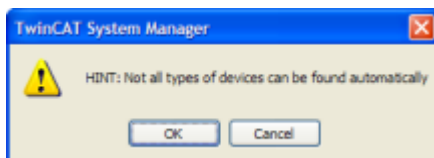


1.3.2 I/O:n määrittely skannaamalla



"Scan Devices..." on mahdollista ainoastaan silloin kun laite on konfigurointi tilassa (Config Mode).

Jos yhteys konfiguroitavaan järjestelmään on olemassa, kannattaa käyttää "Scan Devices..." toimintoa. Sillä I/O-määrittelyn luominen on helppoa ja välttyy inhimillisiltä virheiltä. Skannaus löytää käytännössä kaikki laitteet alla olevasta skannauksen alussa tulevasta ilmoituksesta huolimatta.




Kun laitteet ovat ensin skannattu, System Manager kysyy halutaanko skannata myös väyläterminaalit "Scan for boxes". Vastaamalla "Yes", System Manager etsii myös mahdolliset väyläterminaalit

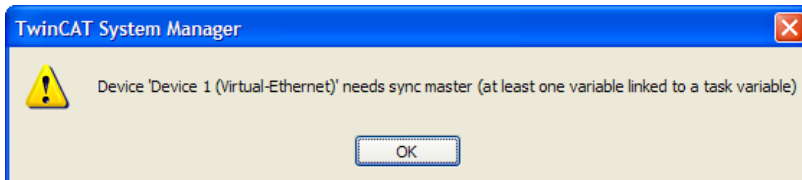
1.4 I/O-MÄÄRITTELYN TESTAAMINEN

Kun I/O-määrittely on tehty, voidaan olemassa olevan laitteen I/O-kortteja testata.

Ensin System Manager- määrittely kannattaa tallentaa tiedostoon "Save" painikkeella.

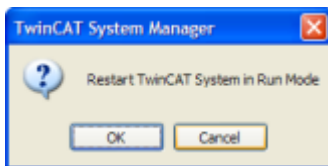
Sen jälkeen System Manager -konfiguraatio aktivoidaan "Active Configuration" painikkeella. 

Koska I/O tarvitsee synkronointiin jonkin synkronointimasterin, eikä PLC projektia vielä ole liitetty konfiguraatioon, on normaalia saada seuraava virheilmoitus:



Eli jokaiseen I/O-määrittelyssä olevan laitteen alla olevaan I/O:hon täytyy olla vähintään yksi linkitetty PLC-muuttuja jotta I/O:t päivittyvät.

Seuraavaksi System Manager kysyy halutaanko järjestelmä käynnistää Run tilaan.

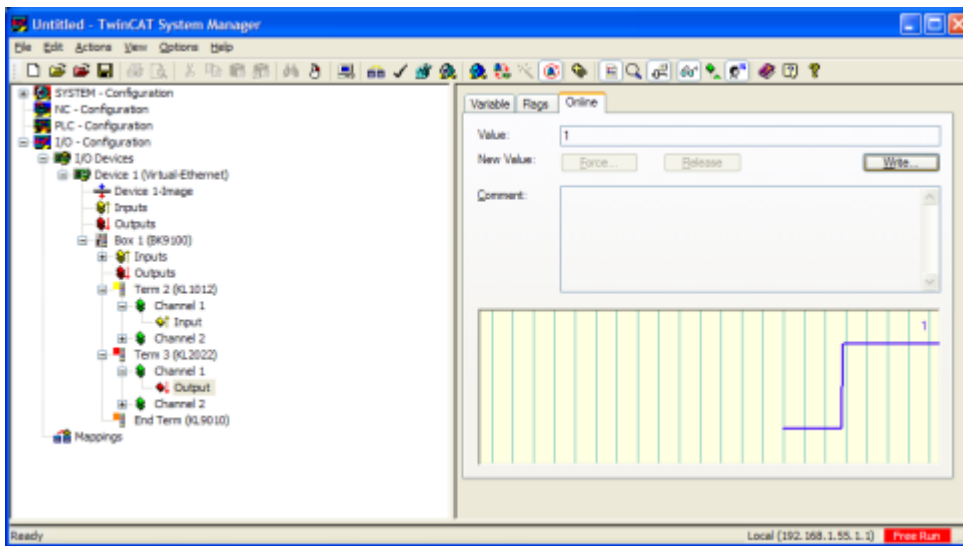


Tässä vaiheessa kun PLC-projektia ei vielä ole tehty eikä liitetty konfiguraatioon, ei Run tilaan käynnistäminen hyödytä eli valitaan "Cancel". Tällöin konfiguraatio aktivoituu, mutta järjestelmä pysyy konfigurointitilassa.

Koska I/O-laitteilla ei vielä ole synkronointimasteria, eivät I/O:n tilat päivity. Tämän kiertämiseksi System Managerissa on ns. "Free Run" toiminto, jolloin System Manager toimii itse synkronointimasterina.

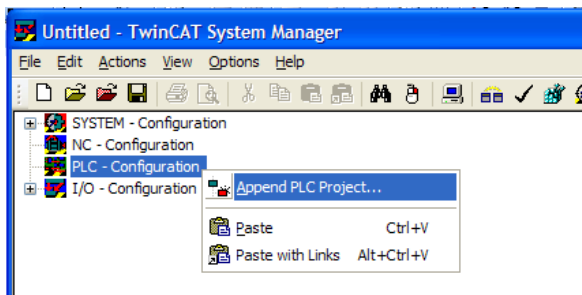
Kun "Free Run" toiminto on aktivoitu, System Managerin alareunassa vilkkuu vuorotellen **Config Mode** ja **Free Run**. Nyt I/O-korttien tiloja pystyy tutkimaan ja lähtöjä kirjoittamaan päälle suoraan System Managerista.



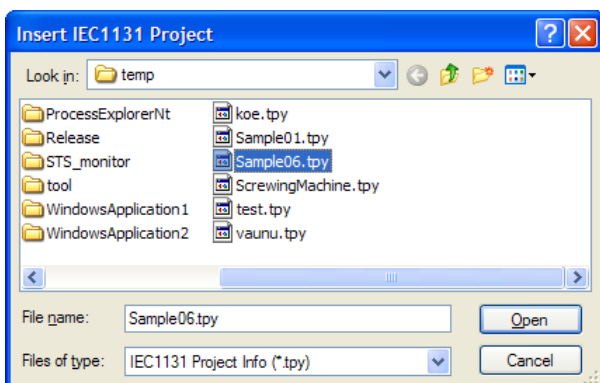


1.5 PLC-PROJEKTIN LIITTÄMINEN KONFIGURAATIOON

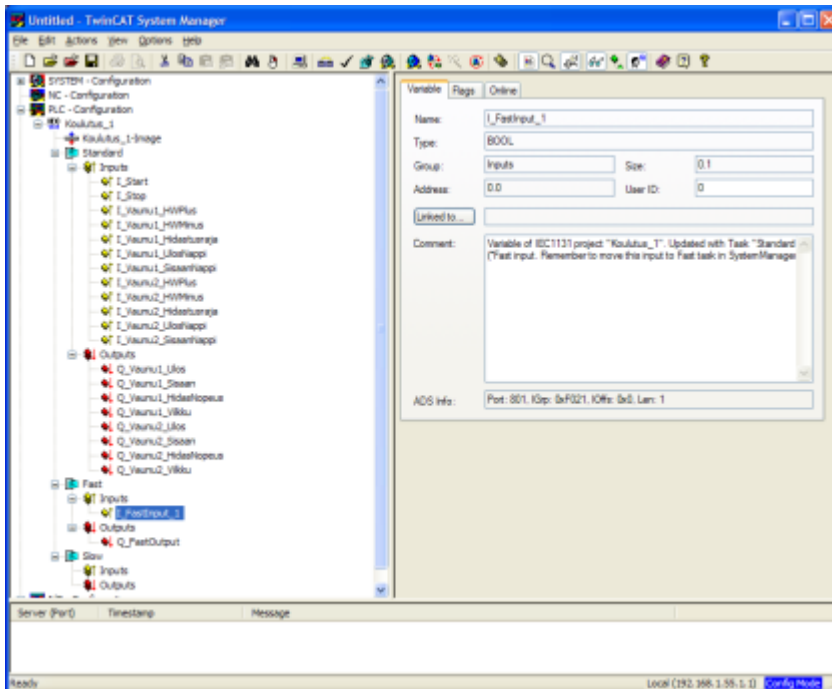
Kun PLC-projekti on luotu TwinCAT PLC Controlilla (tallennettu ja käännetty kertaalleen) voidaan PLC-projekti liittää osaksi System Manager -konfiguraatiota. Aloita PLC-projektin liittäminen luomalla ensin PLC-projekti "Append PLC Project..." -valinnalla.



PLC-projektiksi valitaan *.tpy- päätteinen tiedosto siitä hakemistosta, johon PLC-projekti TwinCAT PLC Controlissa on tallennettu. *.Tpy-päätteinen tiedosto syntyy PLC-projektista vasta käännösvaiheessa.



Riippuen luodusta PLC-projektista näkyviin tulee 1 tai useampi PLC task. Esimerkissä alla on 3 eri PLC taskia: Standard, Fast ja Slow.

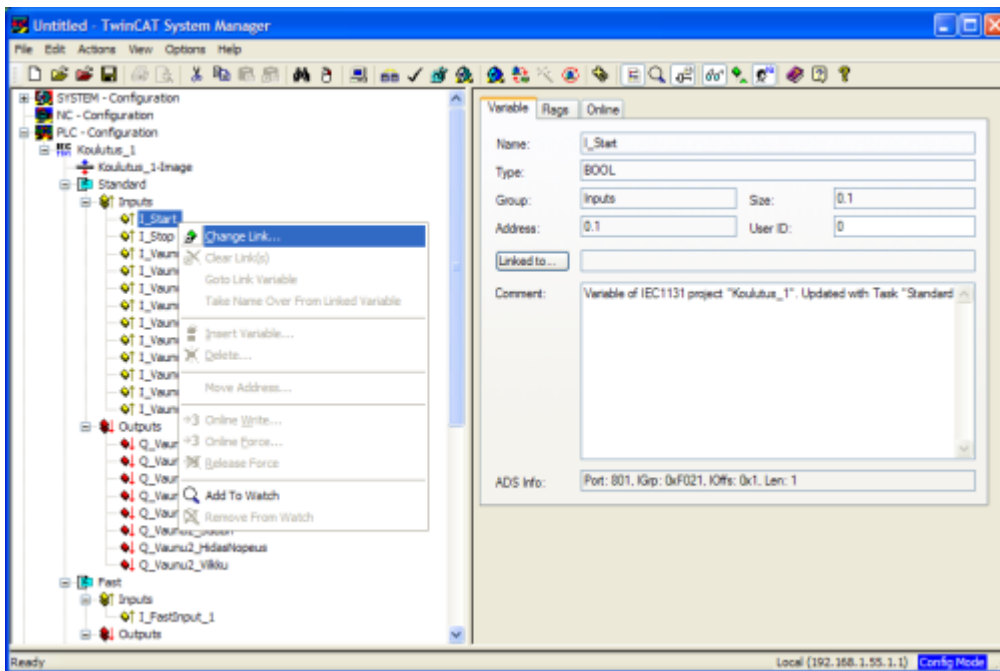


Mikäli PLC- projektissa on tarpeen käyttää nopeata taskia, jonkun asian hoitamiseen, on syytä huomata, että nopean taskin tarvitsemat tulot ja lähdöt täytyy siirtää hiirellä vetämällä ("Drag&Drop"). "Standard" taskista nopeaan taskiin. Muutoin tulot ja lähdöt päivittyisivät vakiotaskin mukaan eikä nopeasta taskista varsinaisesti olisi hyötyä.

Yllä olevassa esimerkissä I_FastInput ja Q_FastOutput muuttujat on siirretty Fast taskin alle.

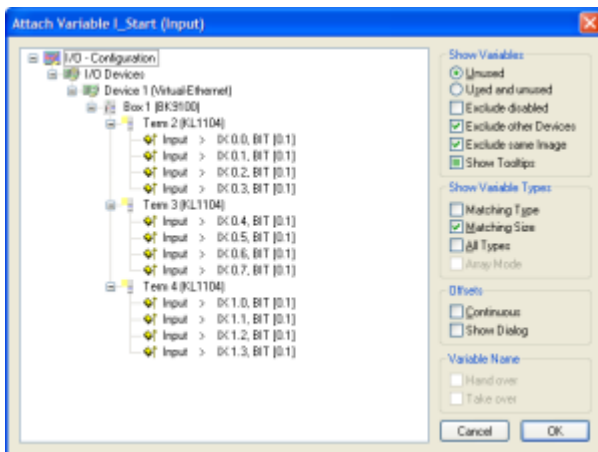
1.6 PLC-MUUTTUJIEN LINKITTÄMINEN

Jotta tulot päivittyisivät PLC-muuttujiin ja PLC:n lähdöt kirjoittuisivat oikeisiin lähtöihin, täytyy PLC-muuttujat linkittää fyysisiin tuloihin ja lähtöihin. Linkitys voidaan suorittaa joko I/O-konfiguraatiosta PLC:hen tai PLC:stä I/O-konfiguraatioon päin. Suunnalla ei ole väliä.



Linkitys suoritetaan joko klikkaamalla muuttujaa hiiren kakkosnapilla ja valitsemalla "Change Link..." tai klikkaamalla oikeanpuoleisessa ikkunassa "Linked to..." painiketta. Myös jo olemassa olevaa linkkiä pääsee muuttamaan samaa kautta.

Seuraavaksi aukeaa ikkuna, jossa linkitettävä I/O valitaan.



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

- "Unused"-valinnalla listassa näytetään vain ne muuttujat tai I/O:t joita ei ole vielä linkitetty
- "Used and unused" -valinnalla listassa näytetään sekä jo linkitetyt, 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

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 linkitettävän tavun bitit linkitetään järjestyksessä tulokortteihin. Jos Offseteja haluaa itse muuttaa, voi valita kohdan "Show Dialog" jolloin avautuu ikkuna jossa Offsetit voi määrittää.

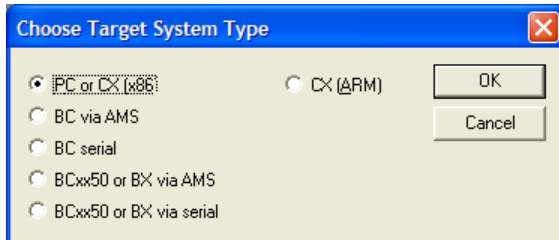


- "Hand Over" -valinnalla PLC muuttujan nimi kirjoitetaan myös I/O:ssa olevan tulon nimeksi silloin kun linkitetään PLC:stä I/O:hon päin
- "Take Over" -valinnalla sama juttu tehdään silloin kun linkitetään I/O:sta PLC muuttujiin päin.

2 TWINCAT PLC

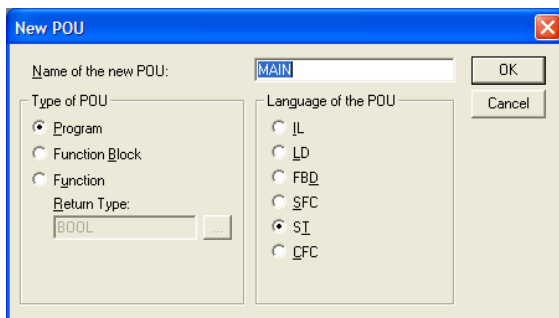
2.1 PROJEKTIN LUONTI

Kun uutta PLC-projektia aletaan luoda, täytyy ensimmäisenä kertoa, mikä on kohdeympäristö, jossa PLC-ohjelmaa tullaan suorittamaan.



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-väyläkontrollereissa täytyy valita liitytäänkö niihin sarjakaapelilla vai väylän kautta (via AMS).

Seuraavaksi PLC ehdottaa ensimmäisen ohjelmalohkon (POU, Program Organisation Unit) luomista.



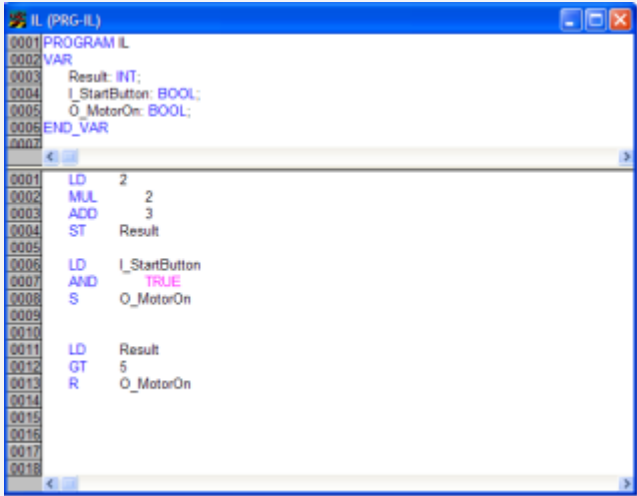
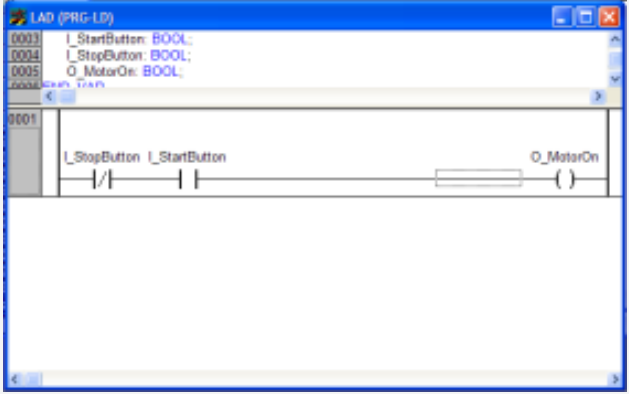
Tässä ikkunassa annetaan ohjelmalohkolle nimi ja valitaan, millä IEC61131-3-standardin mukaisista kielistä koodi halutaan kirjoittaa. Lisäksi vasemmasta reunasta valitaan onko lohko "Program", "Function Block" vai "Function" tyyppiä.

2.1.1 Program-, Function Block- ja Function- ohjelmatyyppien eroavaisuudet

Ohjelmatyyppit	Käyttötarkoitus
Program	on yleensä pääohjelmatasolla käytetty. Program on globaali ja sitä voi kutsua muista ohjelmalohkoista ilman esittelyä. Program säilyttää paikalliset muuttujat PLC-kiertojen välillä. Program voi kutsua toisia Programeja, Funktion Blokkeja tai Funktioita.
Function Block	on käytössä etenkin sellaisissa ohjelmalohkoissa, joissa samalla koodilla voidaan ohjata useata samankaltaista laitetta. Function Block täytyy esitellä ja siitä luodaan ilmentymiä kutsuvassa ohjelmalohkossa. Function blokille tulee VAR_INPUT-muuttujina sisäänsyöttömuuttujia, sieltä tulee paluuarvona VAR_OUTPUT-muuttujia, ja sinne voi tulla VAR_IN_OUT-muuttujia. VAR_IN_OUT-muuttujat välitetään funktioihin referenssinä (ByRef). Etenkin suuret taulukot tai käyttäjän määrittelemät struktuurit kannattaa viedä funktion blokkiin VAR_IN_OUT-tyyppisinä nopeuden ja muistin säästämisen takia. Function blokista luodut ilmentymät säilyttävät jokainen omat paikalliset muuttujansa PLC-ohjelmakiertojen välissä. Function Block voi kutsua toisia Function Blokkeja tai Funktioita, mutta ei ohjelmia.
Function	on globaali ja sitä voi kutsua sekä Program, että Function block lohkoista ilman esittelyä. Function on tarkoitus käyttää esim. laskentafunktiona joissa VAR_INPUT muuttujilla annetaan parametrit ja funktion paluuarvona palautetaan laskettu arvo. Functionilla ei voi olla VAR_OUTPUT-tyyppisiä muuttujia. Function ei säilytä paikallisten muuttujien tiloja PLC- ohjelmakiertojen välissä ja näin ollen esimerkiksi ajastimia (timer) ja laskureita (counter) ei voi ohjelmoida function-lohkoihin. Funktio voi kutsua toisia funktioita, mutta ei Function Blokkeja tai Programeja.

2.2 IEC61131-3- STANTARDIN MUKAISET OHJELMOINTIKIELET

Seuraavassa on esimerkit jokaisesta IEC61131-3- stantardin mukaisesta ohjelmointikielestä: IL(Instruction List), LD(Ladder), FBD(Function Block Diagram), SFC(Sequential Flow Chart), ST(Structured Text), CFC(Continuous Function Chart).

Ohjelmointi- kiele	Kuvaus	
IL Instruction List	IL on yksinkertainen ohjelmointikieli, mutta hieman rajoittunut. Normaali SET/RESET -logiikkaohjaus ja laskennat pystyy tekemään tiiviissä muodossa, mutta monimutkaisemmat asiat ovat hankalia tehdä.	
LD Ladder	Ladder on selkeälukuinen ohjelmointikieli jossa vianhaku on helppoa. Useamman ehdon sisällyttäminen samaan virtapiiriin kuitenkin laajentaa tarvittavaa tilaa nopeasti ja selkeys katoaa. For-Next -luoppien tapaisten silmukoiden ohjelmointi ja siten myös taulukoiden tehokas käyttäminen lähes mahdotonta.	

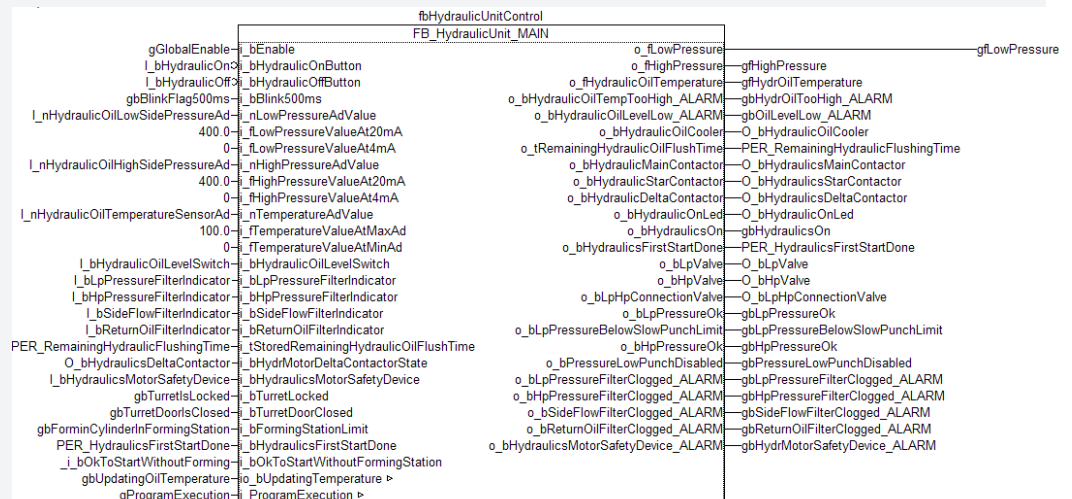
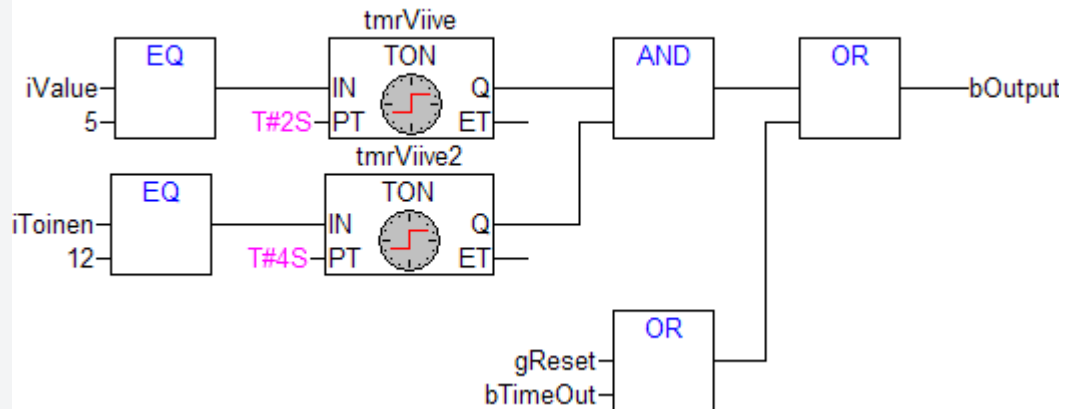
FBD

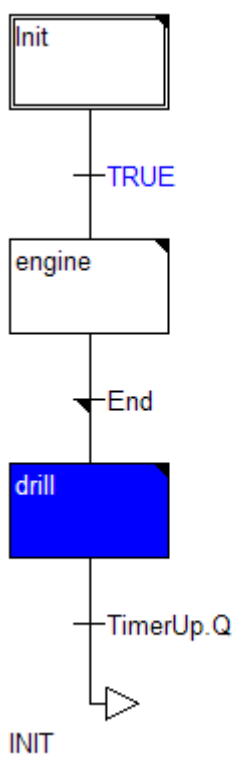
Function
Block
Diagram

Funktiolohko-ohjelmointi on paljon käytetty, ja sen etu on visuaalisuus. Lohkojen välinen riippuvuus näkyy selvästi, ja Online-tilassa näkyy sinisellä viivalla mitä reittiä toteutuvat ehdot etenevät. Alla toinen esimerkki FBD käytöstä.

Funktiolohkoilla ohjelmoiminen on monesti hyödyllistä PLC ohjelman "ylätasolla", eli siellä missä monia aliohjelmia kutsutaan. Lohkon etu on se, että varsin helposti yhdellä silmäyksellä näkee mitkä ovat funktiolohkon sisään menevät muuttujat, ulos tulevat muuttujat ja mitkä on em. muuttujien arvot.

Comment

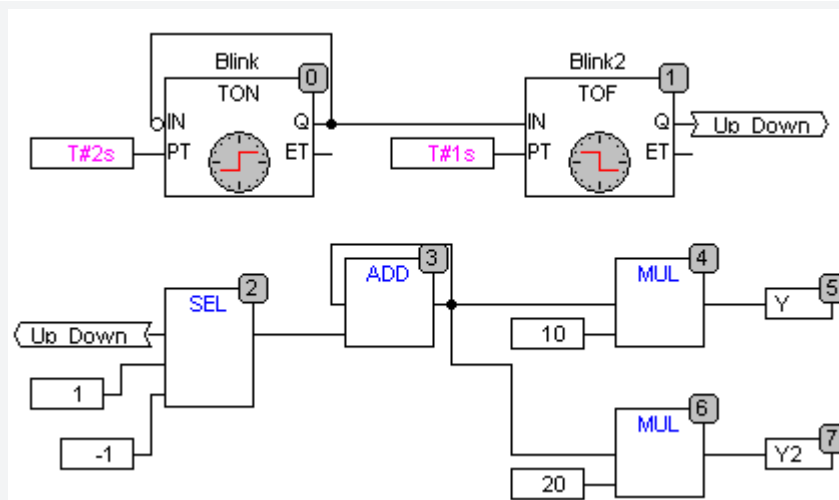


SFC Sequential Flow Chart	Vuokaavio-ohjelmointi on varsin havainnollinen varsinkin askelketjumaisissa toiminnoissa. Askel, jossa koodin suoritus on menossa, käy selkeästi esille, samoin siirtymäehto askeleesta toiseen	 <pre>graph TD Init[Init] -- TRUE --> engine[engine] engine -- End --> drill[drill] drill -- "TimerUp.Q" --> INIT[INIT]</pre>
ST Structured Text	Structured Text -ohjelmointi on basic/pascal-sukuinen kieli. Tämä ohjelmointikieli on ehdottomasti joustavin ja monelle ohjelmoijalle ennestään tuttu. Yksi ST-kielen kiistaton etu on mahdollisuus kirjoittaa kommentteja suoraan koodiin jokaiselle riville. Tämä ei ole joustavasti mahdollista muilla ohjelmointikielillä.	<pre>(* Erilliset IF ja ELSE lauseet *) IF i_VaunuSisaan AND (NOT i_VaunuSisalla) THEN o_VaunuSisaan:=TRUE; ELSE o_VaunuSisaan:=FALSE; END_IF (* Saman voi tehdä myös suoraan sijoittamalla *) o_VaunuUlos:=i_VaunuUlos AND (NOT i_VaunuUlkona); (* Vilkkuvalon välkyttämiseen käytetään globaalia vilkkubittiä jota hoidetaan FB_FlashByte *) (* Huomaa, että byte muuttujan yksittäisiin bitteihin voi viitata BYTE.x tyyllillä *) IF (o_VaunuSisaan OR o_VaunuUlos) AND gFlashByte.2 THEN o_VilkkuValo:=TRUE; ELSE o_VilkkuValo:=FALSE; END_IF</pre>

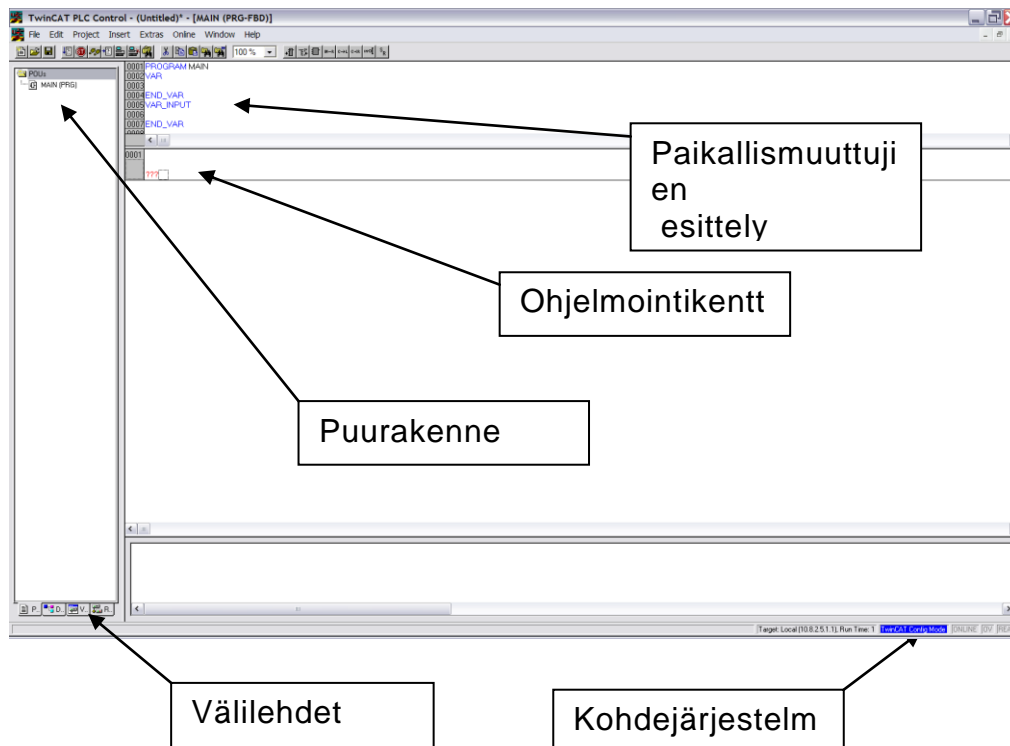
CFC

Continuous Function Chart

Continuous Function Chart ei kuulu IEC61131-3- standardissa määriteltyihin ohjelmointikieliin, vaan se on laajennus FBD:hen. Tässä lohkoja ei ole sidottu gridiin vaan ne voivat "leijua" vapaasti ohjelmointi-ikkunassa. Lohkoja voi yhdistää hiirellä raahaamalla.



2.3 OHJELMOINTIYMPÄRISTÖ





2.3.1 Pikakuvakkeet

Seuraavat pikakuvakkeet ovat aina näkyvissä PLC ohjelmaa tehdessä.

Pikakuvakkeet



Luo uuden projektin

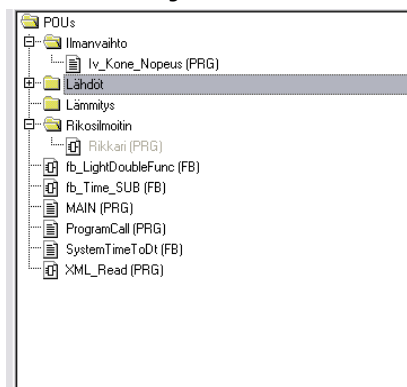
	Avaa tallennetun projektin
	Tallettaa projektin
	Käynnistää PLC- ohjelman (Ennen käynnistystä PLC Control pitää olla Login- tilassa). Pikanäppäin F5
	Pysäyttää PLC- ohjelman suorittamisen. Pikanäppäin Shift+F8
	Painallus siirtää ohjelman suorittamista askeleen eteenpäin ja jää odottamaan seuraavaa painallusta
	Merkitsee valitun ohjelmarivin Breakpoint listaan
	Login, eli luo yhteyden kohdejärjestelmään sekä lataa PLC- ohjelman. Erillistä ohjelman lataamista ei tarvita. Pikanäppäin F11
	Logout, katkaisee yhteyden kohdejärjestelmään. Pikanäppäin F12
	Global search, etsii määritetyn merkkijonon koko projektista

2.3.2 Välilehdet

Ohjelmointiympäristö koostuu neljästä eri lohkoista. Siirtyminen lohkojen välillä onnistuu välilehtipainikkeiden avulla.

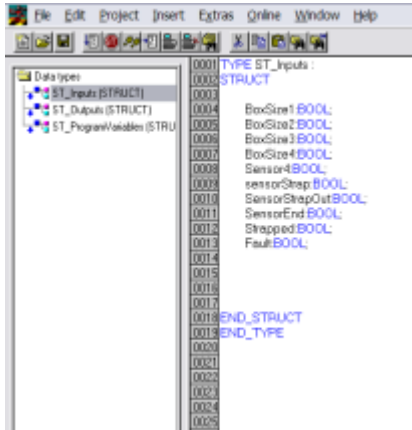


POU eli Program Organisation Unit -välilehdeltä näkyvät luodut ohjelmat (PRG), funktiot (FUN) ja funktioblokit (FB). Rakenteen selkeyttämiseksi ohjelmia voidaan siirtää eri kansioihin. Aliohjelmien sijainti eri kansioissa ei vaikuta ohjelmien suoritusjärjestykseen.





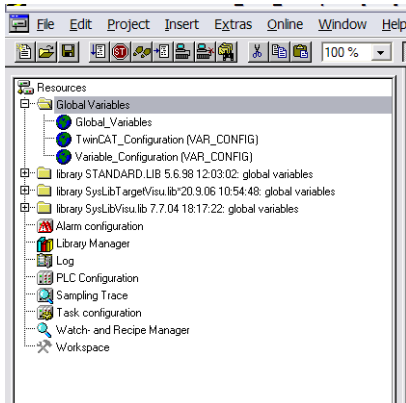
Data Types –välilehdellä käyttäjä pystyy määrittelemään omia tietotyyppejä.



Visualizations on TwinCAT PLC –ohjelmistoon sisältyvä käyttöliittymäsovellus. Käyttöliittymän luomisesta tarkemmat ohjeet kohdassa Visualization.



Resources -välilehdeltä hallitaan projektin yleisiä asioita kuten globaaleja muuttujia, kirjastoja, plc asetuksia yms.



2.3.3 Global Variables

Global variables kansion alta löytyvät projektin globaalit muuttujat. Global_Variables listaa käyttäjä voi muokata. Sen lisäksi kansiossa näkyvät listat TwinCAT_Configuration ja Variable_Configuration, joita TwinCAT päivittää automaattisesti ohjelman kääntämisen yhteydessä. Global_Variables listan lisäksi käyttäjä voi luoda omia globaaleja muuttujalistoja.

2.3.4 Alarm configuration

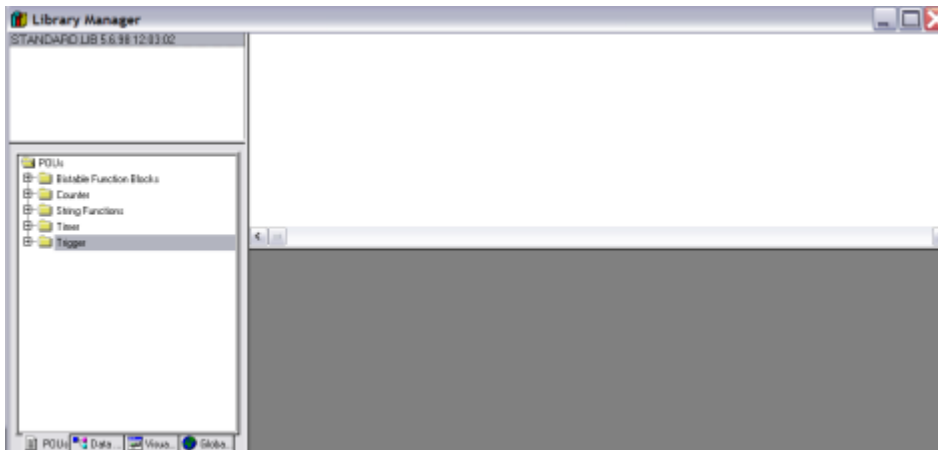
Työkalu toimii yhdessä Visualisoinnin Alarm Table ominaisuuden kanssa. Työkalulla määritetään hälytysluokat, prioriteetit, raja-arvot yms.

2.3.5 Library Manager

Tällä työkalulla hallitaan projektiin liitettyjä ohjelmakirjastoja. Uusien kirjastojen lisääminen tapahtuu painamalla listan päällä hiiren oikeata näppäintä ja valitsemalla "Insert". Painallus avaa valikon, jossa näkyy sillä hetkellä käytössä olevat työkalukirjastot.

Kirjastoja on kolmea eri tyyppiä, jotka erotetaan tiedostopäätteellä toisistaan.

- .lb6-kirjastot ovat BC- laitteille
- .lbx- kirjastot ovat BX- laitteille
- .lib- kirjastot ovat PC-pohjaisille järjestelmille, kuten CX-laitteille ja teollisuustietokoneille.

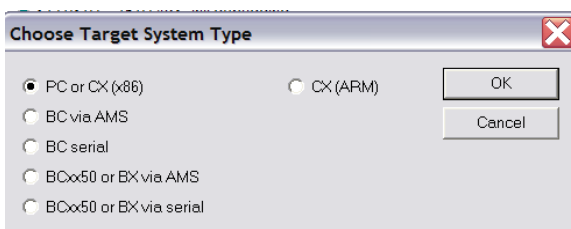


2.3.6 Log

Logitiedostoon kirjautuu käyttäjän toimenpiteet PLC ohjelman ollessa Run-tilassa. Logitiedoston kirjoitus asetetaan erikseen päälle Project → Options → Log → Activate Logging.

2.3.7 PLC Configurations

Asetuksella voidaan vaihtaa käytettävän kohdelaitteen tyyppiä. Mikäli kohdelaitteen tyyppiä muutetaan kesken ohjelmoinnin, on myös muistettava tehdä tarvittavat muutokset kirjastoihin. Käytännössä tämä asetus kertoo kääntäjälle, minkälaiselle prosessorille ohjelma käännetään.



2.3.8 Sampling Trace

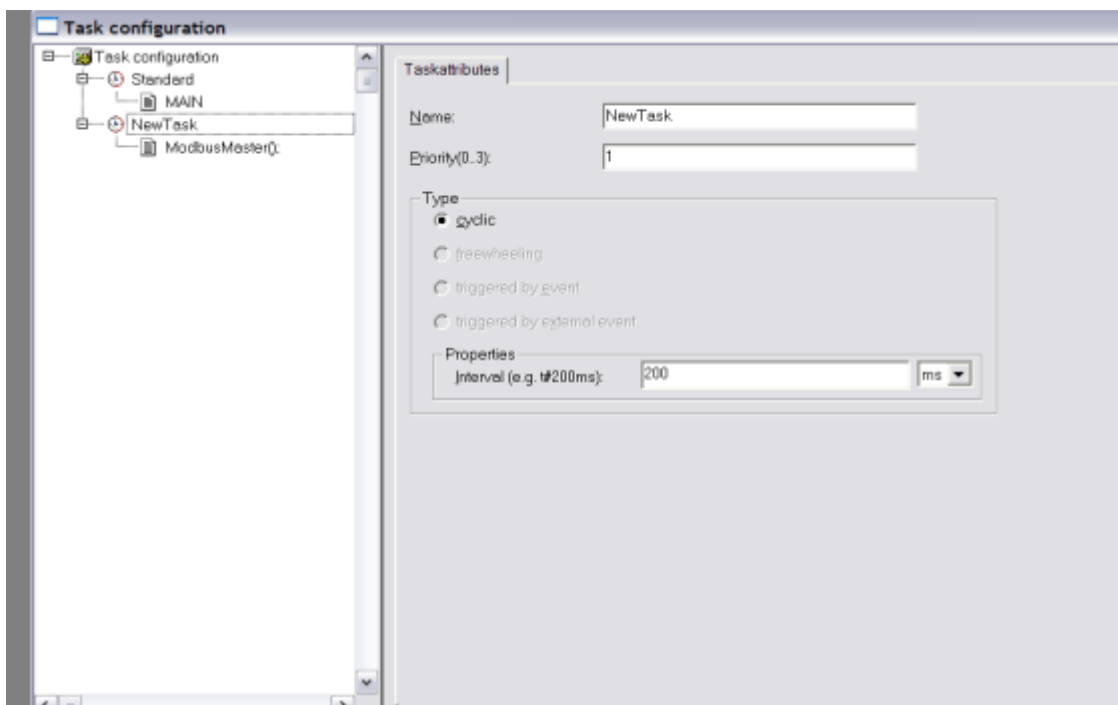
Skooppi muuttujien seuraamista varten

2.3.9 Task Configuration

PLC-ohjelmaan voidaan luoda erilaisilla "aikatasoilla" suoritettavia taskeja. Uusien taskien perustaminen ja vanhojen muokkaaminen voidaan tehdä Task Configuration lehdeltä. Eri nopeudella toimivien taskien luominen kuormittaa suoritinta vähemmän. Tehoa jää vain niille ohjelmille, jotka sitä oikeasti tarvitsevat.

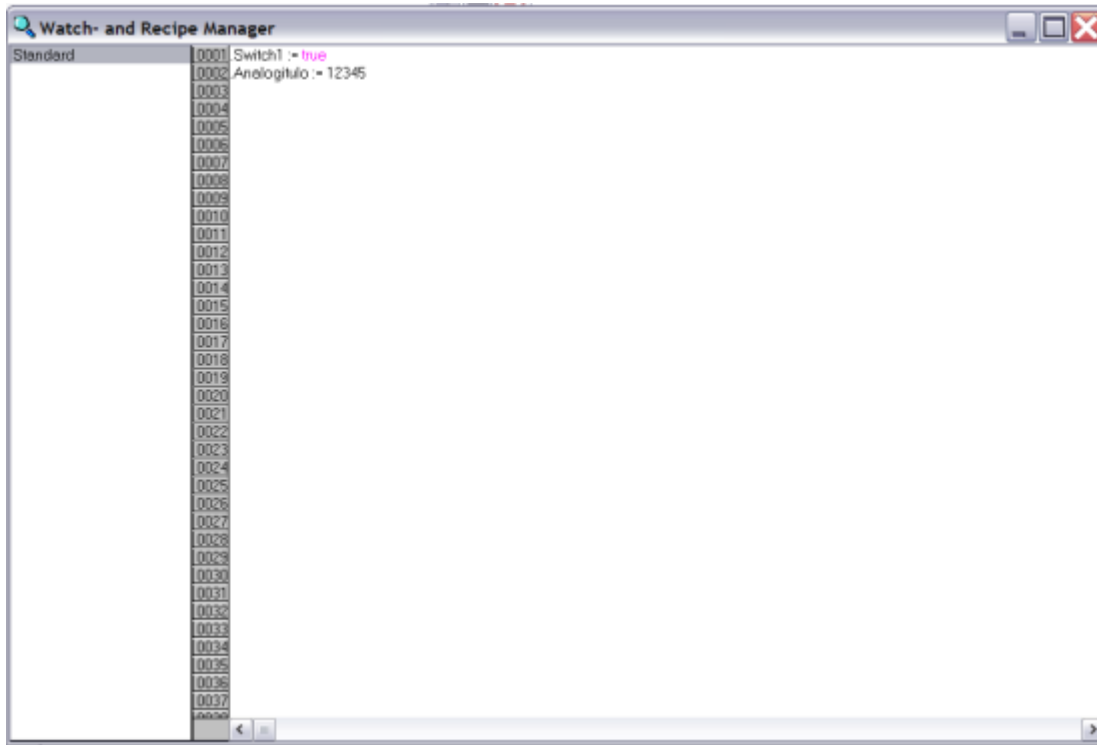
Uuden taskin luominen aloitetaan puunäkymässä Task Configuration – otsikon päällä painamalla hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan valikosta *Append Task*. Käyttäjä voi määritellä itse taskin nimen, prioriteetin sekä sykliajan.

Taskin alle täytyy lisätä ohjelmakutsu. Ohjelmakutsu lisätään painamalla hiiren oikeaa näppäintä uuden taskin päällä ja valitaan *Append program call*. Kutsutusta ohjelmasta tulee ns. pääohjelma ja kaikki pääohjelmassa kutsutut aliohjelmat suoritetaan taskiin määritetyn sykliajan mukaisesti.



2.3.10 Watch- and Recipe Manager

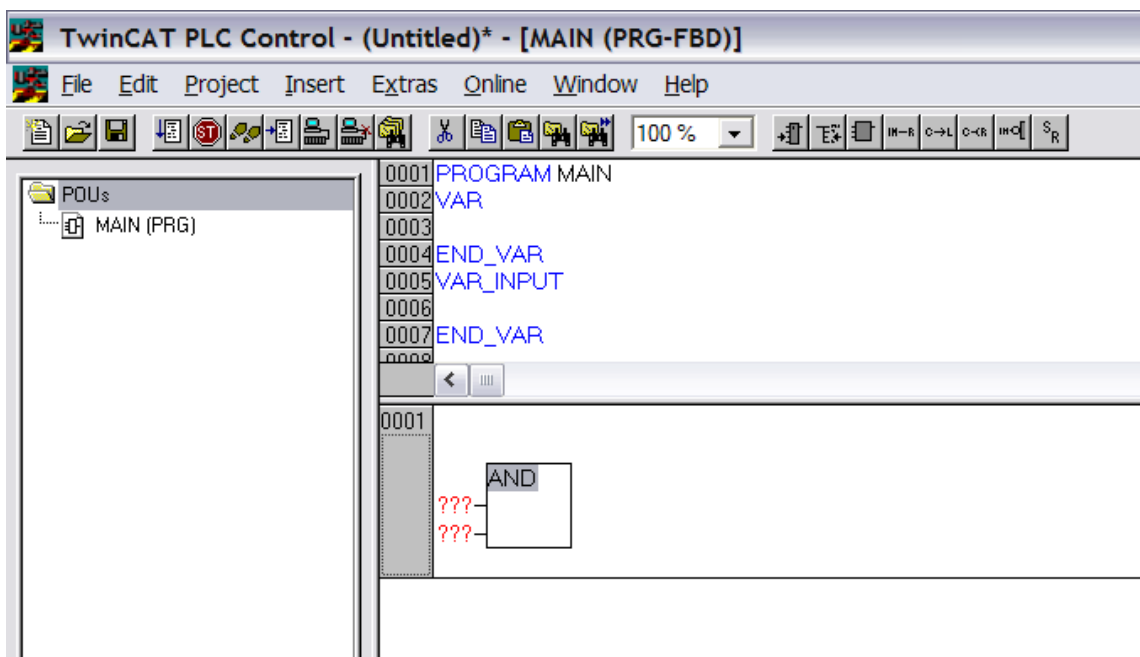
Recipe Manager on toiminto jolla voidaan pakottaa useampi muuttuja kerralla päälle. Valmiita muuttujalistoja voidaan tallentaa tiedostoksi. Toiminto on hyvänä apua PLC ohjelmaa testatessa, jolloin saadaan useamman muuttujan arvoa vaihdettua kerralla tai monitoroitua eri muuttujia samanaikaisesti.



2.4 OHJELMOINTI

Ohjelmointikielestä riippuen ohjelmointiympäristön pikakuvakkeet muuttuvat. Kielikohtaisten ominaisuuksien lisäksi käytössä on aputoimintoja, jotka toimivat ohjelmointikielestä riippumatta.

Ohjelmointitilassa näyttö jakaantuu kahteen eri kenttään. Ylempi kenttä sisältää ohjelmakohtaiset muuttujamäärittelyt ja alempi varsinaisen ohjelman. Muuttujamäärittelyt päivittyvät automaattisesti mikäli ohjelmaa luodaan uusia muuttujia. Muuttujia on myös mahdollista lisätä käsin.

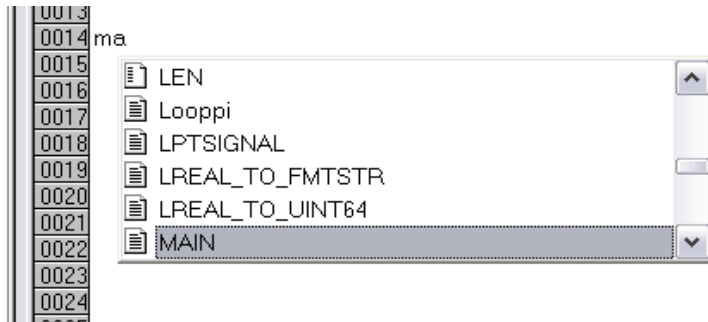


2.4.1 Pikanäppäimet FBD-ohjelmointi

Ohjelmointia nopeuttamaan on käytössä muutama pikanäppäinyhdistelmä.

Ctrl + välilyönti

Avaa valikon käytettävistä muuttujista. On myös mahdollista kirjoittaa muuttuja nimen alku, jolloin lista siirtyy automaattisesti oikeaan kohtaan.



Ctrl + B

FBD-Ohjelmoinnissa luo uuden "boxin".

Ctrl + A

FBD-Ohjelmoinnissa luo muuttujasijoituksen.

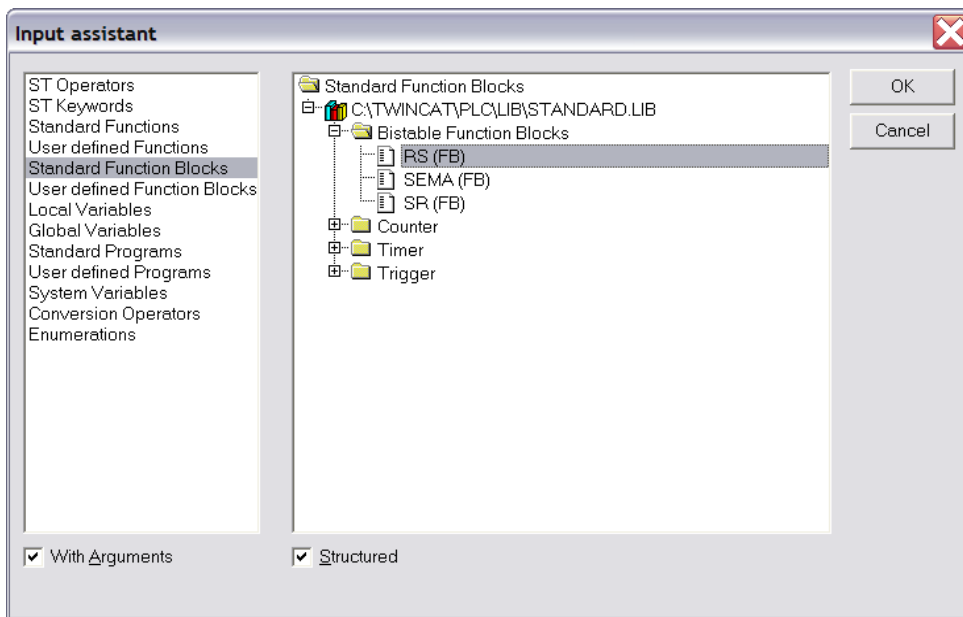
Ctrl + N

FBD-ohjelmoinnissa luo negaation.

2.4.2 Avustavat toiminnot

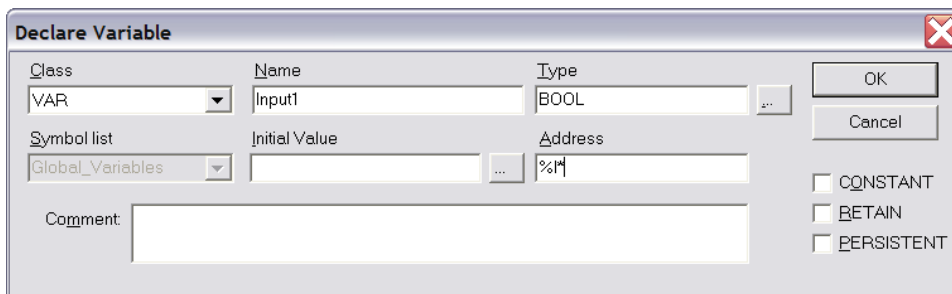
Input Assistant

Input Assistant avustaa muuttujien ja ohjelmalohkojen lisäämisessä. Toiminto näyttää kaikki käytössä olevat muuttujat, funktiot, ohjelmat, yms. Toiminnon saa käyttöön F2 – painikkeella. Input assistant ikkuna jakaantuu kahteen osaan. Vasemmasta valikosta valitaan haluttu toimintoryhmä ja oikeanpuoleisesta valitaan kirjasto josta toimintoa etsitään.



Declare Variable

Ohjelma tunnistaa automaattisesti muuttujan, jota ei vielä ole esitelty. Käyttäjä voi muuttaa muuttuja määrittäksiä, jonka jälkeen muuttuja lisätään muuttujakenttään.



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

Name-kenttään kirjoitetaan muuttujan nimi.

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

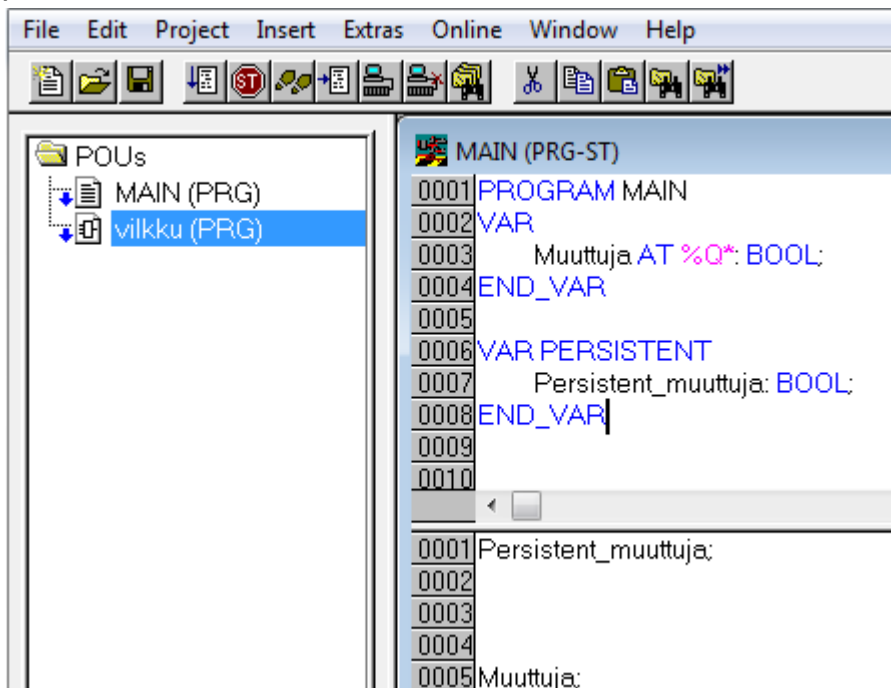
Symbol list -kentässä määritellään mihin listaan globaali muuttuja lisätään. Oletuksena käytössä ei ole kuin yksi globaali lista.

Initial Value -kenttään voidaan määritellä 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 muistiosoite halutaan määrittää käsin, määritetään se esimerkiksi muodossa %IX0.0.

2.5 PERSISTENT DATA

Valitsemalla Declare Variable kohdasta *Persistent* (kts. edellinen kuva) voidaan luoda muuttuja, jonka arvo säilyy sähkökatkon yli. Tällöin muuttuja esitellään persistent datana.



Lisäksi ohjelmassa pitää kutsua function block *FB_WritePersistentData*. Jos käytetään laitetta, joka kirjoittaa flash muistille, pitää rajoittaa blokin käyttöä. Flash kortille ei kannata turhaan kirjoittaa tietoa. Persistent muuttujat tallennetaan joka kerta muistiin kun function block:a kutsutaan. **Vältä syklistä tallentamista.**

Eri MODE inputteilla voidaan määrittää kuinka function block kirjoittaa tiedot muistiin.

Write trigger	Internal optimization of persistent data access	Persistent data consistency	Plc cycle time exceedance
Function block WritePersistentData	None	All data is from same plc cycle.	Yes, if writing of all data takes more than plc cycle time.
Function block FB_WritePersistentData and SPDM_2PASS	Yes	All data is from same plc cycle.	Yes, if writing of all data takes more than plc cycle time.
Function block FB_WritePersistentData and SPDM_VAR_BOOST	Yes	The data of each variable is from same plc cycle.	Rare, if writing of biggest pers. variable takes more than plc cycle time.
TwinCAT system stop (all persistent data is written automatically on TwinCAT system stop).	Yes	All data is from same plc cycle.	None

The screenshot displays the TwinCAT software environment. On the left, the 'POUs' tree shows a project named 'vilkku' containing a 'MAIN (PRG)' and a 'vilkku (PRG)'. The main workspace shows the 'vilkku (PRG-FBD)' editor. The ladder logic program is as follows:

```

0001 PROGRAM vilkku
0002 VAR
0003     FB_WritePersistentData: FB_WritePersistentData;
0004     bStart: BOOL;
0005     bBusy: BOOL;
0006     bErr: BOOL;
0007     nErrid: UDINT;
0008 END_VAR
0009
0010
0011

```

Below the code, a function block call for 'FB_writepersistentdata' is shown. The inputs and outputs are connected as follows:

- Inputs:**
 - NETID: 801
 - PORT: bStart
 - START: T#5s
 - TMOUT: spdm_2pass
 - MODE: spdm_2pass
- Outputs:**
 - BUSY: bBusy
 - ERR: bErr
 - ERRID: nErrid

2.6 NOVRAM MUISTIALUE

Muuttujat voidaan myös kirjoittaa **nov-ram** muistiin (Non-Volatile Random Access Memory). Osaan laitteista muisti on integroitu (CX), sen voi ostaa erikseen (FC3xxx, FC5xxx) tai käyttää EL- muistikorttia (EL6080).

CX90xx: 128kB

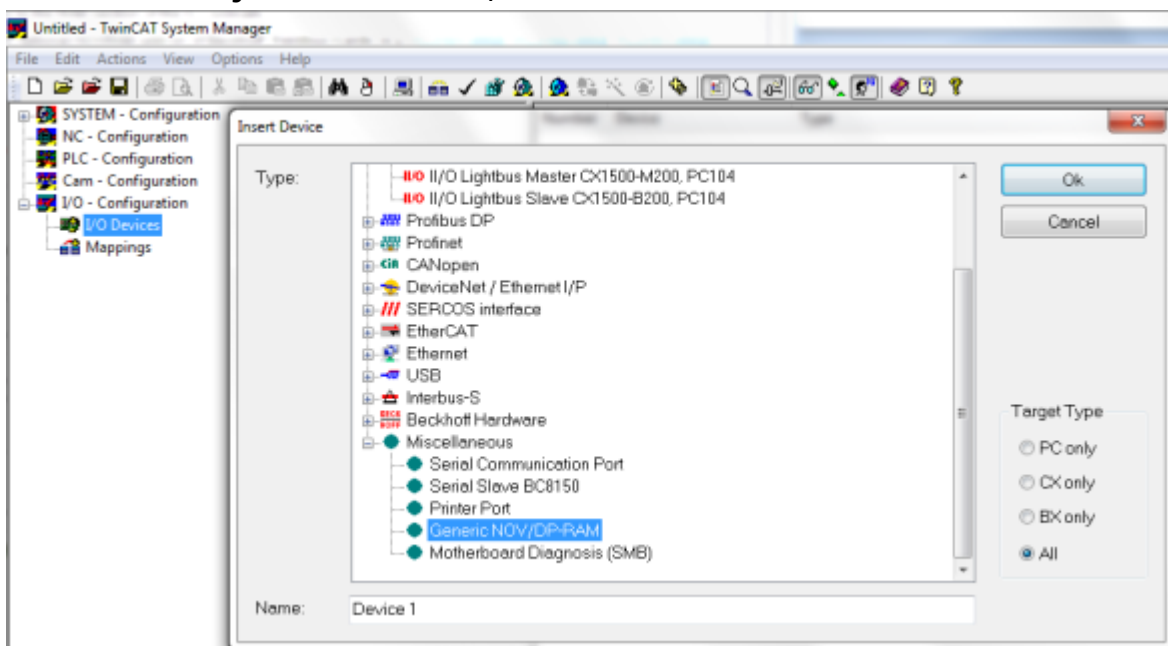
CX11xx: 8kB

CX50xx: 0kB

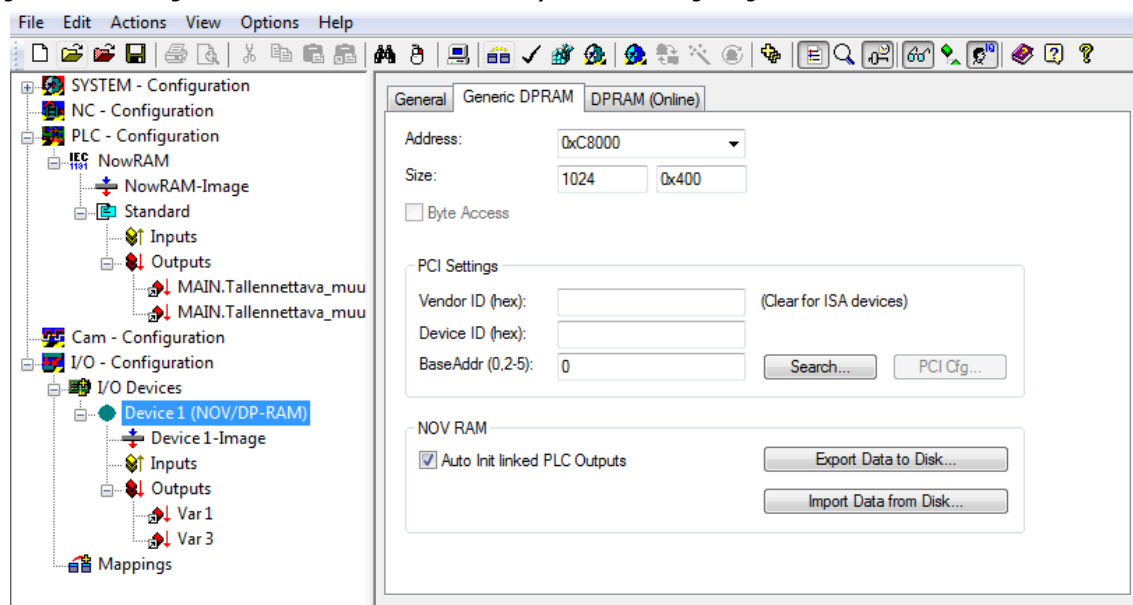
Muistiin kirjoittaminen syklisesti isoilla data määrillä hidastaa ja kuormittaa prosessoria. Jos muuttujia on runsaasti, ei ole suositeltavaa käyttää syklistä muistiin kirjoittamista.

2.6.1 System manager

System managerin konfiguraatioon lisätään Now-ram painamalla hiiren oikealla näppäimellä I/O Devices ja valitsemalla Append box. Listasta valitaan Miscellaneous ja Generic NOW/DP- RAM.



NOW/DP-RAM muistiin lisätään outputteja tarpeen mukaan. Esimerkiksi jos PLC koodissa on DINT muuttuja, lisätään Outputteihin DINT muuttuja. Tämän jälkeen konfiguraatioon lisäystä PLC koodista linkitetään tallennettava muuttuja NOW/DP-RAM output muuttujaan. Huomaa että tallennettava muuttuja pitää esitellä PLC koodissa outputtina (%Q*). *Generic DPRAM* välilehdeltä laitetaan valinta kohdassa *Auto Init linked PLC Outputs*. Tämän jälkeen ohjelma tallentaa linkitetty muuttujat joka PLC kierron aikana.



2.6.2 Function block FB_NovRamReadWrite

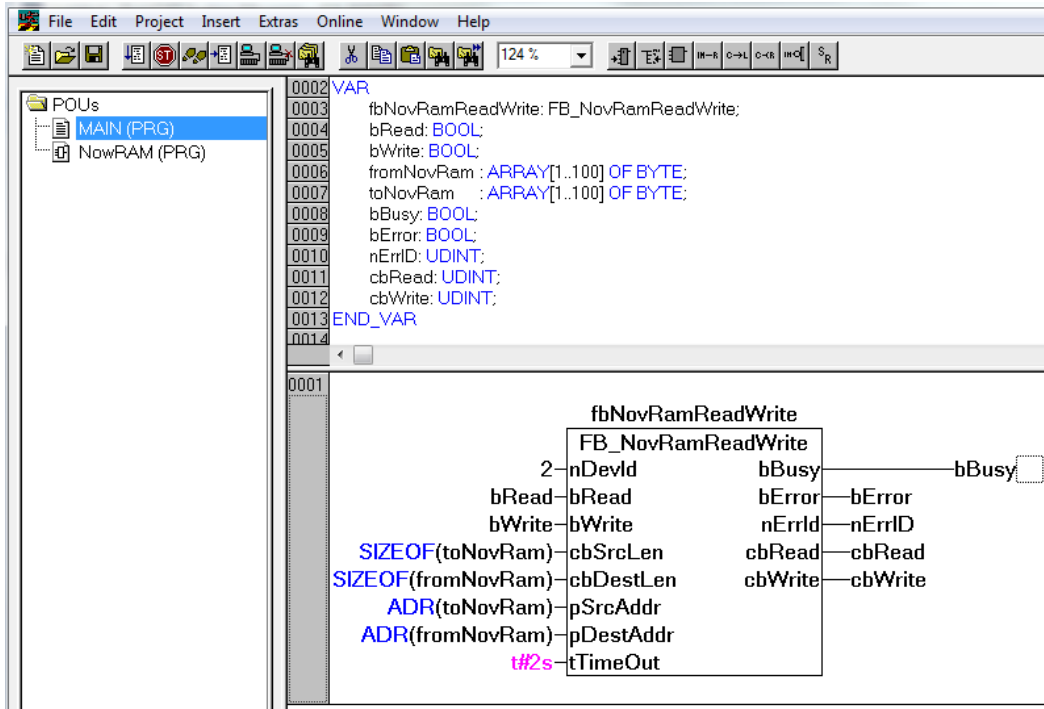
PLC- koodin puolelta voidaan määrittää kuinka usein muuttujia kirjoitetaan NOV- RAM muistiin. Käytettäessä funktion blokkia ei tarvitse tehdä linkityksiä System Managerin puolelle. Blokin käytön vaatimukset:

Development environment	Target System	IO-Hardware	PLC libraries to include
TwinCAT v2.8.0 Build > 722	PC (x86), (not for CX (ARM)!))	FCxxx cards with NOV-RAM (FCxxx-0002)	TcIoFunctions.Lib (Standard.Lib; TcBase.Lib; TcSystem.Lib; TcUtilities.Lib are included automatically)

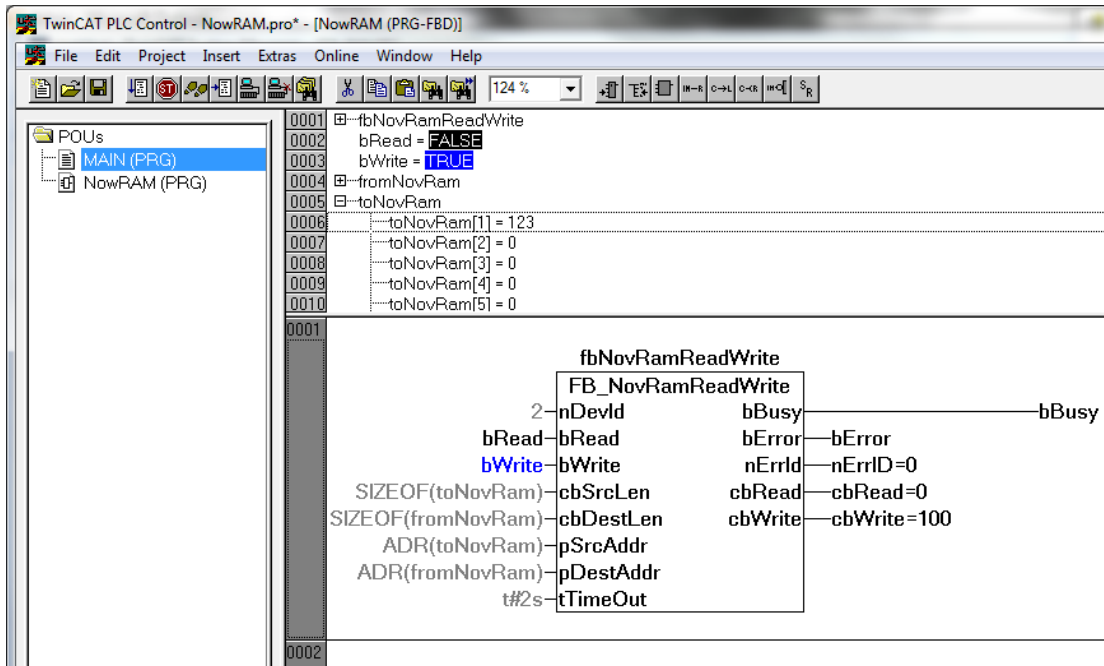
PLC koodiin lisätään tarvittavat kirjastot ja funktion blokki. Tämän jälkeen lisätään blokki ja sen vaatimat inputit ja outputit.

- nDevid: NowRam muistin Id numero, löytyy System Managerista NOW/RAM välilehdeltä General ja ID
- bRead: Käynnistetään muistin luku
- bWrite: Käynnistetään kirjoitus muistiin
- cbSrcLen: Muistiin kirjoitettavan muuttujan pituus
- cbDetLen: Muistista luettavan muuttujan pituus
- pScrAddr: Muistiin kirjoitettavan tiedon osoite
- pDestAddr: Muistista luettavan tiedon osoite
- tTimeOut: Aikaviive, jonka aikana komento pitää suorittaa

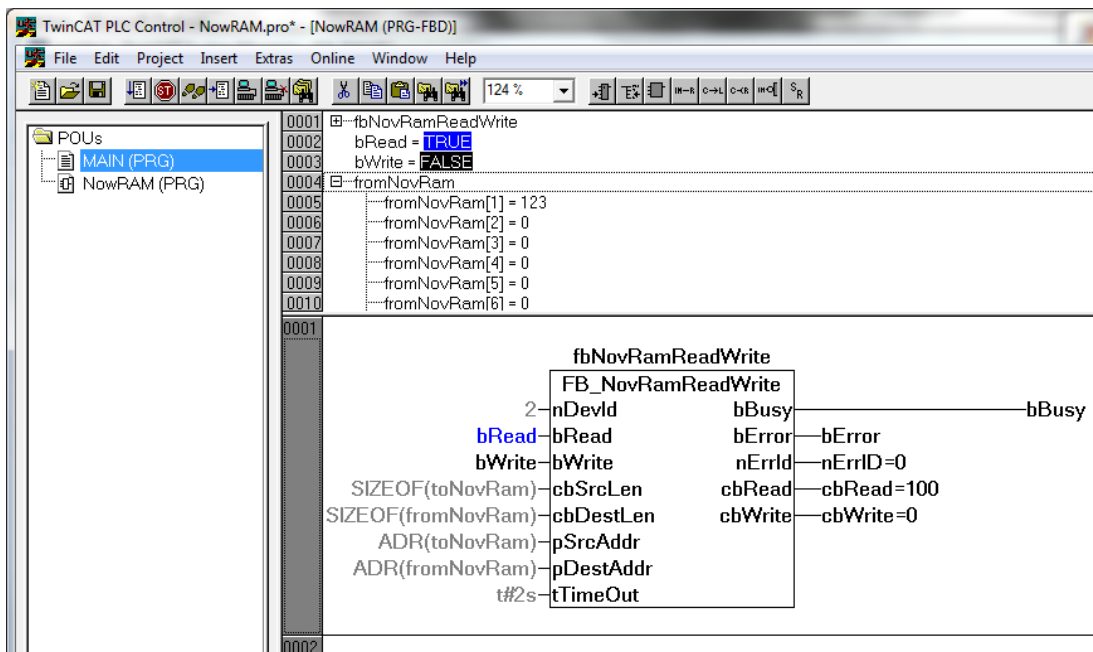
- bBusy: Voimassa niin kauan kunnes kirjoitus/luku on suoritettu
- bError: Aktivoituu jos tapahtuu virhe
- nErrId: Virheilmoituksen koodi, jolla virhe voidaan jäljittää.
- cbRead: Onnistuneiden luettujen data bittien määrä
- cbWrite: Onnistuneiden kirjoitettujen data bittien määrä



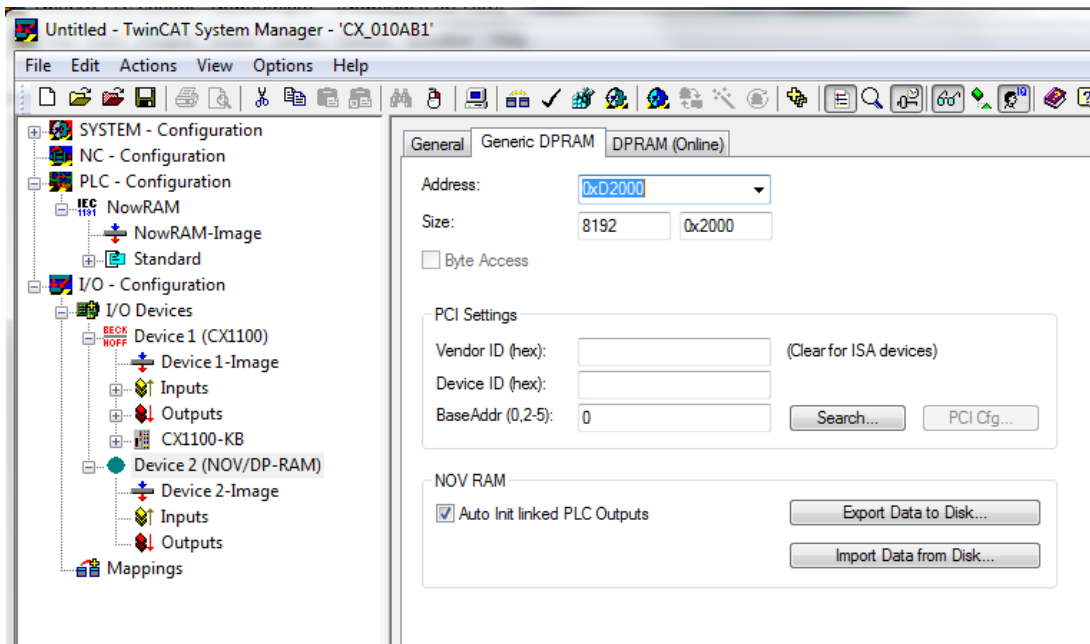
NovRam muistiin kirjoitetaan 123 toNowRam taulukon ensimmäiseen paikkaan.



NovRam muistista käydään lukemassa edellisessä kohdassa kirjoitettu numero jono 123 taulukkoon fromNowRam



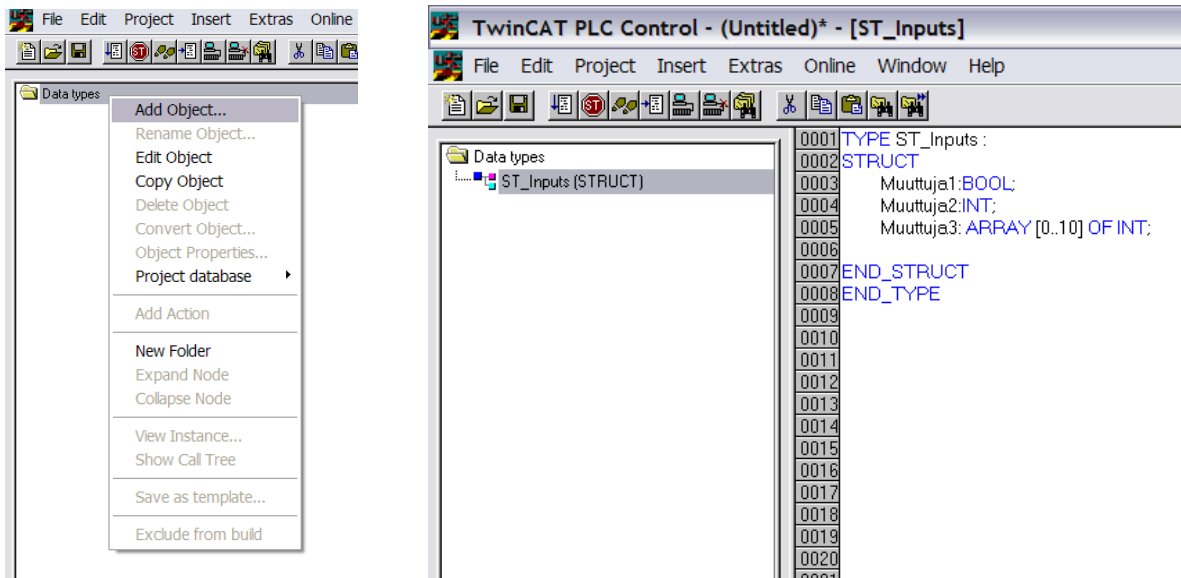
System Managerin konfiguraatio ilman linkityksiä. Huomaa valinta kohdassa *Auto Init linked PLC Outputs*.



2.7 KÄYTTÄJÄN MÄÄRITTÄMÄT TIETOTYYPIT

Käyttäjä pystyy määrittämään omia tietotyyppiejä *Data types* välilehdellä. Uusi datatyyppi perustetaan painamalla hiiren oikeaa näppäintä ja valitsemalla *Add Object*

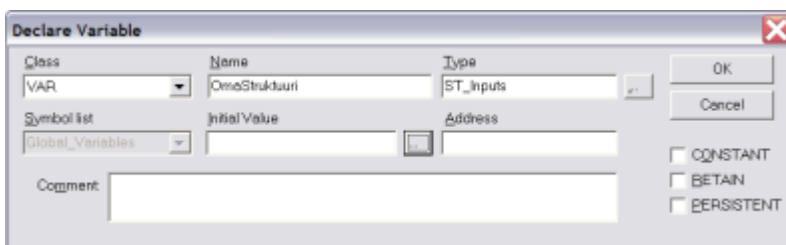
2.7.1 Struktuuri (STRUCT)




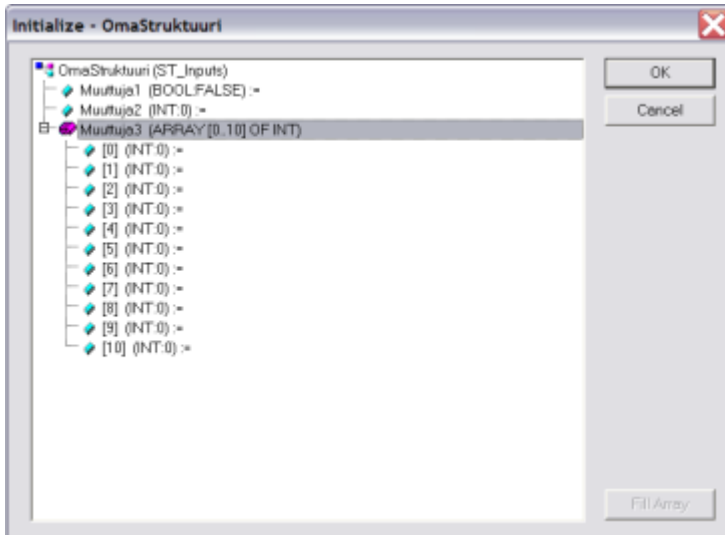
Struktuuri voi sisältää mitä hyvänsä muuttujatyyppiejä (mm. Bool, int, real, array...). Struktuurin muuttujat esitellään **STRUCT** ja **END_STRUCT** tekstien välissä. Määritelty struktuuri kutsutaan ja esitellään ohjelmakoodissa normaalin muuttujan tapaan. Struktuurista voi tehdä globaalin tai paikallisen.

Kuvan esimerkissä on luotu ST_Inputs niminen struktuuri.

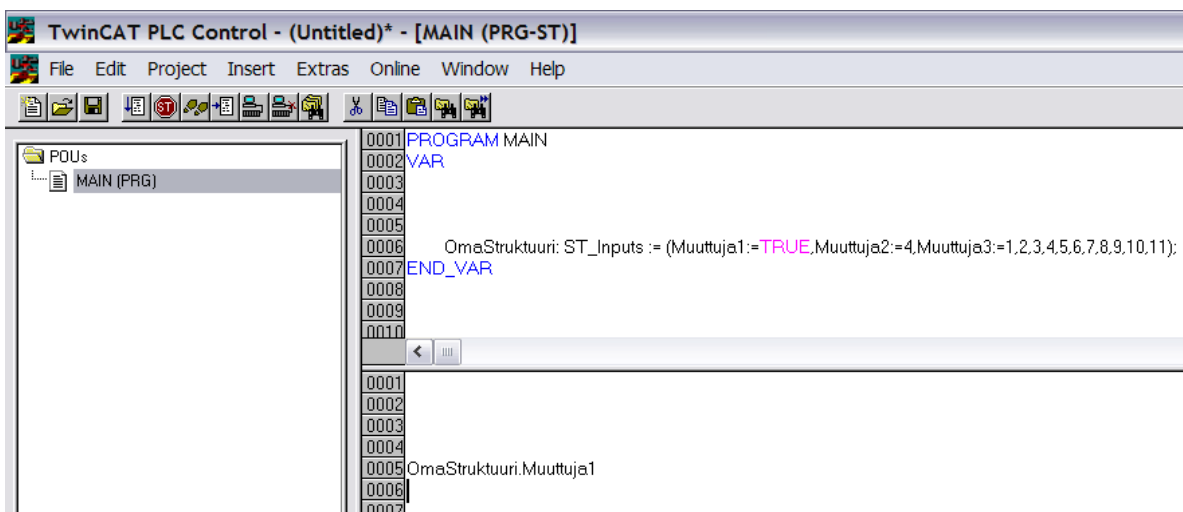
Kuvan mukaisesti muuttuja *OmaStruktuuri* määritetään tyyplitään ST_Inputs.



Initial Value kentän perässä olevaa painiketta  painamalla, voidaan struktuurin jäsenille määrittää alkuarvoja kuvan mukaisesti.

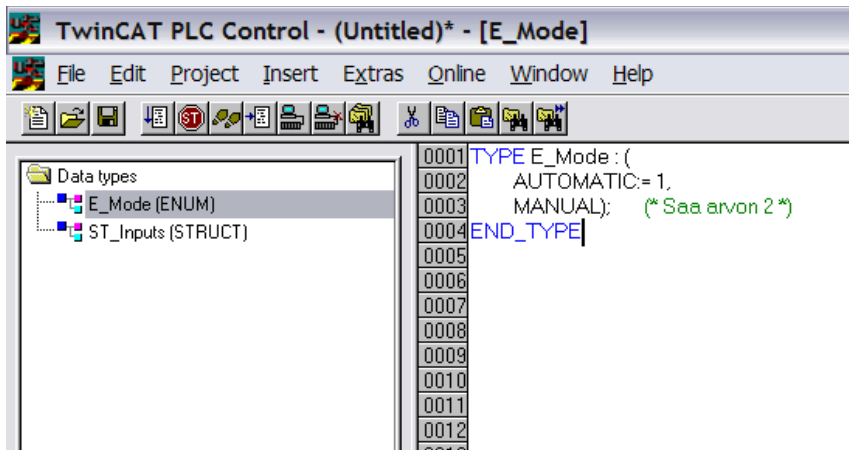


Ohjelmakoodissa struktuurin jäsentä kutsutaan kuvan osoittamalla tavalla. (esim. OmaStruktuuri.Muuttuja1)



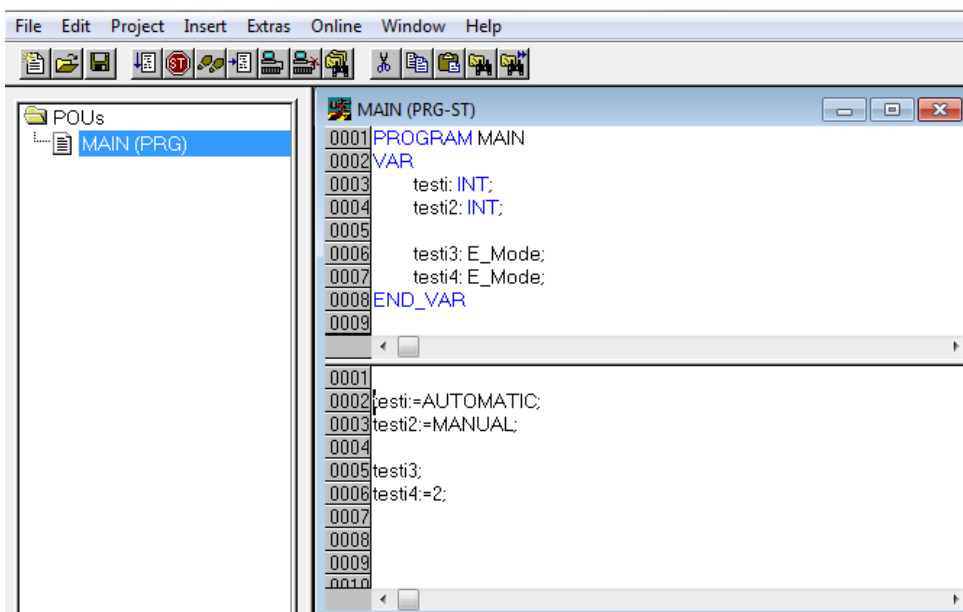
2.7.2 Enumeraatio (ENUM)

Struktuurien lisäksi käyttäjä voi luoda enumeraatioita. Enumeraatiossa määrätään tekstityyppiselle vakiolle jokin numeerinen arvo. Enumeraatio luodaan Data Types välilehdellä samoin kuin struktuuritkin.

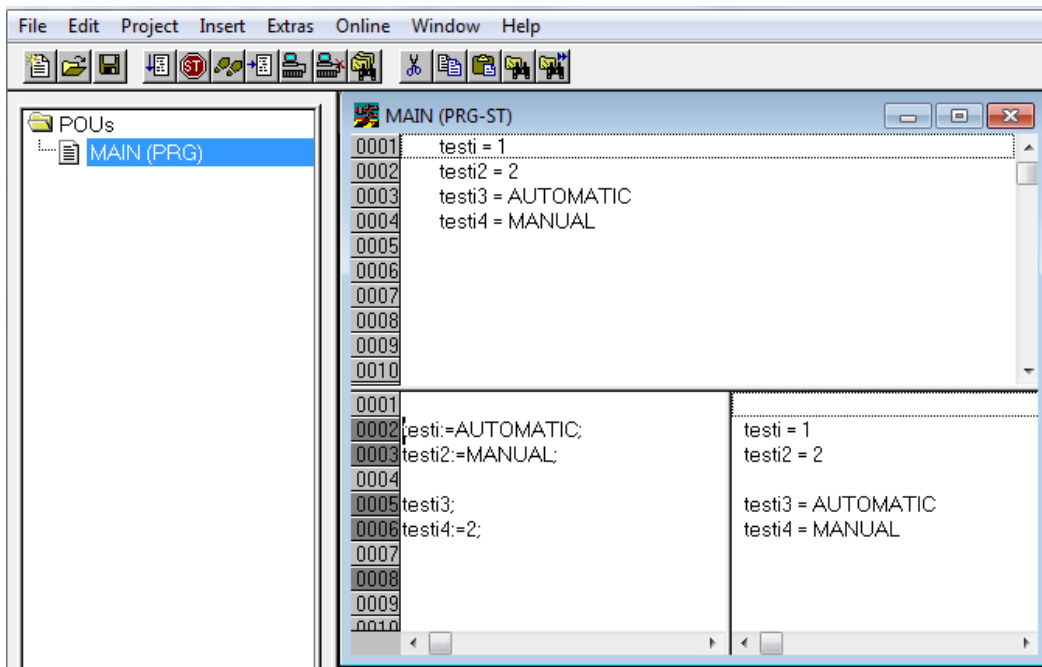


Kuvan esimerkissä on perustettu E_Mode enumeraatio, joka sisältää vakioarvot AUTOMATIC ja MANUAL. AUTOMATIC saa ennalta määrätyn arvon 1, jonka perusteella seuraavana listassa oleva MANUAL saa arvon 2. Kun alkuarvoa ei ole määritelty, numerointi alkaa automaattisesti numerosta nolla.

Ohjelmassa voidaan sijoittaa esimerkiksi AUTOMATIC suoraan Int- muuttujaan (testi1) jolloin muuttuja saa arvon 1. Muuttuja voidaan myös esitellä enumeraation avulla (testi3: E_Mode) jolloin muuttujaan voidaan sijoittaa luku. Tämän jälkeen muuttuja saa lukua vastaavan enumeraation. Muuttujien esittely ja arvojen sijoitus:

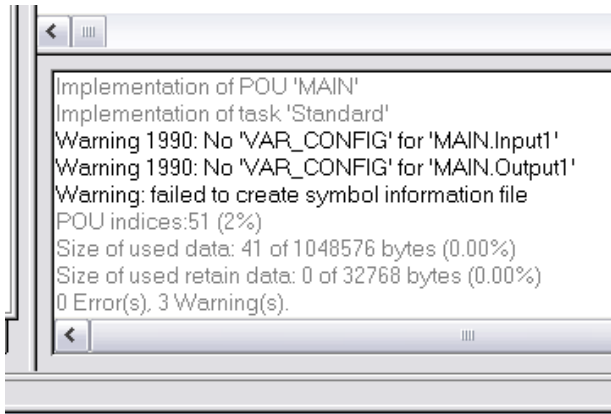
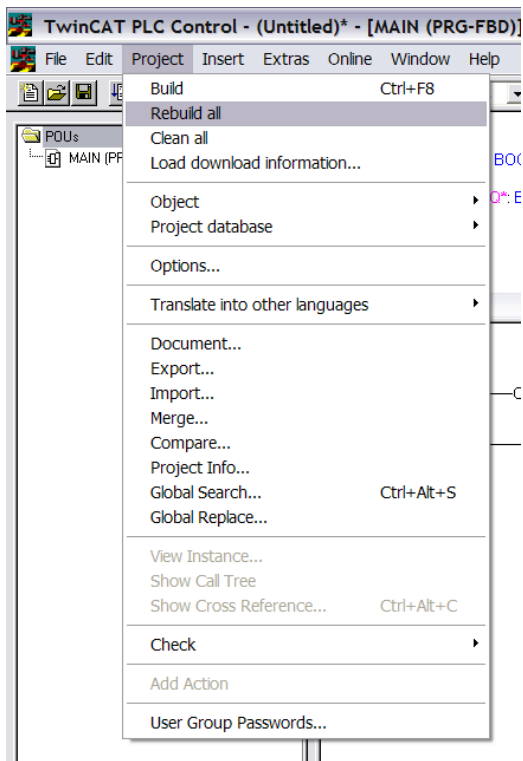


Enumeraation toiminta *online* ja *run* tilassa:



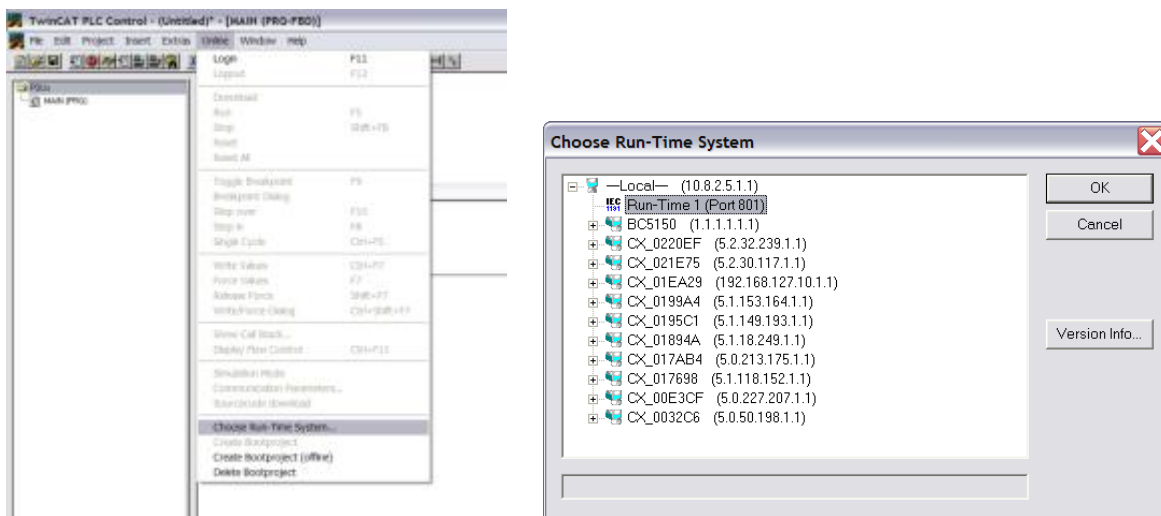
2.8 OHJELMAN LATAAMINEN PAIKALLISEEN JÄRJESTELMÄÄN

Ensimmäistä kertaa PLC-ohjelmaa ladattaessa järjestelmään, pitää PLC koodi kääntää. Ohjelma pitää olla talletettuna ennen käännöstä mielellään paikkaan mistä se on helposti löydettävissä. Ohjelman kääntäminen tapahtuu *Project*-valikon *Rebuild all*-toiminnolla. Virheetön käännös luo tpy- päätteisen tiedoston, joka liitetään System Manageriin aiemmin kuvatulla tavalla. *Warning(s)* tekstin kertomat varoitusten määrät eivät estä ohjelman liittämistä System Manageriin. Varoitukset poistuvat kun ohjelma on saanut System Managerista tarvittavat muistiosoitteet. Osoitteiden haku tapahtuu automaattisesti.

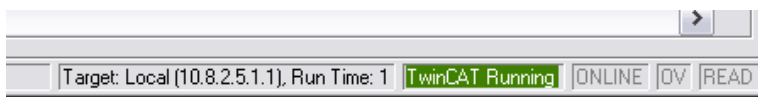


Kääntämisen jälkeen määrätään järjestelmä johon ohjelma ladataan. Tässä vaiheessa System Managerin pitää olla RUN- tilassa. Kohdejärjestelmä valitaan *Online*-valikosta löytyvällä *Choose Run-Time System...* – valinnalla.

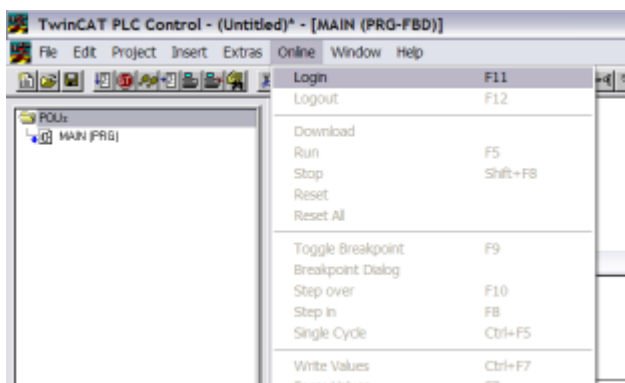
Avautuvasta ikkunasta valitaan käytettävä kohdejärjestelmä. Valintaa ei tarvitse tehdä kuin ensimmäisellä kerralla ohjelmaa ladattaessa.



Valittu järjestelmä näkyy sivun alalaidassa olevassa palkissa. **TwinCAT Running** – teksti kertoo System Managerin tilan. Tässä tapauksessa System Manager on Run tilassa ja ohjelma voidaan ladata järjestelmään.

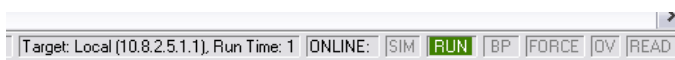


Ohjelma ladataan *Online* –valikosta löytyvällä *Login*- painikkeella. Samalla PLC Control siirtyy myös Online-tilaan, jolloin ohjelman kulkua pystytään monitoroimaan.

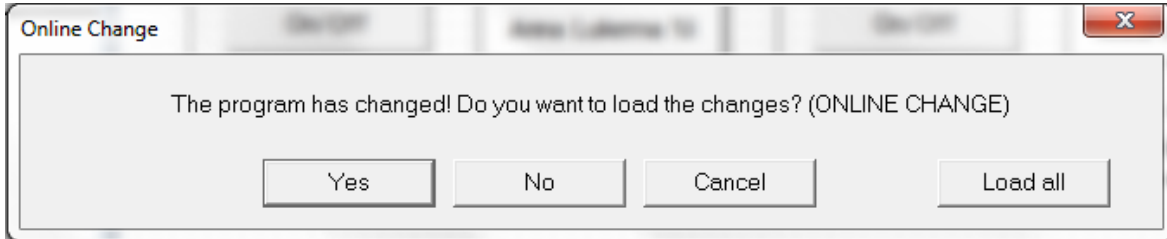


Tässä vaiheessa PLC- ohjelma ei vielä ole Run-tilassa vaan ohjelma pitää käynnistää *Online*-valikosta löytyvällä *Run*- painikkeella

Ohjelman ollessa Run-tilassa sekä PLC Controlin ollessa online-tilassa alapalkissa näkyvät kuvan mukaiset merkinnät.



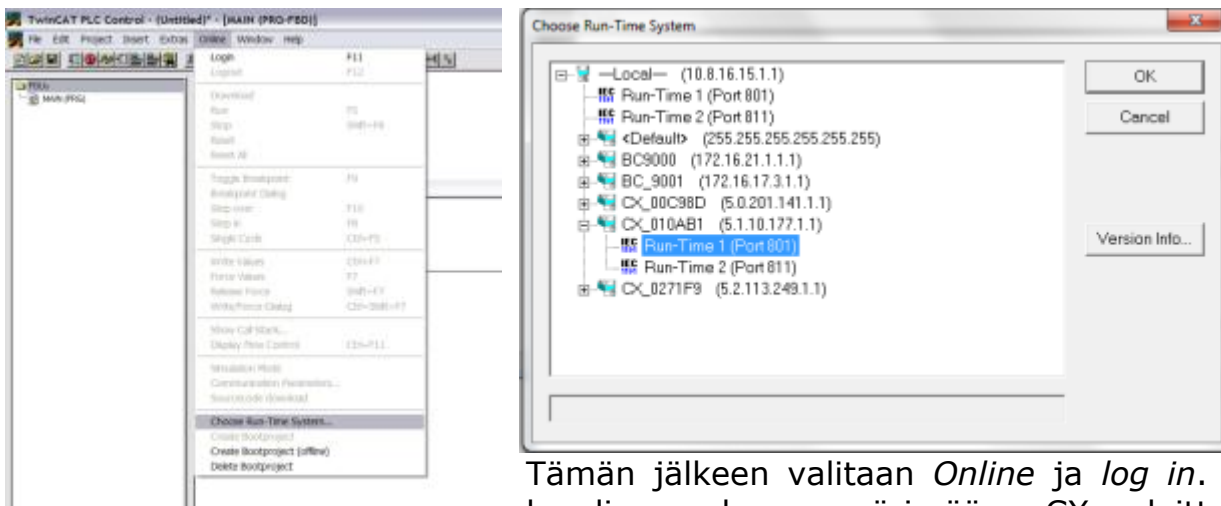
Mikäli ohjelmaa halutaan muuttaa RUN- tilassa, pitää *Online*-valikosta valita *Logout*. Ohjelma jää silloin Run- tilaan ja tarvittavat muutokset on mahdollista tehdä. Muutosten lataaminen tapahtuu valitsemalla jälleen *Online* ja *Login*. Jos muutetaan sykliäikää tai tehdään isompia muutoksia, tulee ilmoitus:



Valitse *Yes* ja uusi ohjelma ladataan laitteeseen. Tämän jälkeen ohjelma on STOP- tilassa ja pitää valita uudestaan *Online* ja *Run*, jolloin saadaan ohjelma käyntiin.

2.9 OHJELMAN LATAAMINEN CX-LAITTEeseen

Ohjelma voidaan myös kehittää omalla koneella ja ladata kohdekoneeseen, kuten CX laitteeseen. Voidaan myös tehdä asetukset joilla ohjelma käynnistyy automaattisesti kun laitteeseen kytketään virrat. Samat asetukset voidaan tehdä mille tahansa koneelle. Ensimmäiseksi System Managerista valitaan kohde koneeksi CX (5.6 Kohdejärjestelmän määrittäminen). PLC Control puolelta valitaan run time kohtaan CX:n run time. Tämä tapahtuu valitsemalla *Online , choose run- time system..* Valikosta valitaan CX:n runtime.

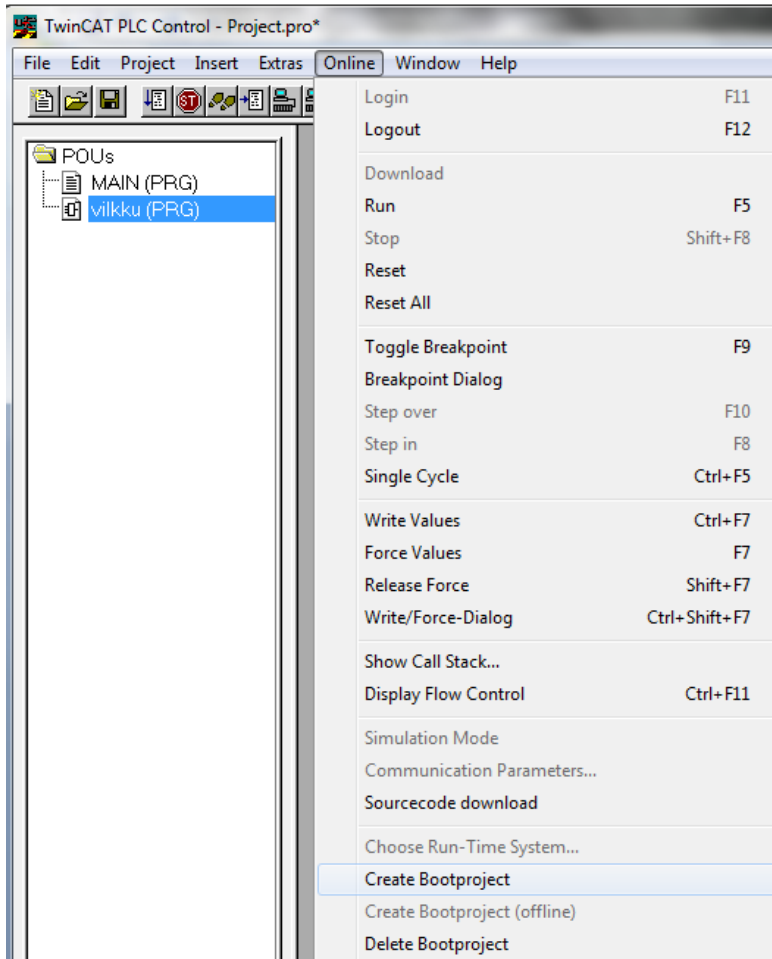


Tämän jälkeen valitaan *Online* ja *log in*. PLC-koodi saadaan pyörimään CX- laitteessa valitsemalla vielä *online* ja *run*. Nyt koodia voidaan seurata PLC control puolelta ja System manager puolelta nähdään IO:n tila. Tällöin on helppo seurata mitä ohjelmassa ja IO puolella tapahtuu.

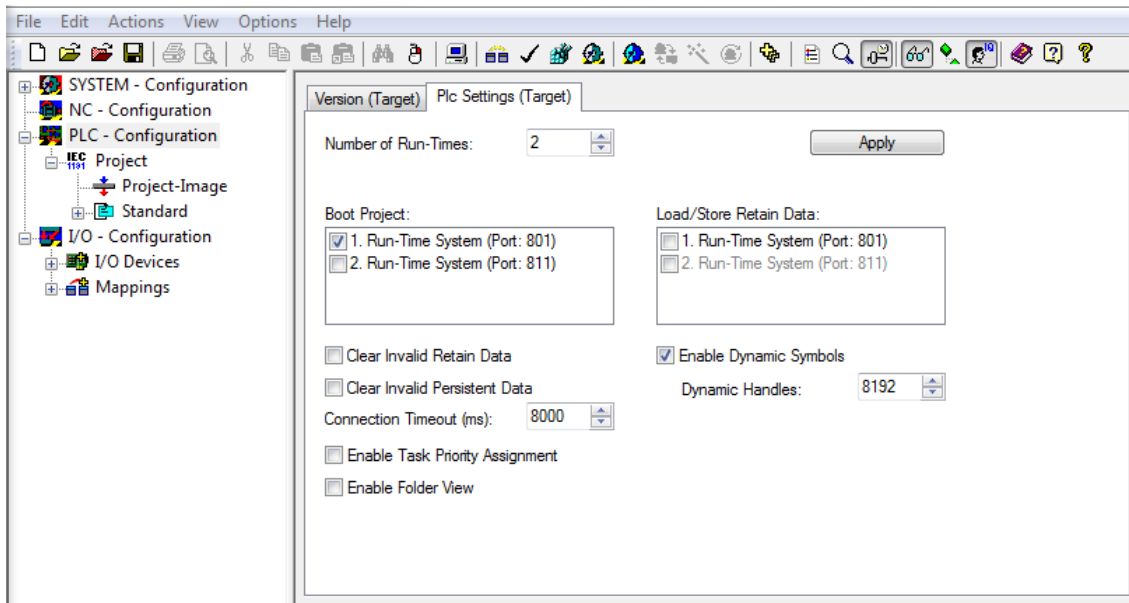
2.9.1 Boot projektin luonti ja automaattinen käynnistys

Kun koodi on valmis, voidaan se ladata toimimaan CX- laitteeseen. Kun ollaan kiinni laitteessa System Managerilla ja PLC control on online tilassa, voidaan laitteeseen ladata boot- projekti. Valitse *Online* ja *Create Boot project*. Projekti

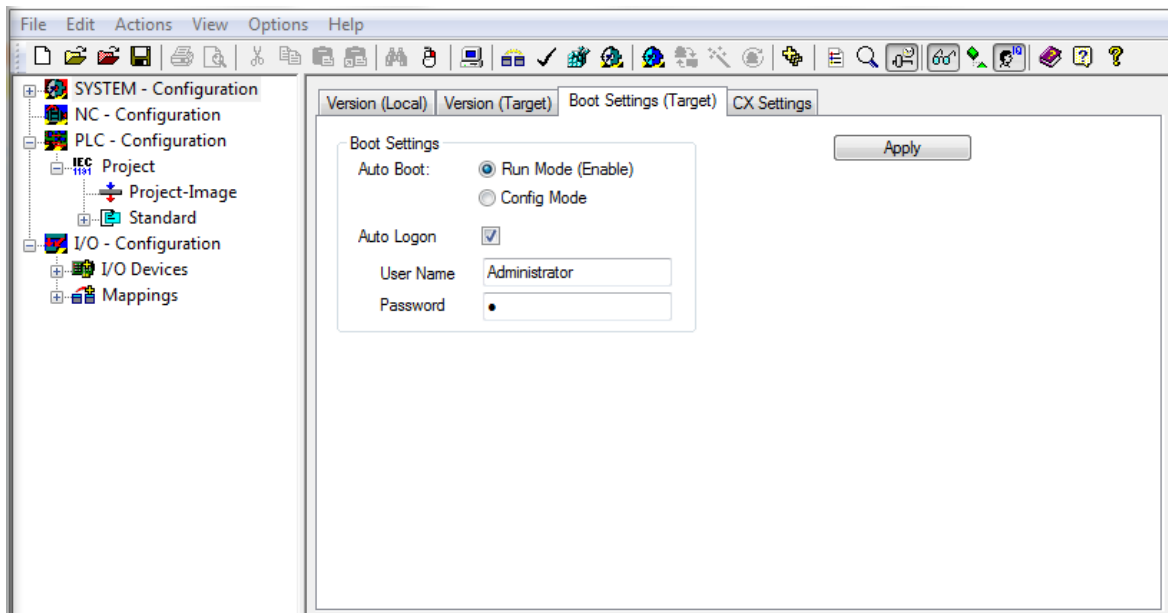
tallentuu Boot kansioon, josta TwinCAT käynnistää ohjelman bootin yhteydessä.



System managerin puolelta valitaan puurakenteesta *PLC- Configuration* ja *Plc Setting (Target)* välilehti. Välilehdeltä valitaan kohta *Boot project: 1. Run-Time System (Port:801)*



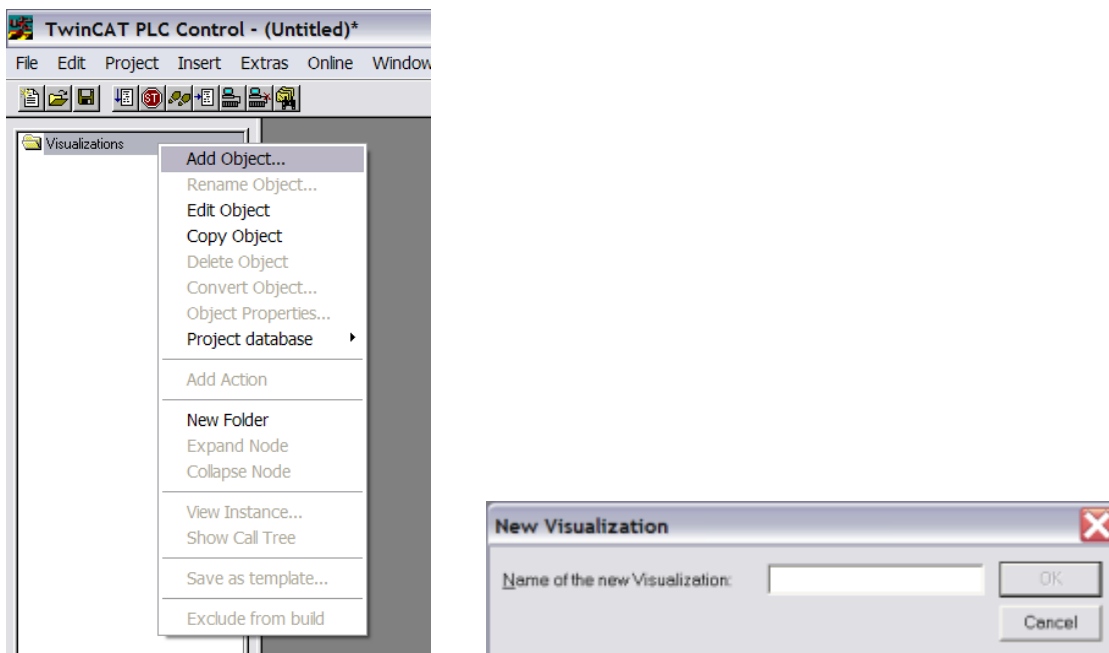
Tämän lisäksi valitaan puurakenteesta *System- Configuration* ja *Boot Settings (Target)* välilehti. Sieltä valitaan kohta *Auto Boot, Run Mode (enable)* ja *Auto Logon* sekä *Apply*. (CX- laitteessa User name Administrator ja Password on 1). Tämän jälkeen PLC- ohjelma käynnistyy automaattisesti kun CX- laite käynnistetään.



3 VISUALISOINTI

Visualisointi-toiminnolla on mahdollista rakentaa käyttöliittymiä valmiin järjestelmän ohjaamiseen sekä ohjelman testaamista varten.

Uusi visualisointi perustetaan painamalla hiiren oikeaa näppäintä *Visualizations*- kansion päällä ja valitaan *Add Object...* Uusi visualisointi-ikkuna pitää nimetä "New Visualization" ikkunassa. Antamalla nimeksi TC_VISU aukeaa tämä visualisointi aina ensimmäisenä.



Alla on Visualisoinnissa käytettävien kontrollien painikkeet.



1. Valintatyökalu
2. Suorakulmio. Tällä työkalulla tehdään sekä kehykset, että tekstikentät
3. Pyöristetty suorakulmio. Vastaava kuin edellinen, mutta pyöristetyillä reunoilla
4. Ympyrä ja ellipsi. Myös näiden sisällä voi olla tekstiä
5. Monikulmio
6. Murtoviiva
7. Käyrä
8. Piirakka
9. Bittikarttakuva, tukee bmp, tif ja jpg formaatteja

10. Visualisointi. Tuodaan joku toinen visualisointi-ikkuna toisen sisään. Tällä voi toteuttaa esimerkiksi käyttöliittymän, jossa samat valikkonapit näkyvät ja toimivat joka ikkunassa

11. Komentonappi

12. Windows metafile wmf

13. Taulukko

14. Trendi

15. Hälytystaulu

16. ActiveX komponentti

17. Viisarinäyttö

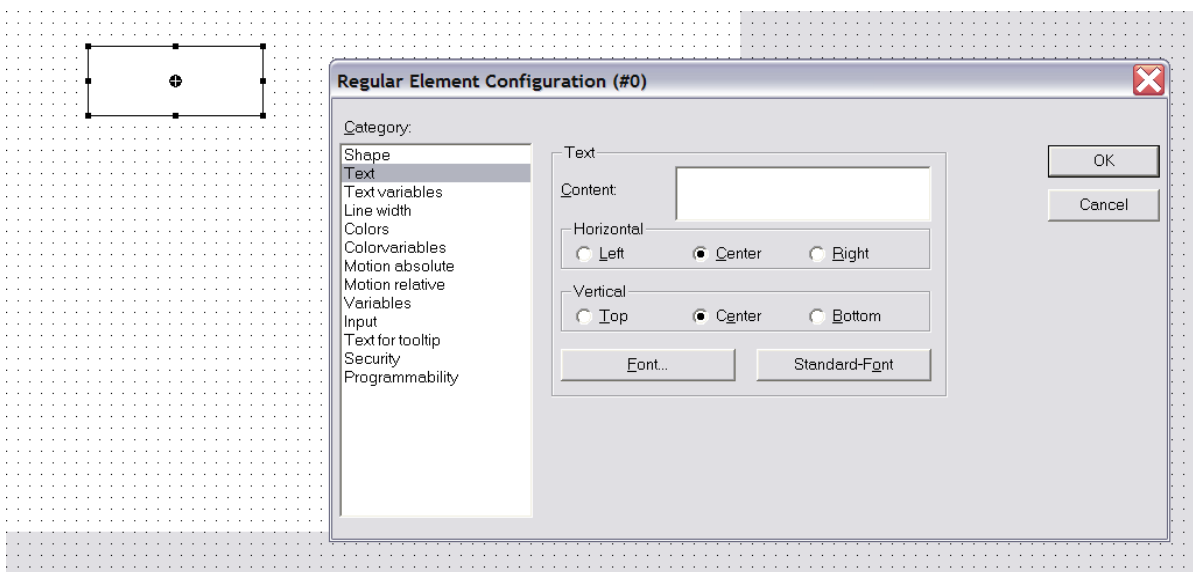
18. Pylväsdiagrammi

19. Histogrammi

3.1 TEKSTIKENTTÄ

Visualisointiin voidaan lisätä tekstikenttä, joka voi sisältää kiinteästi määriteltyä tekstiä, PLC- ohjelman muuttujasta luettavaa tekstiä tai käyttäjä voi kirjoittaa tekstikentän kautta PLC- ohjelman muuttujan arvoja. Tekstikentän voi olla muodoltaan ympyrä, monikulmio tai segmentti.

Tekstikentän luominen aloitetaan piirtämällä halutun muotoinen kenttä. Laatikkoa kaksoisnapauttamalla saadaan *Regular Element Configuration* – ikkuna, jossa voidaan määrittää tekstikentän asetuksia.



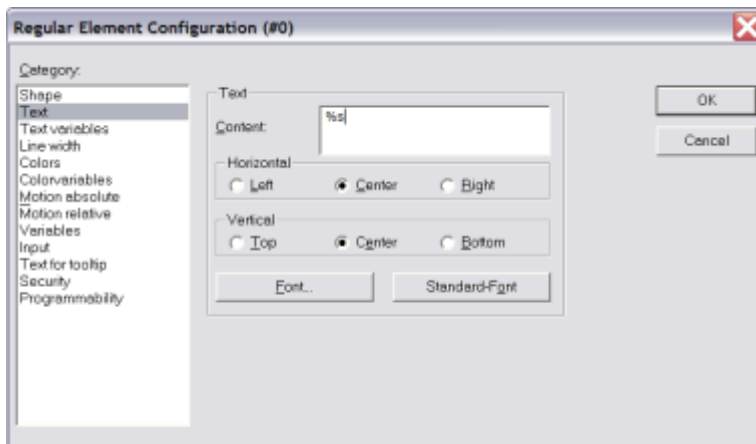
3.1.1 Kiinteä teksti

Tekstikentässä näkyvä kiinteä teksti kirjoitetaan Text Content ikkunaan.

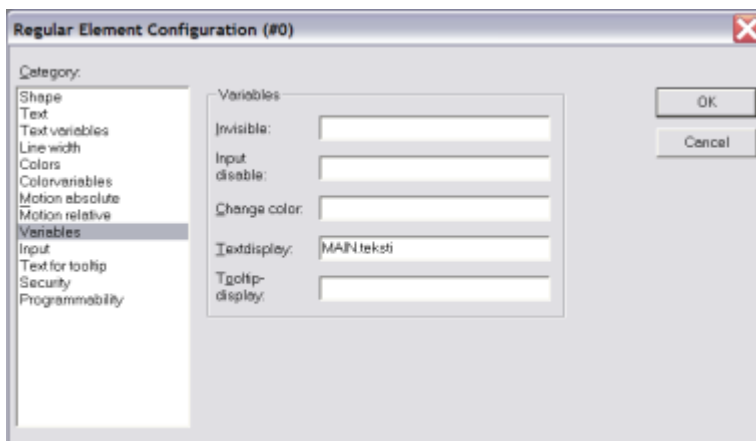
3.1.2 Muuttujan esittäminen tekstikentässä

PLC- ohjelman muuttujien arvoja on mahdollista esittää tekstikentässä. Text Content kenttään pitää määritellä minkä tyyppinen muuttuja halutaan kentässä näyttää. Esimerkiksi mikäli halutaan näyttää PLC-muuttuja merkkijonona, kirjoitetaan tekstikenttään %s

Muuttuja	Merkitys
d, i	Kokonaisluku
o	Etumerkitön oktaaliluku (ilman nollaa)
x	Etumerkitön heksaluku (ilman 0x)
u	Etumerkitön desimaaliluku
c	Yksittäinen merkki
s	Merkkijono
f	Reaaliluku. Haluttaessa tarkkuus voidaan määrittää pisteellä, esim. %.1f näyttää luvun yhden desimaalin tarkkuudella

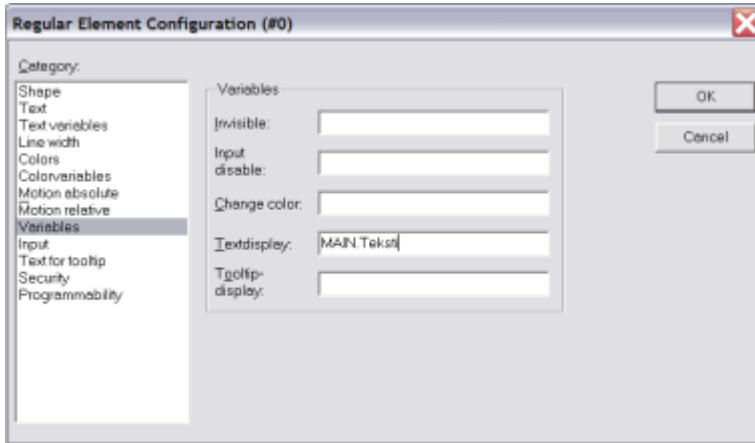


Haluttu muuttuja linkitetään *Variables*- valikon *Textdisplay*- kenttään. Muuttujan määrittelyssä voidaan käyttää apua *Input Assistant*- toimintoa, joka saadaan näkymään F2-painikkeella.

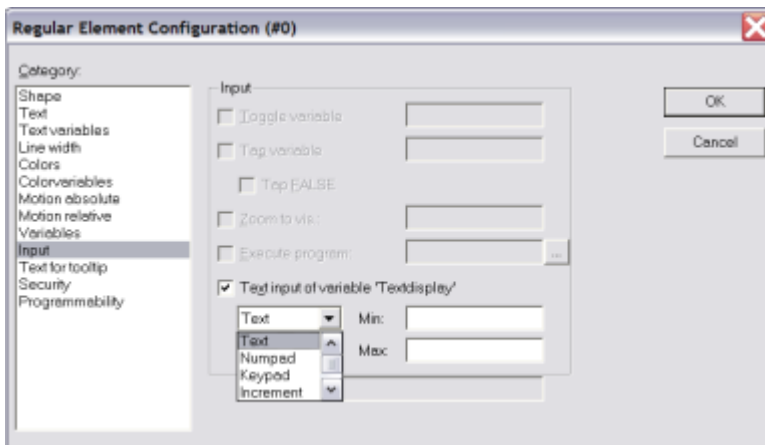


3.1.3 Muuttujaan kirjoittaminen

Tekstikenttä voidaan myös määrittää siten, että käyttäjä voi syöttää muuttujaan arvon. *Textdisplay*- kenttään määritetään käytettävä muuttuja.



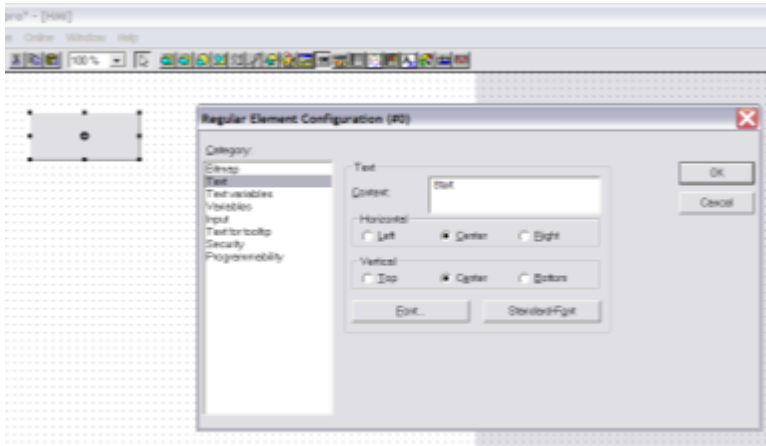
Text input of variable "Textdisplay"- valinta pitää olla valittuna, jotta tekstikenttään kirjoitettu teksti siirtyy haluttuun muuttujaan. Alasvetovalikosta voi valita valmiita näppäimistöjä, jotka tulevan näkyviin kun tekstikenttää klikataan. Syötettävälle arvolle voidaan myös antaa minimi ja maksimiarvot.



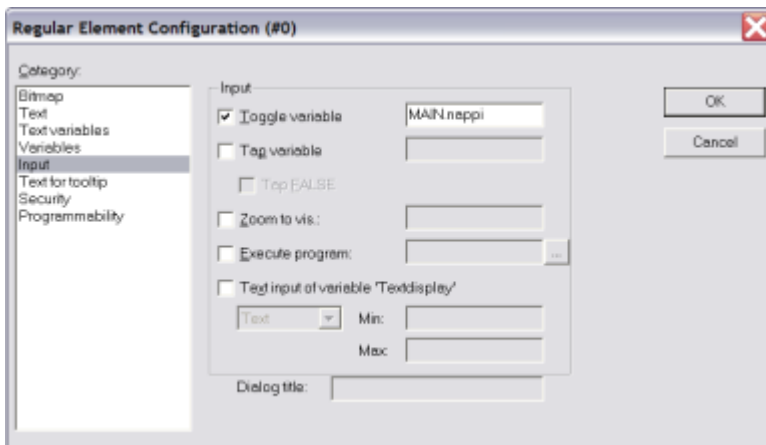
3.2 PAINONAPPI

Painonapilla voidaan ohjata boolean- tyyppistä muuttujaa.

Painonapin asetuksista *Text*- kenttään määritetään napissa näkyvä teksti.

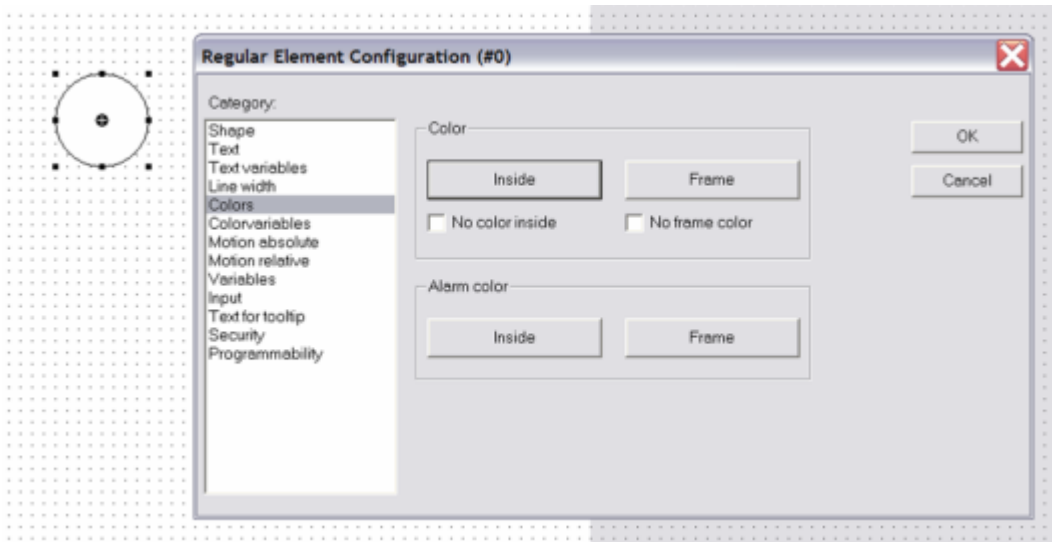


Haluttu muuttuja määritellään *Input*-kentän asetuksissa. *Toggle variable*-valintaa käytettäessä, painonappi on pohjassa niin kauan kuin käyttäjä sitä painaa. *Tap variable*- valinta jättää painonapin pohjaan ja vasta seuraava painallus vapauttaa painikkeen.

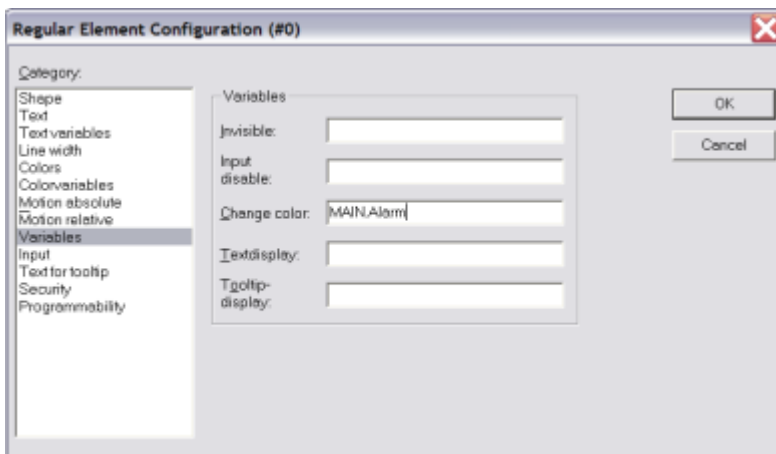


3.3 ELEMENTIN VÄRIN MUUTTAMINEN

Elementin väriä voidaan muuttaa PLC- muuttujan kautta. *Colors-* valikosta valitaan elementin pohjaväri ja *Alarm color-* valikosta valitaan ns. hälytysväri. Elementin väri muuttuu hälytysväriksi, kun värin vaihto aktivoituu.

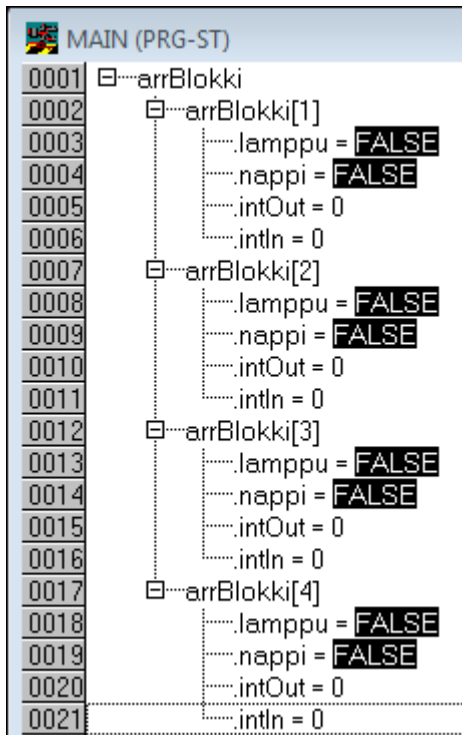


Muuttuja, jolla väri muutetaan, esitellään *Change color-* kohdassa.

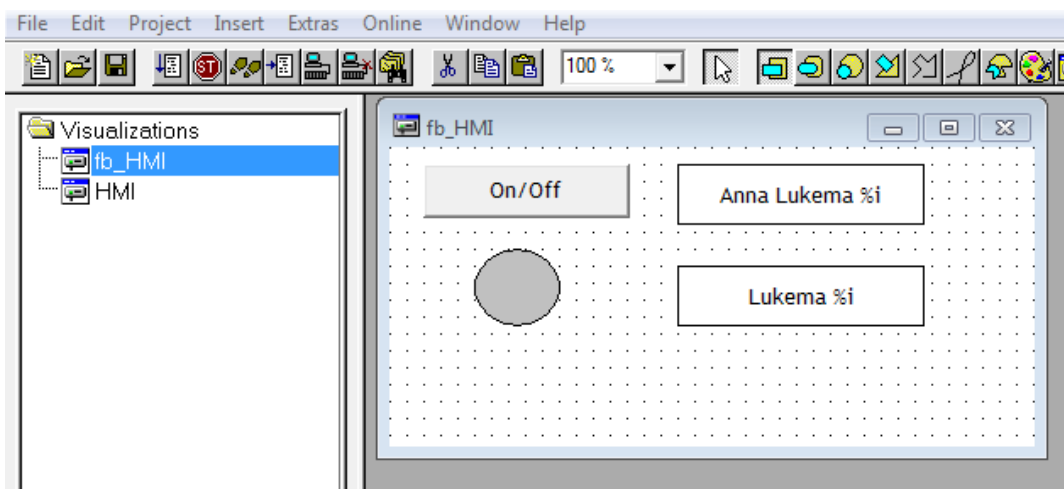


3.4 PLACE HOLDER

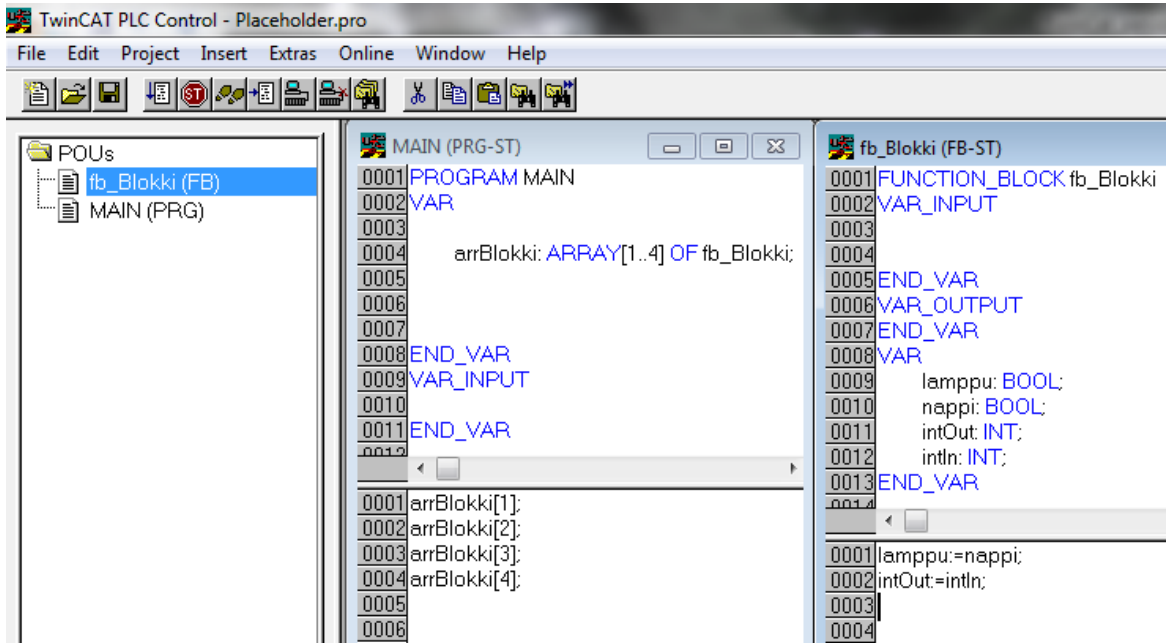
Katso ensin kohdat 3.1 Tekstikent ja 3.2 Painonappi ja 3.3 Elementin värin muuttaminen. Kun visualisointiin tehdään paljon samanlaisia sivuja, voidaan tehdä vain yksi sivu, jota kopioidaan ja muuttujatieto päivitetään place holder toiminnolla. Tämän avulla voidaan lukea eri muuttujien tietoja. Muuttuvat tiedot voidaan esitellä esimerkiksi taulukossa.



Esimerkissä on kaksi boolean muuttujaa (lamppu, nappi), sekä kaksi integer-tyyppistä muuttujaa (IntOut, IntIn). Tehdään yksi visualisointi (fb_HMI), jossa on kuvassa olevat elementit. Näihin voidaan linkittää eri muuttujat place holderin avulla.

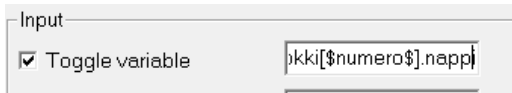


Kuvassa näkyy taulukon esittely ja miten tiedot sijoitetaan muuttujalta toiselle. (lamppu:=nappi, InOut:=IntIn). Huomaa että taulukko on esitelty function blockin (fb_Blokki) avulla jolloin taulukon neljä alkia sisältävät kyseisen function blockin tiedot.

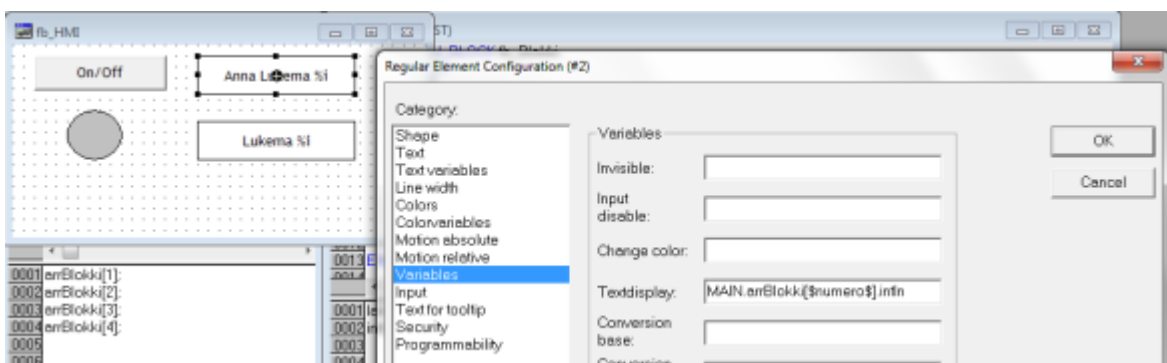




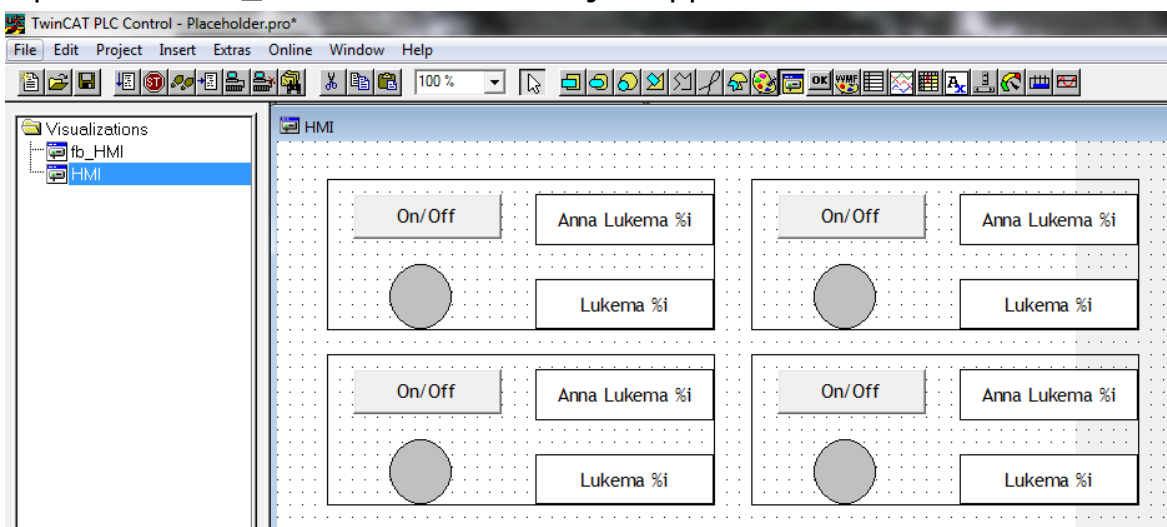
Linkitys viittaa ArrBlokki taulukon ensimmäiseen taulukkoon ja siellä muuttujaan nappi. Muuttamalla [1] muotoon [\$PlaceholderName\$] saadaan käyttöön place holder toiminto. Tässä esimerkissä käytetään *numero* nimeä, MAIN.arrBlokki[\$numero\$].nappi



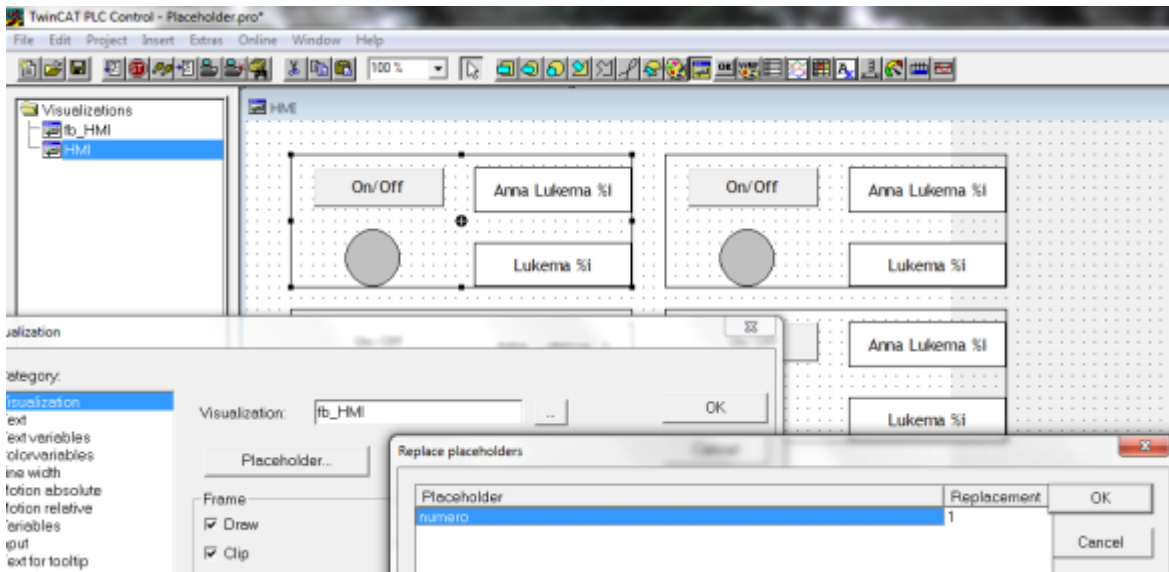
Linkitykset tehdään kaikille elementeille samalla tavalla. Led linkitetään lamppuun, Anna lukema IntIn ja Lukema IntOut



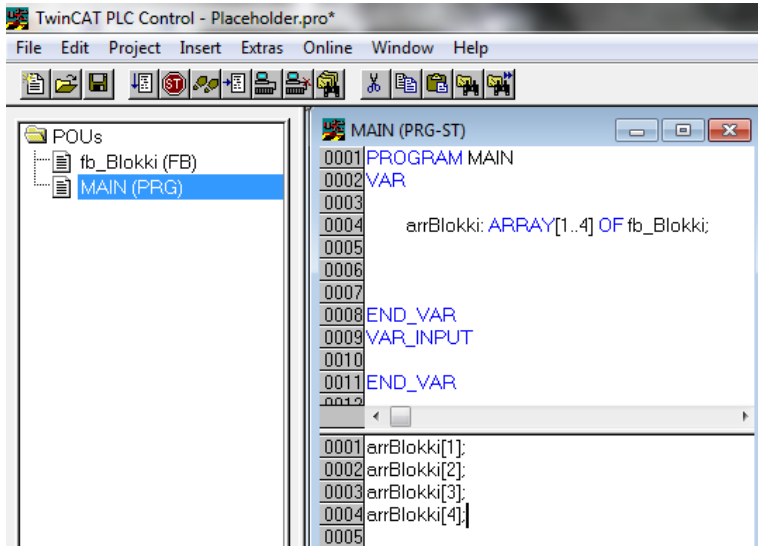
Linkitysten jälkeen voidaan kopioida visualisointia. Lisää uusi objekti visualisointiin ja käytä painonappia *Visualization*. Piirrä haluamasi kokoinen alue visualisointiin ja valitse visualisointi jossa on piirretty elementit, tässä tapauksessa fb_blokki. Tee näitä neljä kappaletta.



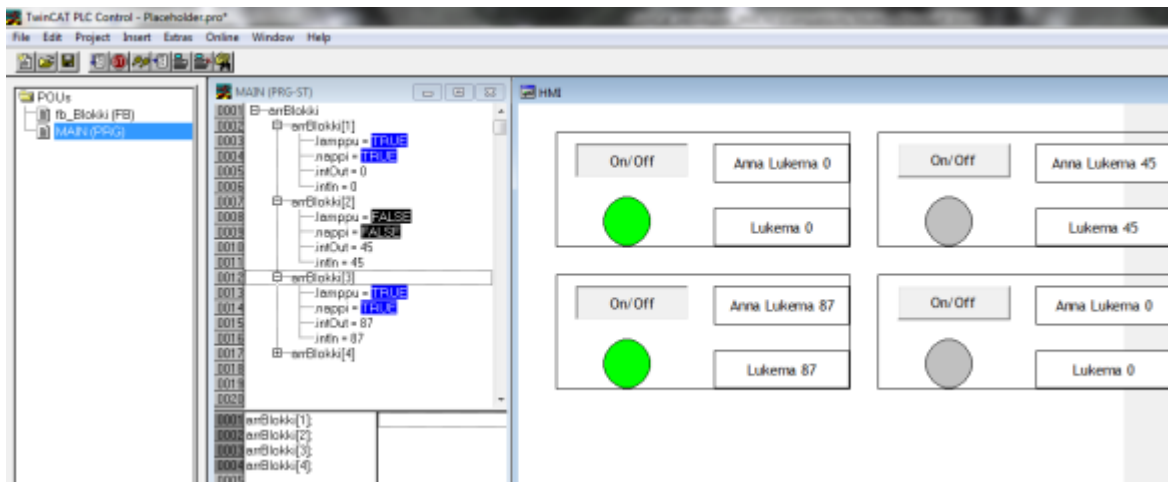
Seuraavaksi kaksoisnapauta elementin päällä ja valitse *place holder*. Listasta nähdään numero place holder. Ensimmäiseen elementtiin lisätään 1 kohtaan *replacement* ja painetaan OK. Seuraavalle elementille tehdään sama, mutta valitaan numero kaksi. Toimenpide suoritetaan kaikille neljälle.



Näiden arvojen avulla viitataan taulukon arrBlokki neljään eri taulukkoon, eli kohtaan [\$numero\$] sijoitetaan esimerkiksi 1, jolloin viitataan MAIN.arrBlokki[1] taulukkoon. Tämän jälkeen taulukot pitää esitellä vielä pääohjelmassa, jonka jälkeen voidaan suorittaa debuggaus.



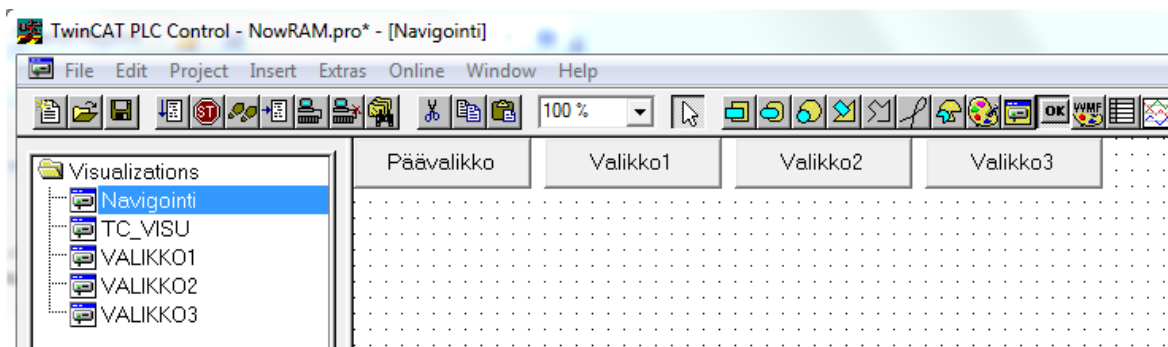
Käännä ohjelma (*project, rebuild all*) ja valitse *online* ja *login* sekä *run*. Aseta jostakin visualisoinnista nappi päälle ja anna jokin lukea kohtaan Anna Lukema. Tämän jälkeen avaa MAIN ohjelmasta taulukon soluja, jolloin nähdään mitä tapahtuu.



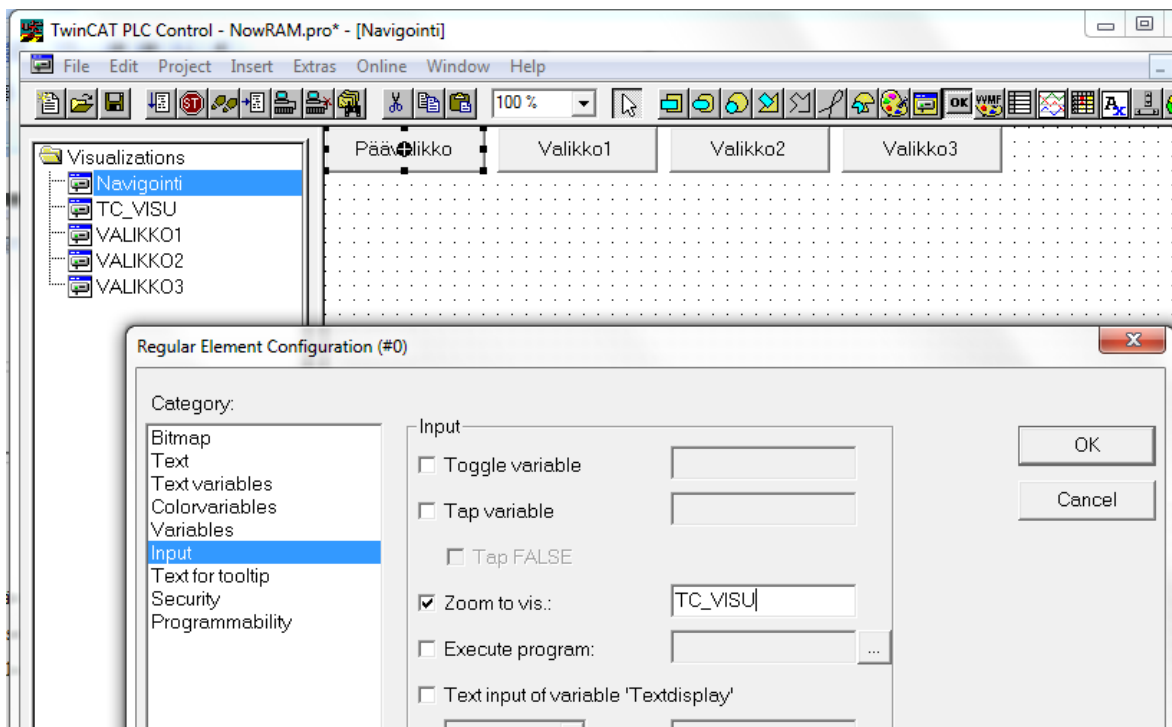
3.5 VALIKON RAKENNE

Jos visualisointiin tulee monta eri välilehteä, on helppo tehdä navigointi nappulat yhteen visualisointiin ja kopioida tämä jokaiselle sivulle. Tällä tavalla saadaan valikko yhdenmukaiseksi ja muokkaamalla yhtä visualisointia, saadaan päivitettyä navigointi nappulat kaikille sivuille.

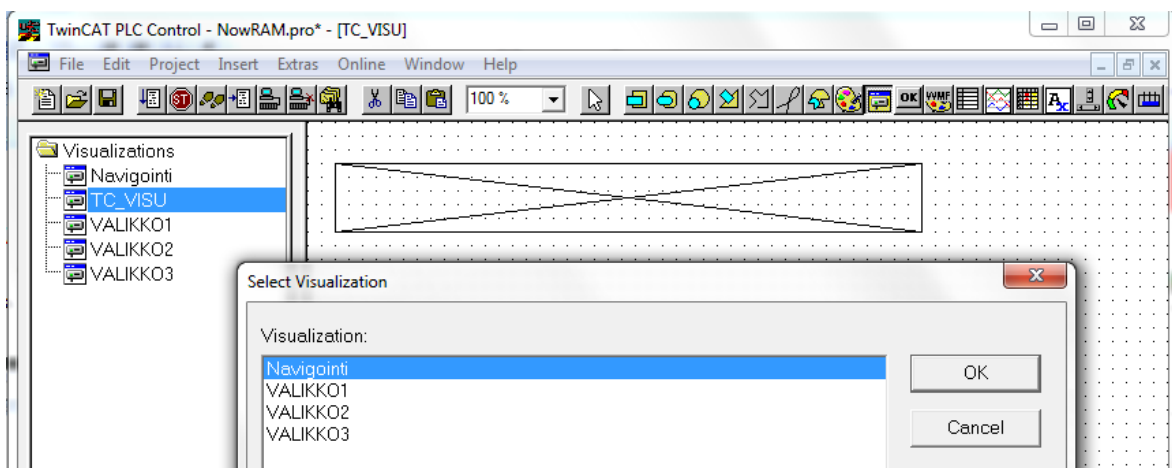
Luo neljä välilehteä visualisointiin, esimerkiksi TC_VISU, VALIKKO1, VALIKKO2, VALIKKO3. Luo vielä viides, esimerkiksi Navigointi. Lisää visualisointiin neljä painonappia ja nimeä ne.



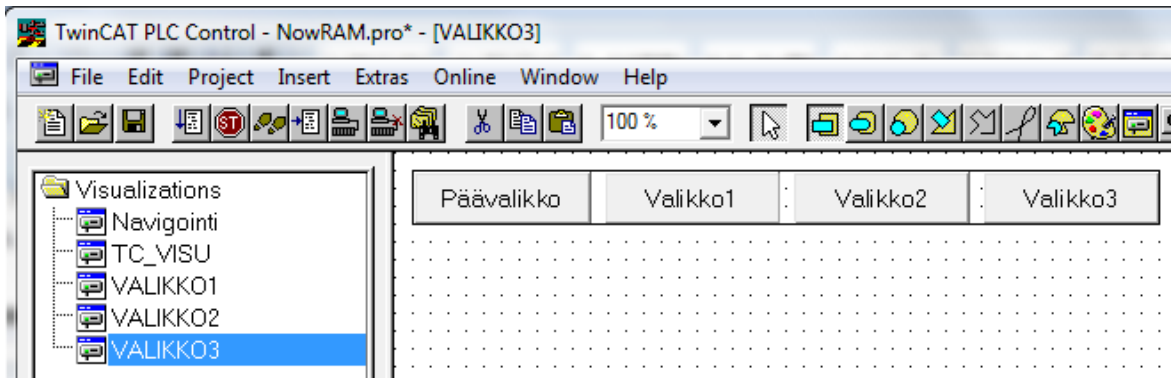
Linkitä jokainen painonappi omaan valikkoon. Kaksoispaina nappia ja valitse kohta *Inputs* ja *Zoom to visit*. Linkitä kohtaan TC_VISU, voit käyttää apuna nappia F2.



Tee näin jokaiselle napille. Valikko1 linkitetään VALIKKO1:n ja niin edelleen. Tämän jälkeen avataan TC_VISU. Valitse työkalurivistä *Visualization* ja piirrä haluamasi kokoinen alue. Valitse valikosta tuotavaksi Navigointi visualisointi.

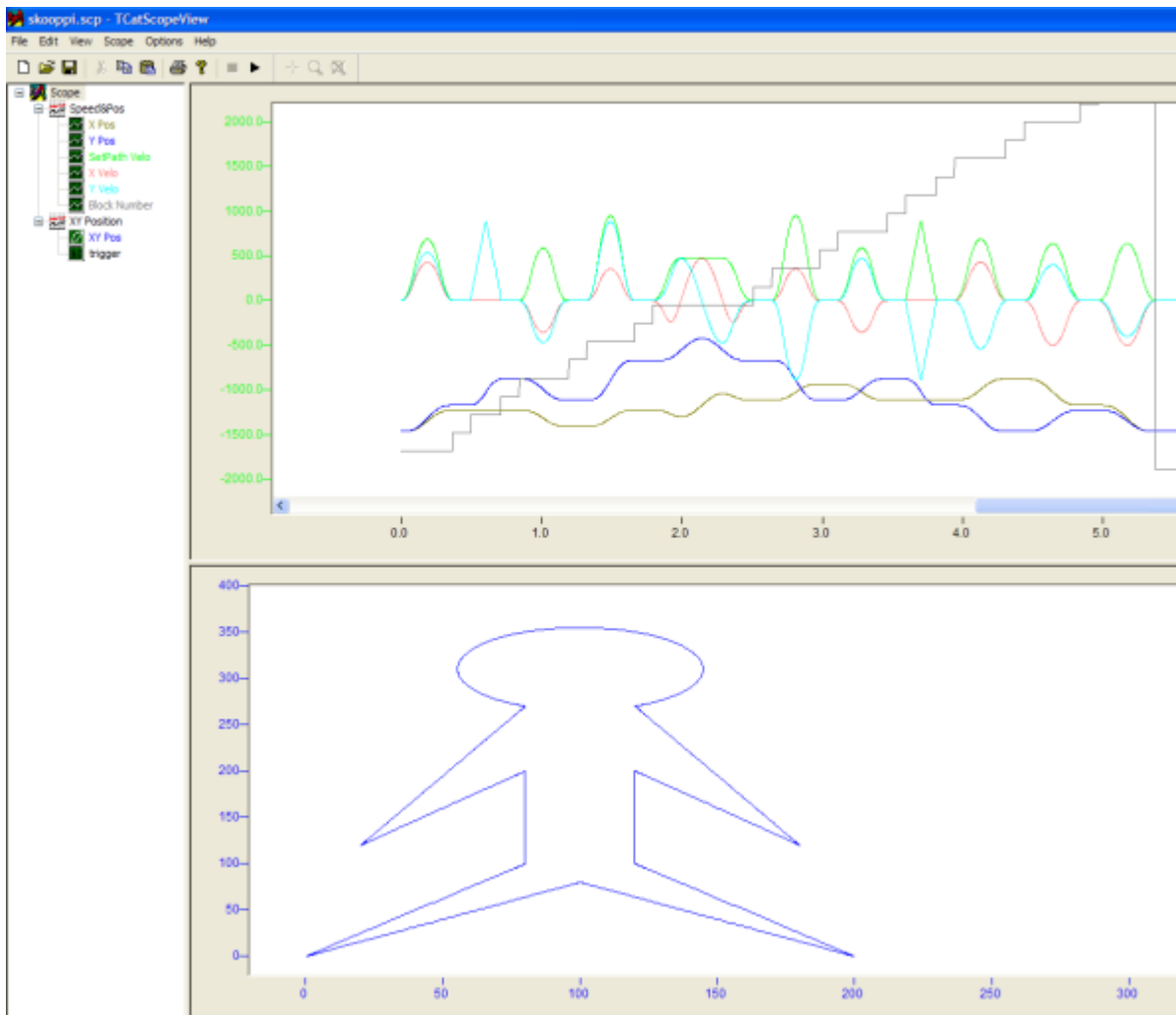


Tämän jälkeen Navigointi visualisoinnin voi kopioida painamalla *Ctrl+C*. Liitä Navigointi visualisointi jokaiseen visualisoinnin välilehteen samaan kohtaan (*Ctrl + C*).



Tämän jälkeen voidaan visualisoinnissa liikkua kätevästi eri valikoiden välillä. Näkymää voi muokata kaksoispainamalla objektin päällä ja ottamalla esimerkiksi reuna viivat pois. Visualisointia voi kokeilla run tilassa.

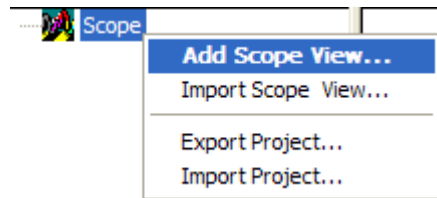
4 TWINCAT SCOPE VIEW



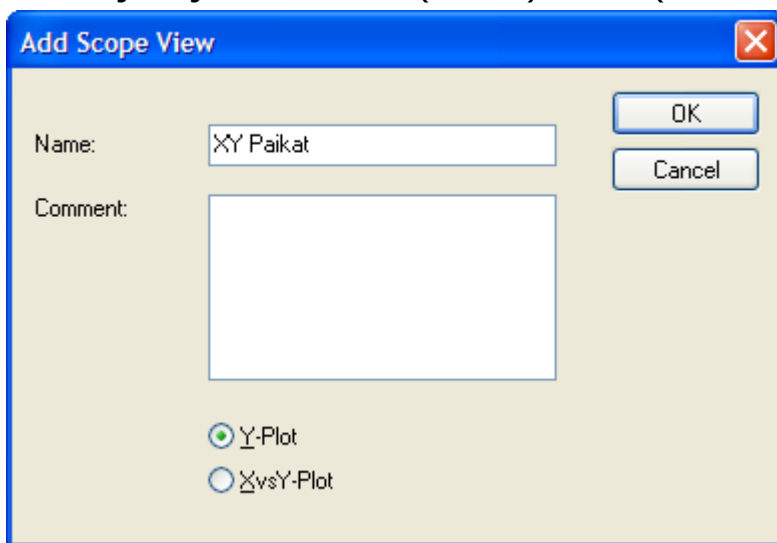
TwinCAT ScopeView on erittäin tehokas ja monipuolinen skooppi. Muuttujien arvoja voi monitoroida ajan funktiona tai XY tasossa. Yllä olevassa esimerkissä on ylemmässä ikkunassa X- ja Y-akseleiden paikat, nopeudet, kanavan nopeus ja suoritettavan rivin numero ajan suhteen. Jokaiselle muuttujalle voi valita oman värinsä ja viivanpiirtotavan. Alemmassa ikkunassa on X- ja Y- akselien paikka XY tasossa. Vasta tämä tapa näyttää minkälaista liikettä akselit todellisuudessa ajavat.

4.1 SKOOPIN LUOMINEN

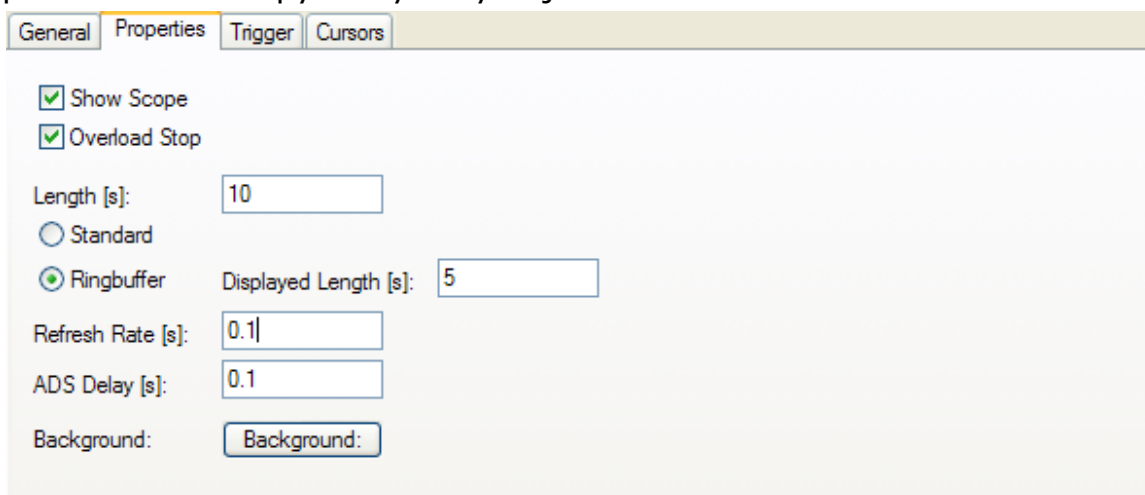
Uusi skooppi luodaan klikkaamalla hiiren kakkosnappia Scope:n päällä ja valitsemalla "Add Scope View..."



Avautuvassa ikkunassa skoopille annetaan nimi ja valitaan se, näytetäänkö muuttujat ajan funktiona (Y-Plot) vai XY(XvsY-Plot) tasossa.

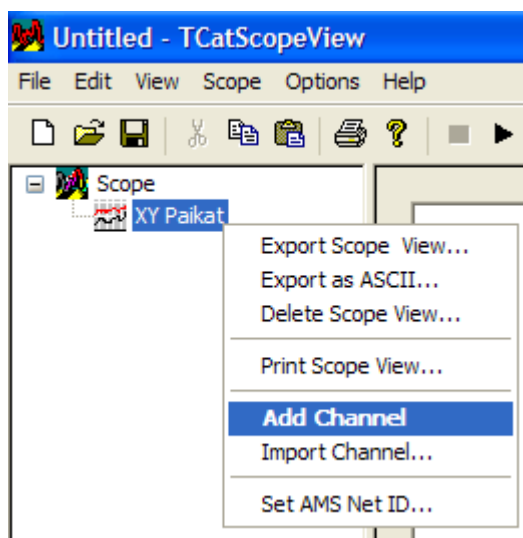


Skoopille voi muuttaa muutamia perusasetuksia "General" välilehdellä. Esimerkiksi "Ringbuffer" on kätevä jos haluaa, että skooppi on jatkuvassa piirtotilassa eikä pysähdy tietyn ajan kuluttua.

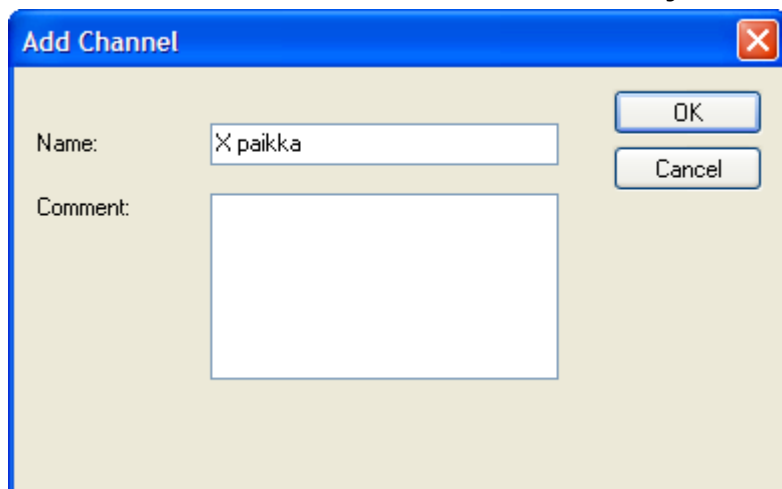


4.2 MUUTTUJIEN LISÄÄMINEN SKOOPPIIN

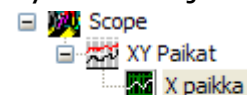
Monitoroitavia muuttujia skooppiin lisätään klikkaamalla haluttua skooppia hiiren kakkosnapilla ja valitsemalla "Add Channel"



Avautuvassa ikkunassa annetaan muuttujalle nimi



Nyt muuttuja on lisätty skooppiin



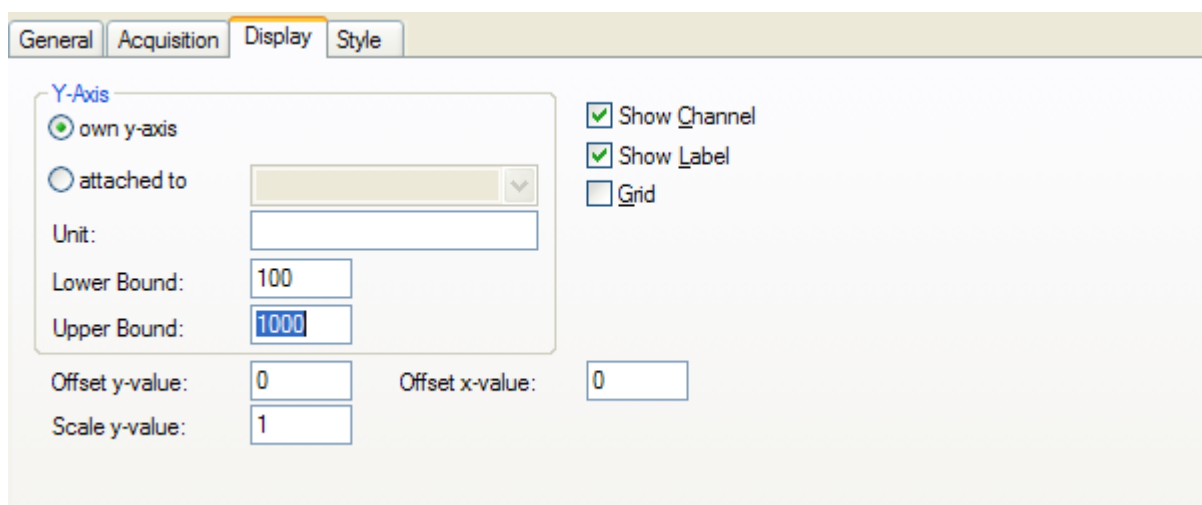
Seuraavaksi pitää määrittää minkä muuttujan arvoa tässä halutaan monitoroida. Muuttujan määrittely tapahtuu Acquisition välilehdellä klikkaamalla "Change..." nappia.

The screenshot shows the 'Acquisition' tab of a configuration window. It has four sub-tabs: 'General', 'Acquisition' (selected), 'Display', and 'Style'. Under the 'Acquisition' tab, there are two main sections. The left section, titled 'Address', contains four input fields: 'AMS Net ID' with the value '192.168.1.55.1 (local)', 'Server Port' with '0', 'Group' with '0x0', and 'Offset' with '0x0'. Below these is a 'Symbol' field and a 'Change...' button. The right section, titled 'Cycle Time', has two radio buttons: 'Task Cycle Time' (selected) and 'User defined [ms]:' with a text box containing the value '2'. At the bottom right, there is a 'Type' label followed by an empty input field.

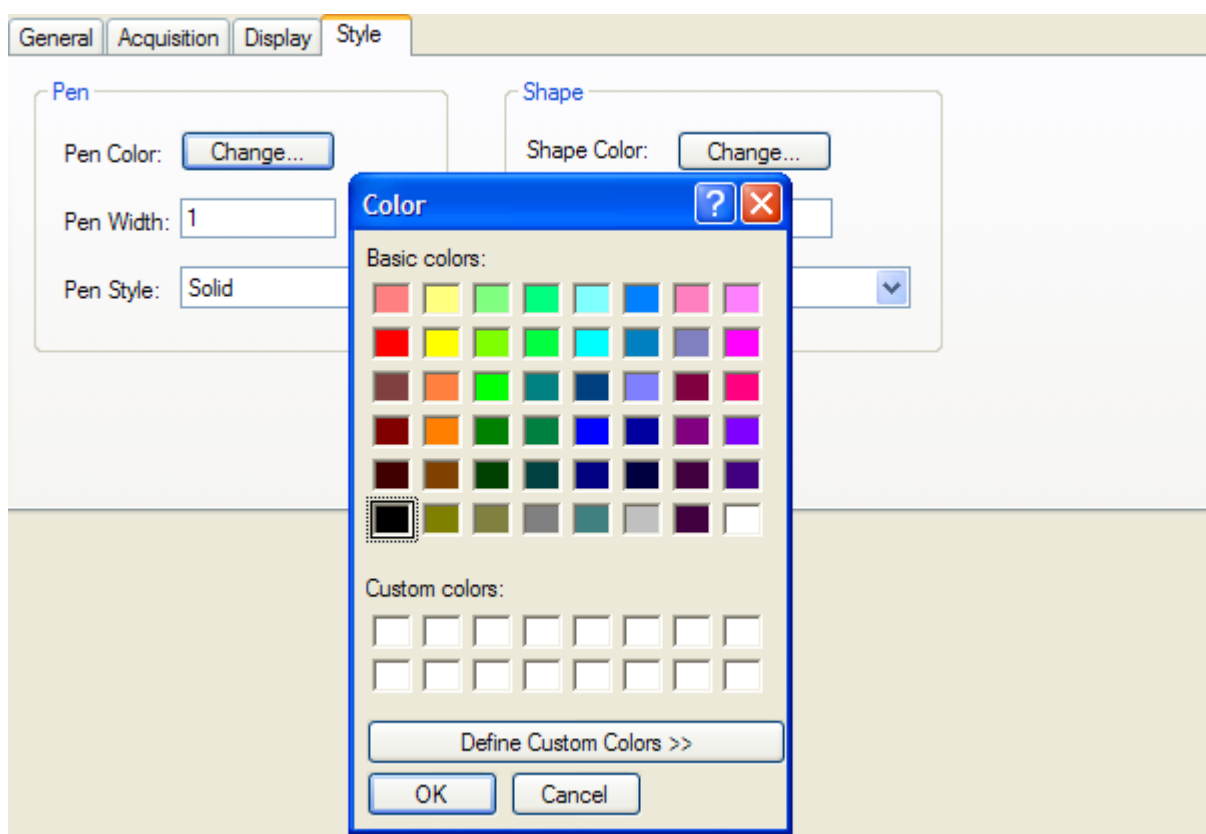
Helpointa on käyttää Reference valintaa "Symbols" ja hakea haluttu PLC muuttuja listasta. Tällöin osoite ja muuttujan tyyppi tulevat oikein!

The screenshot shows the 'Edit Acquisition' dialog box. It has a 'Reference' section on the left with three radio buttons: 'Symbols' (selected), 'Index Group/Offset', and 'Direct per Symbol'. Below this is a 'Type' dropdown menu set to 'REAL64'. The 'Address' section has four input fields: 'AMS Net ID' with 'local', 'Server Port' with a dropdown showing '801 PLC 1.Runtime', 'Group' with '0xf020', and 'Offset' with '0x2c'. Below these is a 'Symbol' field containing '.IN_STXNCTOPLC.FPOSIST'. The main area on the right is a list of variables with their data types. The list includes: '.IN_STXNCTOPLC' (DWORD), 'NSTATEDWORD' (DWORD), 'NERRORCODE' (DWORD), 'NAXISSTATE' (DWORD), 'NAXISMODECON' (DWORD), 'NCALIBRATIONSTATE' (DWORD), 'NCOUPLESTATE' (DWORD), 'NSVBENTRIES' (DWORD), 'NSAFENTRIES' (DWORD), 'NAXISID' (DWORD), 'NOPMODEWORD' (DWORD), 'NCTRLLOOPINDEX' (DWORD), 'FPOSIST' (LREAL), 'FMODULEPOSIST' (LREAL), 'NMODULETURNS' (DINT), 'FVELOIST' (LREAL), 'FPOSDIFF' (LREAL), and 'FPOSSOLL' (LREAL). The 'FPOSIST' variable is highlighted. At the bottom are three buttons: 'Reload Symbols', 'OK', and 'Cancel'.

Display välilehdellä muuttujan Y akselin skaalausta voi muuttaa



Ja Style lehdellä voi valita viivan värin ja piirtotavan



5 YLEISTÄ

IP osoite

Tietokoneet ja laitteet tarvitsevat IP osoitetta voidakseen lähettää ja vastaanottaa tietoa verkossa. IP -osoite voidaan antaa joko manuaalisesti tai automaattisesti (DHCP). Osoite on 32 bittinen luku, joka tarkoittaa 4,3 miljardia osoiteyhdistelmää. Osoite kirjoitetaan neljän kahdeksanbittisen luvun jonona, esimerkiksi 145.98.38.155. Numerokentät tarkentavat osoitetta alueittain ja viimeinen luku osoittaa yksittäistä konetta. Numerot voivat olla väliltä 0-255. Samassa paikallisessa verkossa ei voi olla kahta samaa IP osoitetta.

IP- osoitteet jaetaan viiteen eri osoiteluokkaan. A, B, C, D ja E. D- luokka on varattu ryhmälähetykselle ja E- luokka tutkimukselle. Luokka määrittää IP- osoitteen ensimmäisessä luvussa.

IP-verkon luokat	Oletus aliverkon peite	Ensimmäinen luku	Verkon osoite	Laitteiden lukumäärä tietoverkossa
A	255.0.0.0	1-126	1.0.0.0–126.255.255.255	16,777,216
B	255.255.0.0	128 -191	128.0.0.0 – 191.255.255.255	65,536
C	255.255.255.0	192–223	192.0.0.0 – 223.255.255.255	256

Tietokoneet ovat samalla alueella jos IP- osoitteen toinen luku on sama, esimerkiksi 172.**16**.21.10 ja 172.**16**.30.15. Tärkeämpi asia on kuitenkin aliverkonpeite (subnet mask). Jos annetaan IP- osoite ja sille oletus aliverkonpeite, voi kaikki tietokoneet kommunikoida keskenään, jotka ovat samassa verkossa. Antamalla tarkemman aliverkonpeitteen voidaan rajata kuinka suureen verkkoympäristöön IP- osoite kuuluu.

Esimerkiksi jos yritykselle annetaan osoite 192.168.1.0 ja käytetään oletus aliverkonpeitettä 255.255.255.0 voi kaikki tietokoneet jakaa tietoa keskenään. Antamalla aliverkko peite 255.255.255.128 voidaan IP alue jakaa kahteen osaan 192.168.1.1 – 192.168.1.127 ja 192.168.1.129 – 192.168.1.255. Mikäli IP- paketti lähetään aliverkon ulkopuolelle, se lähetetään käyttämällä yhdyskäytävän osoitetta (default gateway). Aliverkko peite tulee tärkeäksi kun luodaan isompia kokonaisuuksia yrityksen sisälle. IP- osoitteiden ja aliverkko peitteiden laskemisesta on paljon materiaalia Internetissä sekä erilaisia julkaisuja.

Jos halutaan saada kaksi tietokonetta kommunikoimaan keskenään, voidaan perussääntönä käyttää seuraavaa: Annetaan kummallekin IP- osoite joista kolme ensimmäistä lukua ovat samat ja viimeinen luku eri sekä oletus aliverkonpeitteet. Esimerkiksi 172.16.21.10 ja 172.16.21.20. Ennen IP-osoitteiden antamista kannattaa asia tarkistaa IT asioista vastaavalta henkilöltä, minkälaisia IP- alueita yrityksessä käytetään. Mikäli verkossa antaa väärän IP- alueen, voi muodostua erilaisia kommunikointi ongelmia.

Osa IP-alueista on varattu yksityiskäyttöön (intranet). Standardin mukaan niitä ei saa reitittää julkisessa Internetissä.

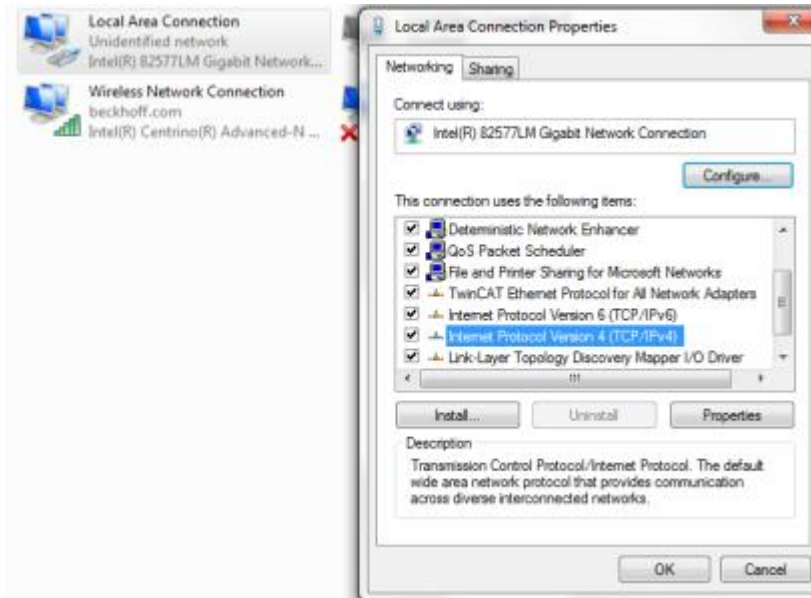
Luokka	Yksityisosoite alkaa	Yksityisosoite loppuu
A	10.0.0.0	10.255.255.255
B	172.16.0.0	172.31.255.255
C	192.168.0.0	192.168.255.255

Muita varattuja osoitteita ovat

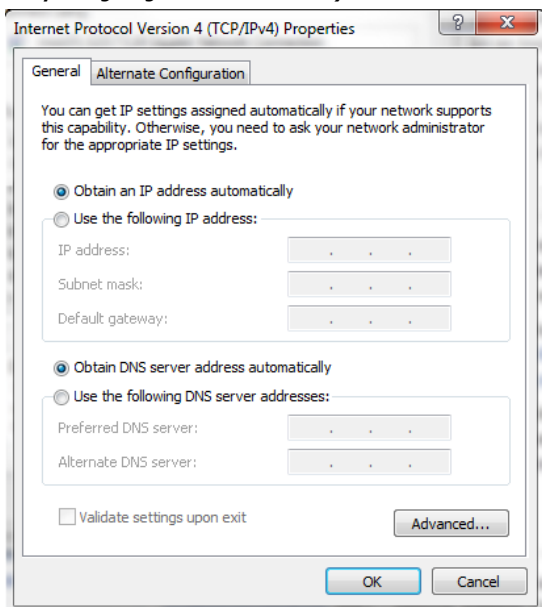
IP-osoite	Feature 1
127.0.0.1	Viittaa aina tietokoneeseen itseensä. Kaikki 127-alkuiset osoitteet ovat käytettävissä tähän tarkoitukseen
0.0.0.0-0.255.255.255	Osoitteilla ei ole käyttöä IP osoitteissa

5.1 IP-OSOITTEIDEN ASETUKSET OMALLA KONEELLA

IP- osoitteen asetuksia pääsee muuttamaan ohjauspaneelin kautta valitsemalla Internet yhteydet. Paina hiiren oikealla näppäimellä halutun Internet yhteyden päällä ja valitse *properties*.



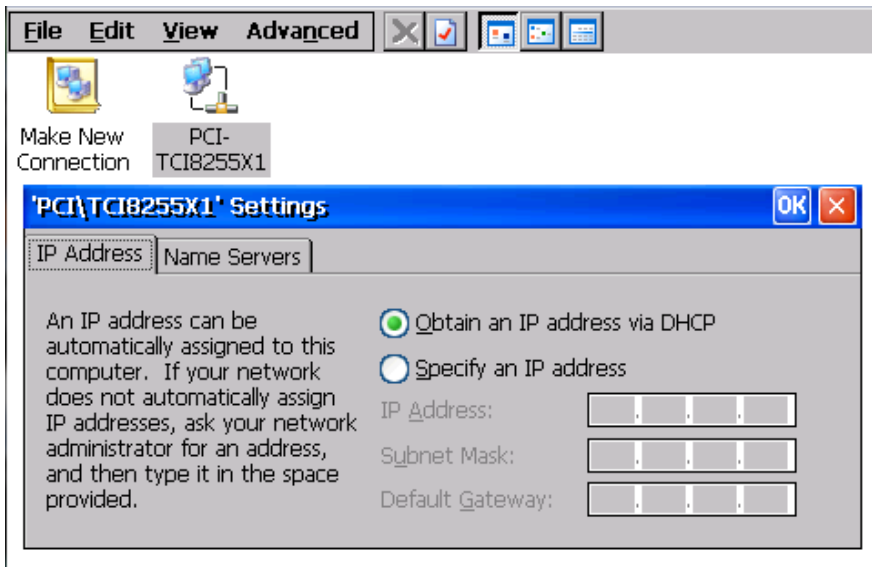
Valitse valikosta TCP/IP kohta ja *properties* (näkymä voi olla erilainen riippuen käyttöjärjestelmästä)



Valikosta voit valita automaattisen tai manuaali asetuksen IP- osoitteelle. Aina annettaessa IP osoite, on myös annettava aliverkon peite (subnet mask). Oletuksena kone antaa alueelle tyypillisen aliverkonpeitteen. (ks. taulukko)

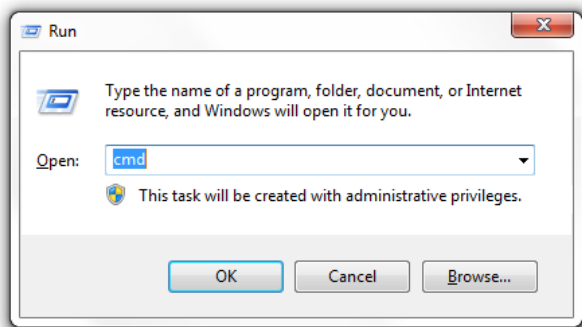
5.2 IP ASETUKSET CE LAITTEESSA

Windows CE laitteen asetuksia pääsee muokkaamaan menemällä *Start, control panel* ja *Network and Dial-up Connections*. Valitse hiiren oikealla näppäimellä haluamasi yhteys ja valitse *properties*. Tee haluamasi muutokset ja paina *OK* ikkunan oikeasta yläkulmasta.

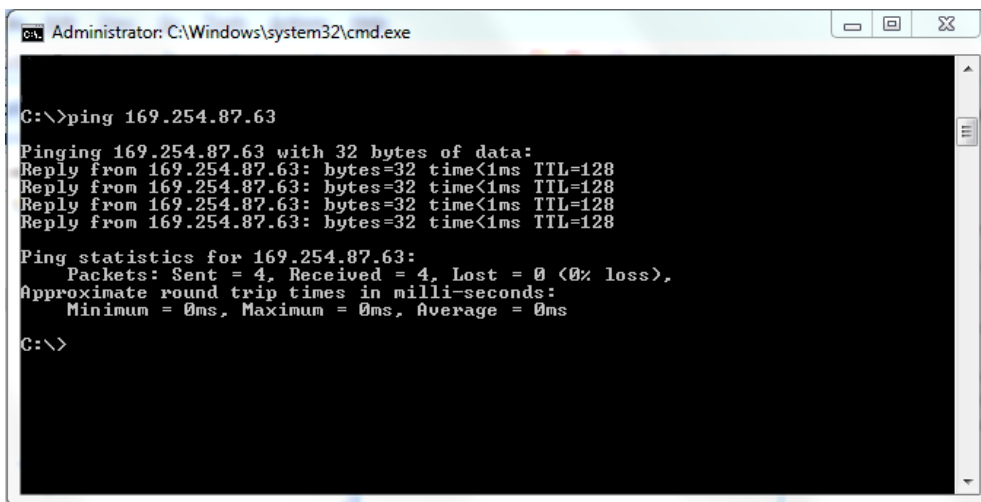


5.3 YHTEYDEN TESTAAMINEN KAHDEN KONEEN VÄLILLÄ

Yksinkertainen toimenpide yhteyden testaamiseen kahden koneen välillä verkossa on Ping komento. Komento suoritetaan command prompt ikkunassa. Ohjelma voidaan käynnistää valitsemalla *start, run* ja kirjoittamalla *cmd* sekä painamalla *ok*.



Komentoikkunaan kirjoitetaan ping xxx.xxx.xxx.xxx, joka on kohde koneen IP osoite. Tietokone lähettää oletuksena neljä kappaletta 32 tavuista sanomaa, joihin kohdekone vastaa.



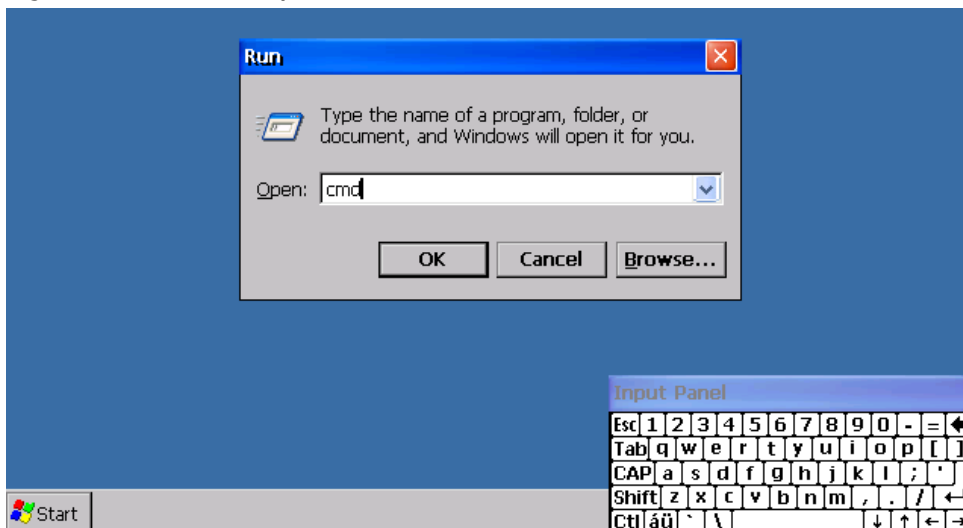
```
C:\>ping 169.254.87.63

Pinging 169.254.87.63 with 32 bytes of data:
Reply from 169.254.87.63: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 169.254.87.63: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 169.254.87.63: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 169.254.87.63: bytes=32 time<1ms TTL=128

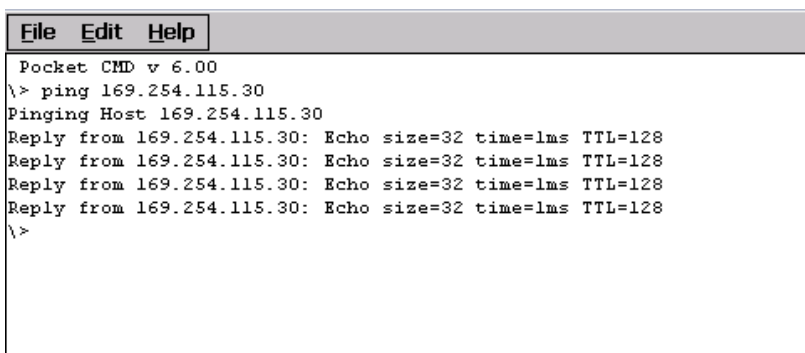
Ping statistics for 169.254.87.63:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
```

Sama toiminto voidaan tehdä myös CE laitteen puolelta. Valitse *Start*, *run* ja kirjoita *cmd* sekä painamalla *ok*.



Komento ikkunassa toista sama käsky kuin tietokoneella, mutta nyt IP- osoite on luonnollisesti oma kone.



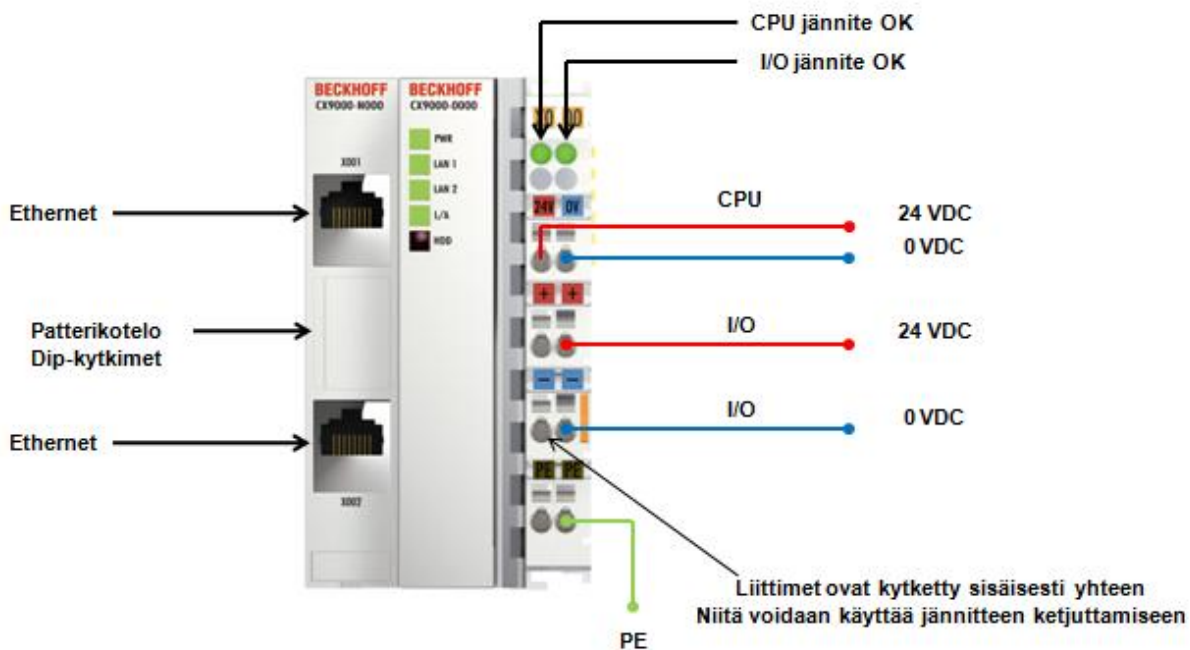
```
Pocket CMD v 6.00
\> ping 169.254.115.30
Pinging Host 169.254.115.30
Reply from 169.254.115.30: Echo size=32 time=1ms TTL=128
Reply from 169.254.115.30: Echo size=32 time=1ms TTL=128
Reply from 169.254.115.30: Echo size=32 time=1ms TTL=128
Reply from 169.254.115.30: Echo size=32 time=1ms TTL=128
\>
```

Laitteen IP tiedot saavat helposti näkyviin komentoikkunassa kirjoittamalla *ipconfig*. Yksityiskohtaisemmat tiedot saavat kirjoittamalla *ipconfig/all*.

6 DIAGNOSTIIKKA

6.1 CX90XX 24 VDC JÄNNITESYÖTTÖ

Beckhoff tuotteissa jännitesyöttö tuodaan erikseen laitteelle ja IO:lle. Tällä voidaan estää totaalista virtakatkosta. Esimerkiksi IO- korteilta häviää virransyöttö syystä tai toisesta, pysyy CX laite kuitenkin päällä. Virran syötöt voidaan myös yhdistää johdolla, jolloin molemmille on sama virransyöttö.



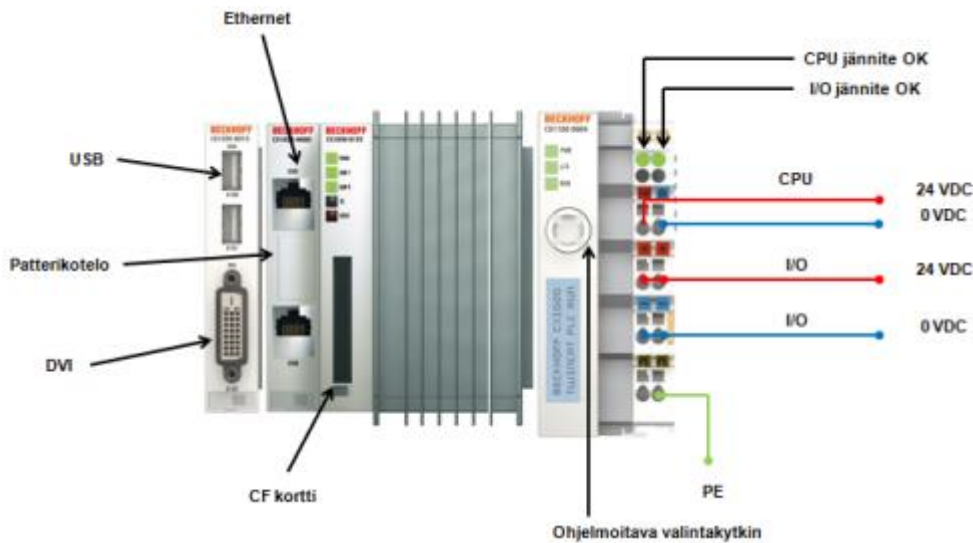
6.2 CX90XX LEDIT

CX90xx löytyvät ledit antavat tietoa laitteen TwinCAT:in kehitysympäristön tilasta, Ethernet yhteyksistä, E-väylän liikenteestä ja flash- muistin käytöstä

Display	LED	Meaning
	PWR	red TwinCAT is in STOP mode
		green TwinCAT is in RUN mode
		blue TwinCAT is in CONFIG mode
		off System is offline
	LAN 1	LAN Link, (green) LINK/ACTIVITY for first switched LAN PORT (CX9000_N000)
	LAN 2	LAN Link, (green) LINK/ACTIVITY for second switched LAN PORT (CX9000_N000)
	L / A	(Link Activity) flashes in traffic on E-bus.
	HDD	Read/Write Compact Flash (red) Indicates access to the CF card.

6.3 CX10X0 24 VDC JÄNNITESYÖTTÖ

CX10x0 laitteeseen lisätään erikseen jännitesyöttö ja IO- rajapinta, joka voi olla K- tai E-väylälle. Mallit ovat CX1100-000x. Muuten kytkennät ovat sama kuin CX90xx.



6.4 CX10X0 JA CX1100-000X LEDIT

CPU:n ledit

Anzeige	LED	Bedeutung
	PWR	Power supply The Power LED comes on when the device is connected to a live power supply unit.
	LA/LIA	LA/LIA (LINK ACTIVITY), lights green in network is connected. Flashes green by net work activity.
	100 MBit	Network link speed 100 MBit LED lights up green.
	TC	TwinCAT Status LED TwinCAT is in Run-Mode (green) TwinCAT is in Stop-Mode (red) TwinCAT is in Config-Mode (blue)
	HDO	Read/Write Compact Flash (red) Indicates access to the CF card.

Display	LED	Bedeutung
	PWR	power supply The LED lights up green when the power supply is correct, but red if there is a short circuit.
	LA	off: E-bus is not connected on: E-bus is connected / no data traffic on E-bus blink: E-bus is connected / data traffic on E-bus
	RUN	indicates the state of the EtherCAT bus: off: INIT blink: PRE-OPERATIONAL (frequency: 200 ms on / 200 ms off) single flash: SAFE-OPERATIONAL (frequency: 200 ms on / 1000 ms off) on: OPERATIONAL Blinking: BOOTSTRAP (frequency: 50 ms on / 50 ms off) double flash: reserved for future use (frequency: 200 ms on / 200 ms off / 200 ms on / 1000 ms off) triple flash: reserved for future use (frequency: 200 ms on / 200 ms off / 200 ms on / 200 ms off / 200 ms on / 1000 ms off) quadruple flash: reserved for future use (frequency: 200 ms on / 200 ms off / 200 ms on / 200 ms off / 200 ms on / 200 ms off / 200 ms on / 1000 ms off)

The functions for LA and RUN LED are available in hardware revision > 2.0. The LEDs have no function in older revisions.

Virtalähteen ledit

Tiedot löytyvät myös Beckhoffin sivuilta (www.beckhoff.fi) tuotteiden manuaaleista.

6.5 LAITTEEN IRROTTAMINEN KISKOSTA

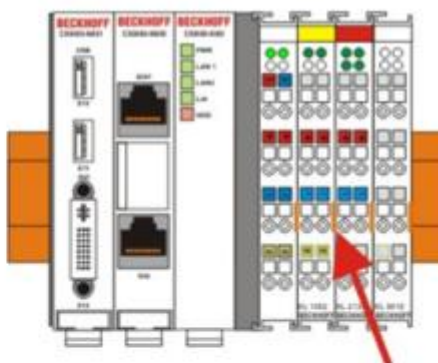
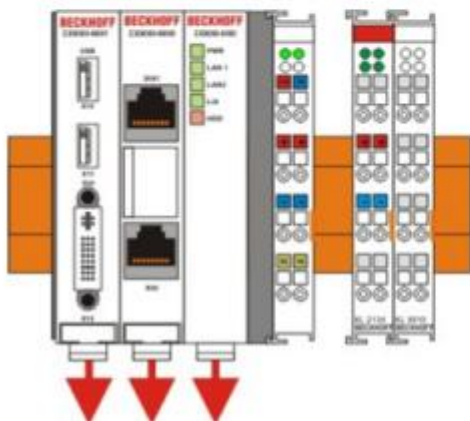
Laitteet kytketään DIN- kiskoon painamalla ne vasten kiskoa. Irrottamiseen pitää vapauttaa lukitukset. IO- kortit lähtevät yksitellen irti vetämällä oranssista vapautus kahvasta. CX:ä irrottaessa pitää poistaa ensimmäinen IO-kortti ja avata CX:n alareunasta löytyvät lukitukset. Tämän jälkeen CX-laitteen voi nostaa pois kiskosta. Lukitukset eivät liiku paljon vaan jo noin 0,5cm matka riittää avaamaan lukituksen.

BECKHOFF SUPPORT

p. 020 7423 807

support@beckhoff.fi

- Poista ensimmäinen I/O kortti



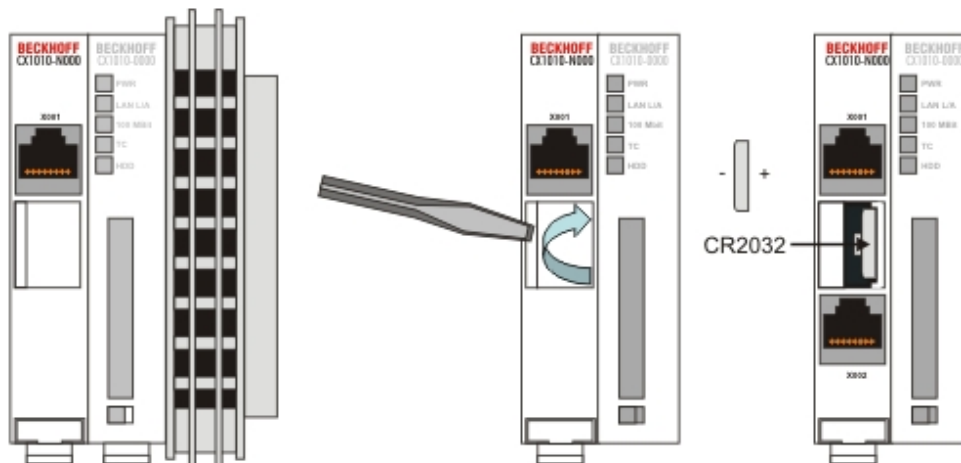
- Avaa CX:n alareunassa olevat lukitukset

6.6 PARISTON VAIHTAMINEN

CX laitteista löytyy paristo, joka huolehtii laitteen sisäisestä kellosta sekä muista käyttöjärjestelmän vaatimista asioista. Pariston vaihtamisessa ei saa käyttää metalliesineitä oikosulun vaaran takia. Helpoin tapa vaihtaa paristo on ottaa pala teippiä, minkä kiinnittää paristoon ja vetää pois.

Pariston tyyppi: CR2032

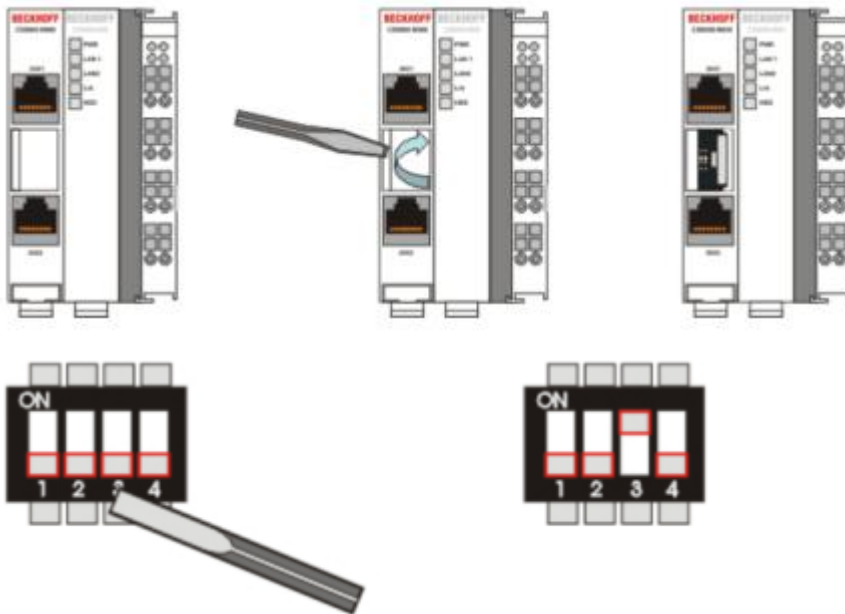
Suosittelua vaihtoväli: 5 vuotta



6.7 CX90XX DIP- KYTKIMET

Laiteesta löytyy DIP- kytkimet paristokotelon kannen alta pariston vierestä vasemmalta puolelta. Kytkimillä voidaan pakottaa laitteelle eri tiloja ja toimintoja käynnistykseen yhteydessä. **Kytkimien asento on aina muutettava jännitteettömänä.**

Dippikytkin	Feature 1
1	Palauttaa laitteen tehdasasetuksille <ul style="list-style-type: none"> Nollaa kosketusnäytön kalibroinnin Palauttaa IP- osoitteen DHCP:lle
2	Lähetää debuggaus login COM1 porttiin <ul style="list-style-type: none"> Toiminto vain huoltoa varten
3	Imagen päivitystila
4	Pakottaa TwinCAT:in Config tilaan <ul style="list-style-type: none"> PLC- koodi ei käynnisty laitteen käynnistyessä



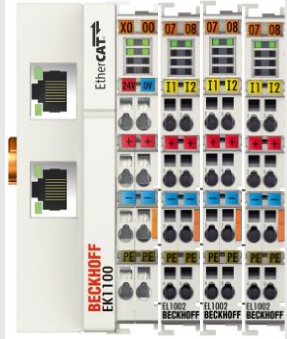
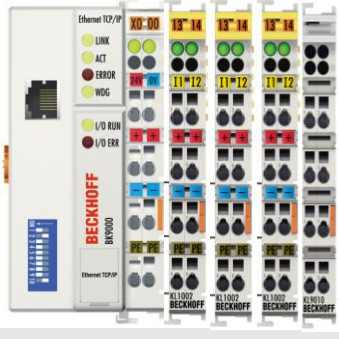
Debug log

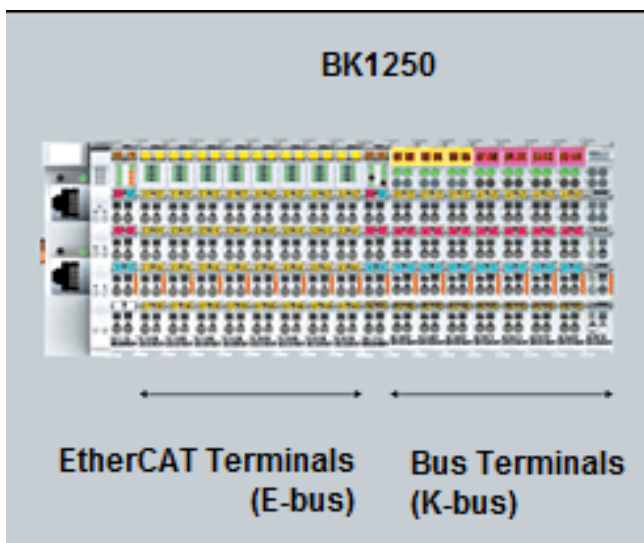
* Intel Corporation IXDP425 WinCE BSP *
* Copyright Intel 2003 *
* *

OEMInitDebugSerial using 1
Microsoft Windows CE Ethernet Bootloader Common Library Version 1.1
Built May 29
2007 10:46:32
Microsoft Windows CE Ethernet Bootloader for Beckhoff CX9000 platform
Version 2.4 (Built Jul 5 2007 : 13:37:02)
Boot Strap settings (capture on reset) 0x0080002E
Requestd IXP4xx Clock Speed : 533Mhz

6.8 K-BUS JA ETHERCAT

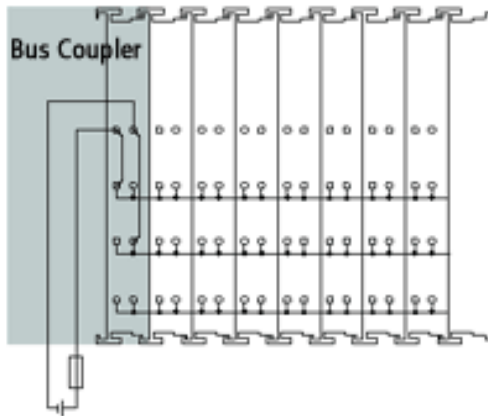
I/O järjestelmät jaetaan kahteen eri väylään, K- bus (KL) ja EtherCAT (EL). EL-väylä käyttää EtherCAT liikennettä, joka mahdollistaa mm eXtreme Fast Control Technology (XFC) käytön. Molempiin terminaaleihin on saatavilla Safety terminaalit, sekä kaikki perusominaisuudet. Erikoistapauksissa on eroavaisuuksia. Väylät voidaan myös yhdistää BK1250 kortilla, jolloin ensin on EL väylä ja BK1250 kortin jälkeen KL- väylä.

	EtherCAT	K-Bus
I/O-terminaalien Tyyppikoodi	EL _{xxxx} , EM _{xxxx} , ES _{xxxx}	KL _{xxxx} , KM _{xxxx} , KS _{xxxx}
Bus Coupler	EK _{xxxx}	BK _{xxxx}
Nopeus	100Mbit/s	500kbit/s
I/O-terminaalien määrä	65535	255
Päätelaitteisto	EL9011 päätylevy	KL9010 päätelaitteisto
		

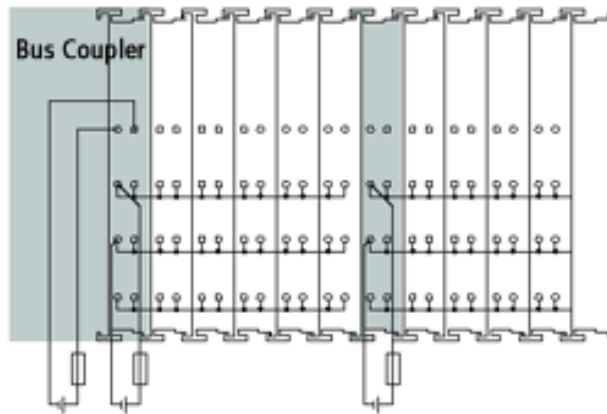


6.9 JÄNNITTEEN JAKAMINEN

K- ja E- väylälle voidaan tehdä eri jänniteryhmiä erillisillä jännitekorteilla. Kortit voidaan sijoittaa haluttuun kohtaan väylää. Huomaa että 230V käy vain 230V korteille. EL- ja KL väylällä voidaan tehdä jänniteryhmiä halutuilla jännitteillä aina 230V AC/DC asti



Infeed via Bus Coupler only,
one potential group

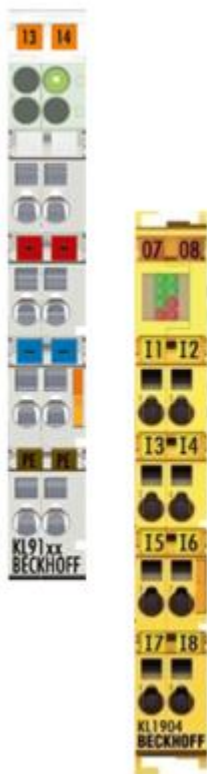


Infeed via Bus Coupler and incoming feeder
terminal, three potential groups

6.10 VIRRRAN LASKENTA VÄYLISSÄ

Jokainen terminaali käyttää tietyn määrän virtaa ja jokainen väylä saa tietyn määrän virtaa joko BC- ohjain, BK- väyläliitin tai CX virransyöttölaiteelta. Korttien kuluttama virran määrä löytyy data- tiedoista. Myös virran syöttö löytyy data- tiedoista, esimerkiksi nettisivuilta tai tuotekatalogista. System managerista voidaan myös tarkastaa väylän kuluttama virran määrä. Valitsemalla *EtherCAT* saadaan seuraava ikkuna auki, jonka oikeasta alareunasta nähdään virta mA:na

Number	Box Name	Address	Type	In Size	Out Size	E-Bus (mA)
1	Term 1 (CX1100-0004)	1001	CX1100-0004			
2	Term 2 (EL1004)	1002	EL1004	0.4		1910
3	Term 3 (EL2004)	1003	EL2004		0.4	1810
4	Term 4 (EL3162)	1004	EL3162	6.0		1680
5	Term 5 (EL9011)		EL9011			



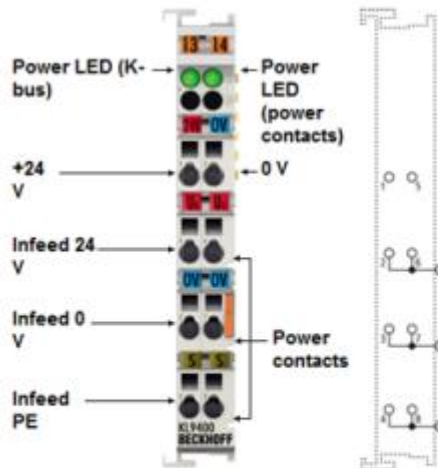
Technical data	KL2602 (KS2602)	KL2612 (KS2612)	KL2622 (KS2622)
Number of outputs	2 x make contacts for power contact	2 x change-over	2 x make contacts
Rated load voltage	230 V AC/30 V DC	125 V AC/30 V DC	230 V AC/30 V DC
Ohmic switching current	5 A AC/DC	0.5 A AC/2 A DC	5 A AC/DC
Inductive switching current	2 A AC/DC	no data	2 A AC/DC
Minimum permitted load	10 mA at 5 V DC	10 µA at 10 mV	10 mA at 5 V DC
Lamp test, electronic ballast	4 x 58 W	–	4 x 58 W
Electrical isolation	500 V _{ins} (K-bus/field potential)		
Current consumption K-bus	80 mA	60 mA	85 mA
Bit width in the process image	2 outputs		
Operating cycles mech. (min.)	2 x 10 ⁷	1 x 10 ⁶	2 x 10 ⁷
Operating cycles electr. (min.)	1 x 10 ⁵ (5 A/30 V DC)	2 x 10 ⁵ (1 A/30 V DC)	1 x 10 ⁵ (5 A/30 V DC)
Configuration	no address or configuration setting		
Weight	85 g	80 g	approx. 80 g
Operating/storage temperature	0...+55 °C/-25...+85 °C		
Relative humidity	95 %, no condensation		
Vibration/shock resistance	conforms to EN 60068-2-6/EN 60068-2-27/29		
EMC immunity/emission	conforms to EN 61000-6-2/EN 61000-6-4		
Protect. class/installation pos.	IP 20/variable		
Pluggable wiring	for all KSxxxx Bus Terminals		



Technical data	BK1120
Number of Bus Terminals	64 (255 with K-bus extension)
Max. number of bytes fieldbus	1,024 byte input and 1,024 byte output
Configuration possibility	via KS2000 or EtherCAT (ADS)
Bus interface	2 x RJ 45
Power supply	24 V DC (-15 %/+20 %)
Input current	70 mA + (total K-bus current) /4, 500 mA max.
Starting current	approx. 2.5 x continuous current
Recommended fuse	≤ 10 A
Supply current K-bus	1,750 mA
Power contacts	24 V DC max./10 A max.
Electrical isolation	500 V _{ins} (power contact/supply voltage/Ethernet)
Distance between stations	100 m (100BASE-TX)
Weight	approx. 150 g
Operating/storage temperature	0...+55 °C/-25...+85 °C
Relative humidity	95 %, no condensation
Vibration/shock resistance	conforms to EN 60068-2-6/EN 60068-2-27/29
EMC immunity/emission	conforms to EN 61000-6-2/EN 61000-6-4
Protect. class/installation pos.	IP 20/variable



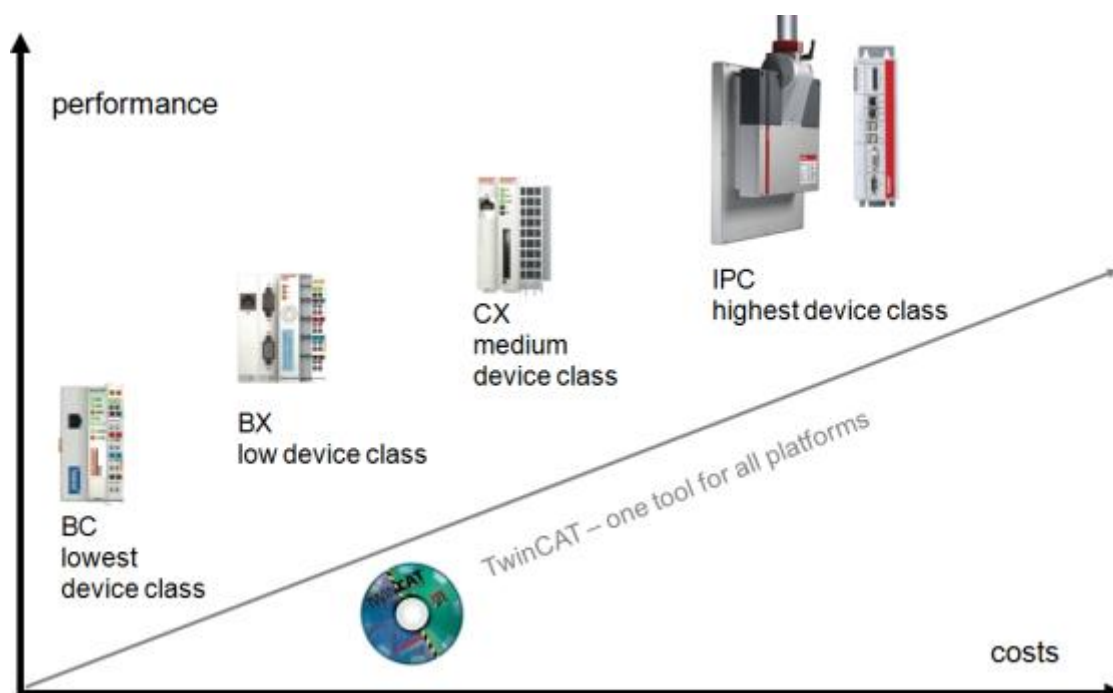
Kun korttien lukumäärä kasvaa, vaatii väylä enemmän virtaa kuin on saatavilla. Virtaa voidaan vahvistaa joko KL9400 tai EL9400 kortilla. Maksimi virran määrä kortilta toiselle on 10A.



Technical data	KL9400 KS9400
Input voltage	24 V DC
Output current	2 A for K-bus supply
Power contacts	24 V DC max./10 A max.
Weight	approx. 65 g
Operating/storage temperature	0...+55 °C/-25...+85 °C
Relative humidity	95 %, no condensation
Vibration/shock resistance	conforms to EN 60068-2-6/EN 60068-2-27/29
EMC immunity/emission	conforms to EN 61000-6-2/EN 61000-6-4
Protect. class/installation pos.	IP 20/variable
Pluggable wiring	for all KSxxxx Bus Terminals

6.11 BC, BX, CX JA IPC EROT

BC ja BX laitteet toimivat väylä terminaaleina. CX- laitteisiin ladataan joko CE tai WES (7.WES käyttöjärjestelmä) käyttöjärjestelmä. CX laitteisiin voidaan suoraan kytkeä IO:ta, kuten BC ja BX laitteisiin. CX- laitteeseen voidaan myös kytkeä lisää väyläterminaaleja, joita käytetään CX:llä. IPC laitteissa on WES käyttöjärjestelmä. Kaikkia laitteita ohjelmoidaan samalla työkalulla.



6.12 ETHERCAT DIAGNOSTIIKKA SYSTEM MANAGERILLA

System managerilla on mahdollista tehdä diagnostiikkaa EtherCAT laitteiden kanssa. Valitsemalla puurakenteesta EtherCAT:n saat näkyviin välilehdet joista näkee yhteyden perustiedot

6.12.1 EtherCAT

General välilehdeltä nähdään laitteen perustiedot kuten nimi ja Id numero sekä tyyppi.

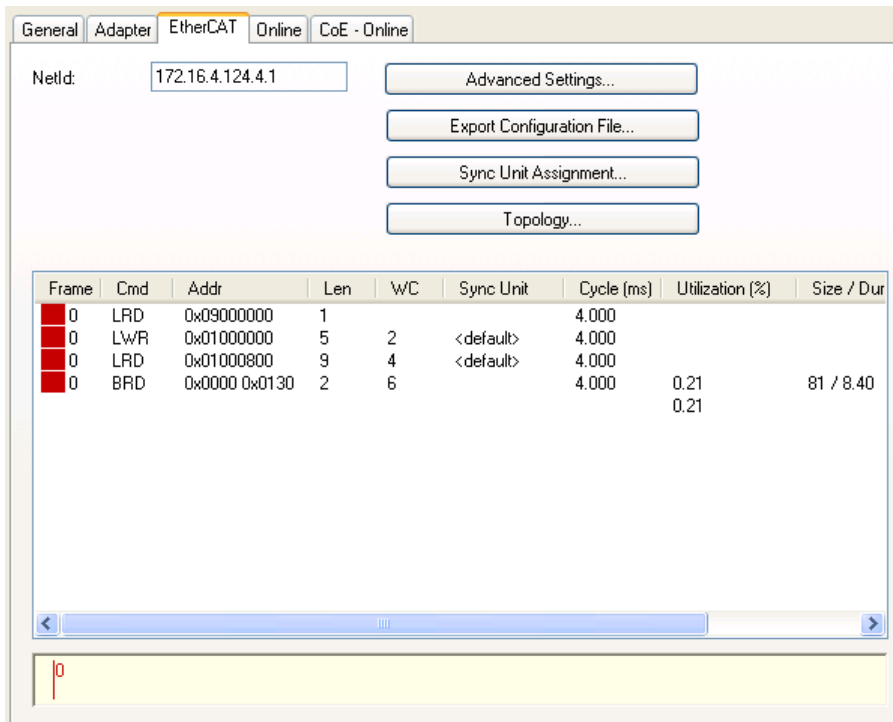
Adapter välilehti

The screenshot shows the 'Adapter' tab in the Beckhoff EtherCAT System Manager. The window has five tabs: 'General', 'Adapter' (selected), 'EtherCAT', 'Online', and 'CoE - Online'. The 'Adapter' tab contains two main sections: 'Network Adapter' and 'Adapter Reference'. In the 'Network Adapter' section, the 'OS (NDIS)' radio button is selected, while 'PCI' and 'DPRAM' are unselected. Below the radio buttons are input fields for 'Description:', 'Device Name:', 'PCI Bus/Slot:', 'MAC Address:' (showing '00 00 00 00 00 00'), and 'IP Address:' (showing '0.0.0.0 (0.0.0.0)'). There are also buttons for 'Search...' and 'Compatible Devices...'. Two checkboxes are present: 'Promiscuous Mode (use with Netmon/Wireshark only)' and 'Virtual Device Names', both of which are unchecked. The 'Adapter Reference' section has an 'Adapter:' dropdown menu. At the bottom, there is a 'Freerun Cycle (ms):' field with a value of '4' and a spin button.

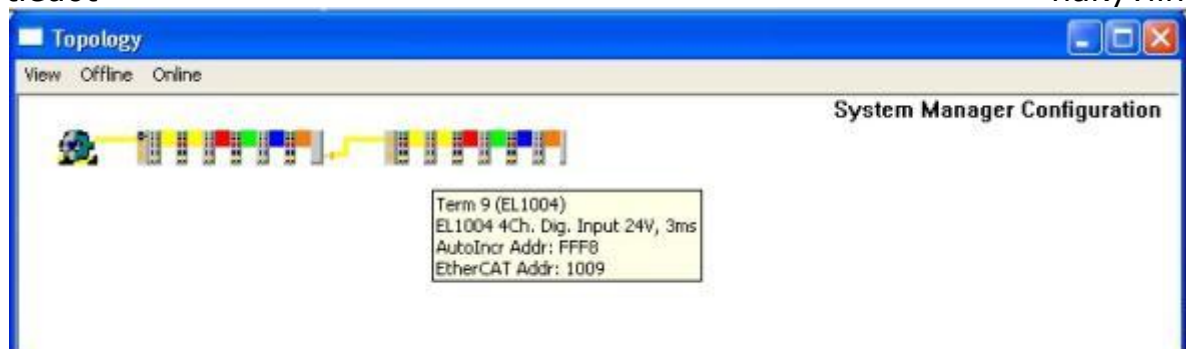
MAC-address: Ethernet yhteyden MAC osoite

IP Address: Yhteyden IP osoite, joka voidaan vaihtaa Windowsin puolelta.

6.12.2 EtherCAT välilehti



- NetId: EtherCAT masterin netid. Tarvitaan ADS kommunikointiin
- Advanced settings: Valikon kautta päästään tekemään erilaisia asetuksia korteille ja EtherCAT väylälle. Lisää tietoa löytyy Information systemistä: TwinCAT\TwinCAT System Manager\Reference\EtherCAT (direct mode)\Advanced settings
- Topology: Avaa laitteiden fyysisen topologian. Kuvasta voidaan tarkistaa laitteiden kytkennät. Viemällä hiiren laitteen päälle, saadaan ko. laitteen tiedot näkyviin.



Alaikkunasta nähdään kaikki EtherCAT masterin lähettämät komennot

Column	Description
Frame	The cyclic frame the EtherCAT command is contained in. One EtherCAT frame can contain one or more EtherCAT commands.
Cmd	The type of the command.
Addr	Address of the data section of the EtherCAT slave devices this command addresses. If the EtherCAT command uses logical addressing (LRW, LW or LR) "Addr" specifies the logical address. Otherwise the upper 16 Bit always specifies the physical memory address and the lower 16 Bits either the fixed address of the device (see EtherCAT Addr) or the auto increment address of the device (see Auto Inc Addr) dependent on the type of the command.
Len	Length of the data section.
WC	Expected working counter. Each EtherCAT slave that is addressed by an EtherCAT command increments the working counter. If it is a Logical Read Write (LRW) command each EtherCAT slave device data is written to increases the working counter by 2 and each EtherCAT slave data is read from increases the working counter by 1.
Sync Unit	Sync Unit the EtherCAT command belongs to.
Cycle Time (ms)	Cycle time with which the frame is sent.

6.12.3 Online välilehti

The screenshot shows the 'Online' tab in the Beckhoff System Manager. It contains a table with 6 columns: No, Addr, Name, State, and CRC. Below the table is a status panel with buttons for 'Actual State' (OP, Init, Pre-Op, Safe-Op, Op, Clear CRC, Clear Frames) and a 'Counter' table.

No	Addr	Name	State	CRC
1	1001	Term 1 (EK1101)	OP	0, 0
2	1002	Term 2 (EL1004)	OP	0, 0
3	1003	Term 3 (EL1004)	OP	0, 0
4	1004	Term 4 (EL2004)	OP	0, 0
5	1005	Term 5 (EL3102)	OP	0, 0
6	1006	Term 6 (EL4132)	OP	0

Actual State:

Counter	Cyclic	Queued
Send Frames	4100	+ 8697
Frames / sec	98	+ 2
Lost Frames	0	+ 0
Tx/Rx Errors	0	/ 0

System managerin ollessa run tai free run tilassa nähdään online välilehdeltä korttien tila (state) Kortit voivat olla seuraavanlaisissa tiloissa:

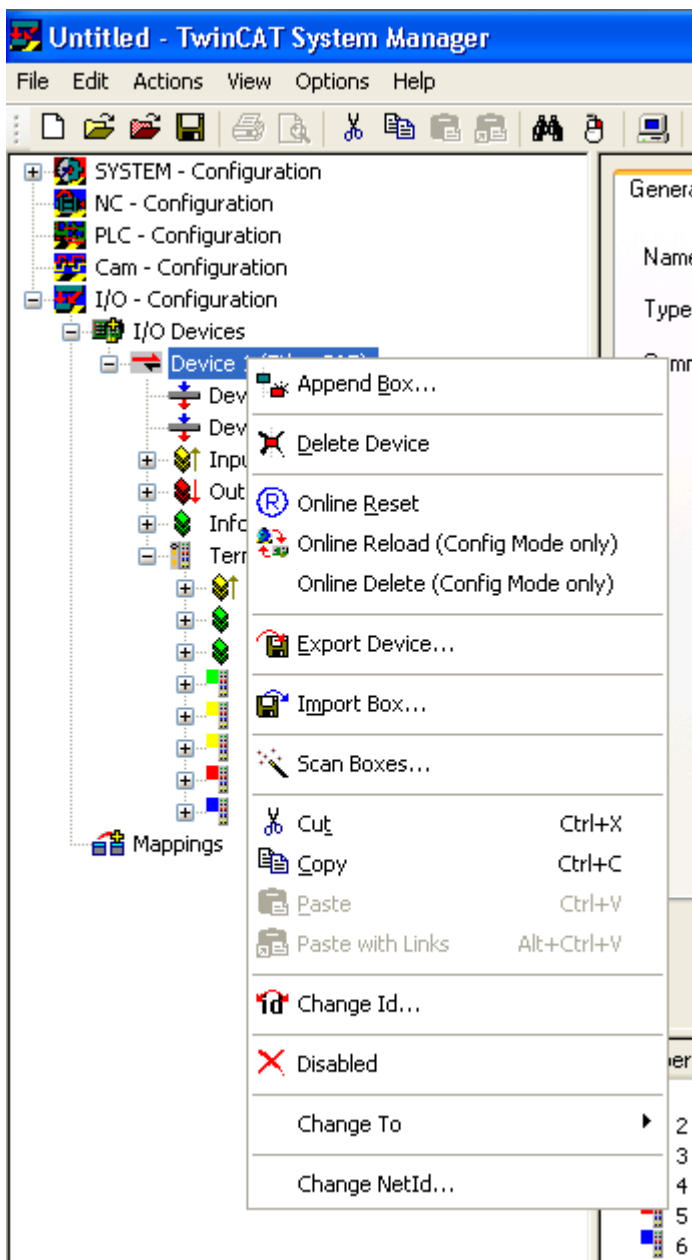
- INIT = kortin alustus, lähdöt ja tulot eivät toimi
- PREOP = Asettaa kommunikointi parametreja ja asetuksia, lähdöt ja tulot eivät toimi
- SAFEOP= Kanava tarkastaa sync manageria ja kello asetuksia. Tulot toimivat, lähdöt ei
- OP= normaali tila

Ala valikosta voidaan asettaa päälle kyseisiä tiloja. Välilehdeltä nähdään myös lähetettyjen sanomien määrä, parametri data* (Queued) , hukatut sanomat sekä lähtö ja tulo virheet.

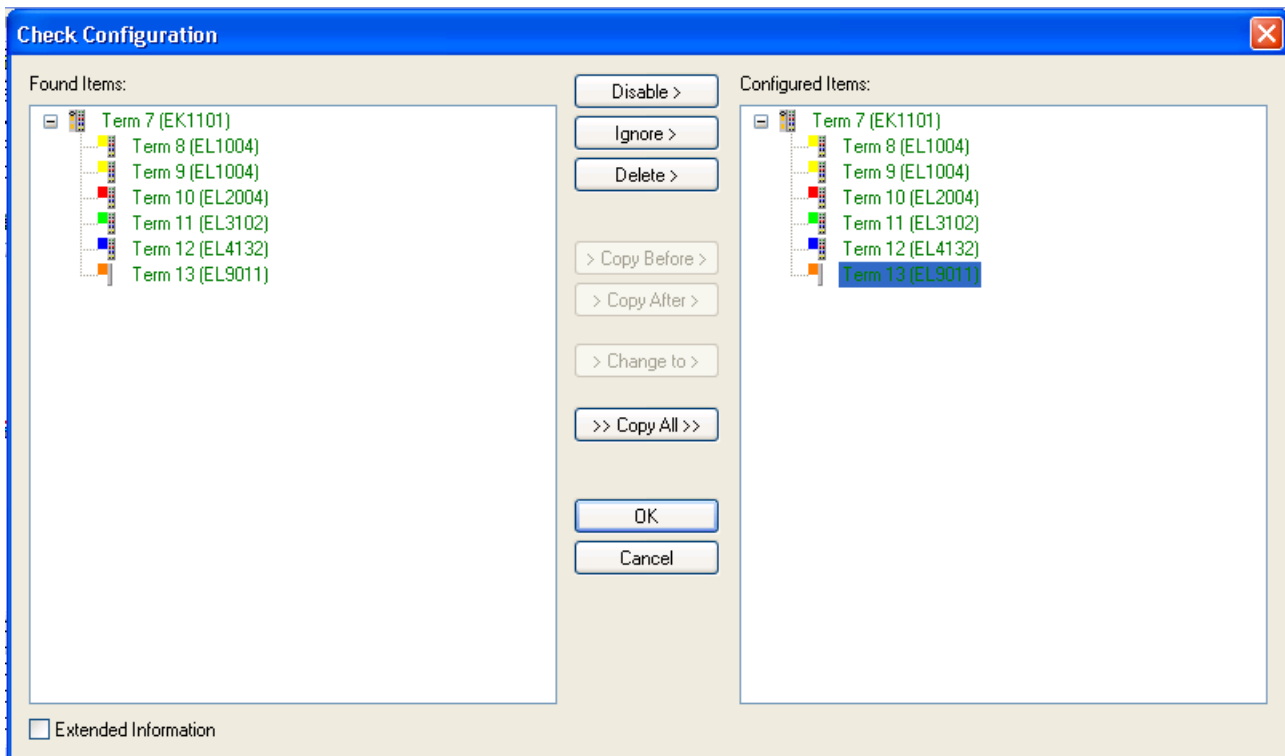
*Data lähetetään laitteelle pakettina, josta se lähetään eteenpäin aina sopivassa "raossa" muun datan mukana

6.13 UUDEN JA VANHAN KONFIGURAATION VERTAAMINEN

Konfiguraatiota voidaan verrata vanhaan system managerilla ja puuttuvat kortit lisätä/poistaa puurakenteesta. Jos esimerkiksi on rakennettu konfiguraatio käsin, voidaan sitä verrata fyysiseen rakenteeseen. Valitse hiiren oikealla näppäimellä Device:n päällä ja valitse scan Boxes...



Ikkunassa näkyy vasemmalla puolella löydettyt laitteet ja oikealla puolella näkyy käsin tehty konfiguraatio. Jos kaikki on kunnossa eikä eroavaisuuksia ole, on kaikki vihreänä. Eroavaisuudet näkyvät punaisena. Uudet tai poikkeavat terminaalit voidaan kopioida nykyiseen konfiguraatioon painonäppäimien avulla. Laitteita voi kopioida yksitellen tai koko konfiguraation kerralla. Toiminnalla näkee esimerkiksi jos jokin kortti on vioittunut, eikä system manager sitä löydä. Muutokset voi hyväksyä painamalla OK.



6.14 ETHERCAT DIAGNOSTIIKKA PLC KOODISSA

Kirjasto TcEtherCAT.lib tarjoaa valmiita funktion blokkeja EtherCAT diagnostiikkaan. Blokeilla voidaan hakea masterin ja slaven tila tietoja jolloin nähdään onko laite esimerkiksi OP vai INIT tilassa. Eri tiloja voidaan myös pakottaa päälle suoraan PLC- koodista. Kirjaston funktion blokkien tiedot löytyvät information systemistä.

TwinCAT\TwinCAT PLC\TwinCAT PLC libraries\PLC libraries for PC based system\ TwinCAT PLC library: EtherCAT\ EtherCAT Diagnostic

6.15 SUPLEMENTTIEN ASENTAMINEN

Asennuspaketit löytyvät joko Beckhoff CD:ltä tai www.beckhoff.fi. Puunäkymästä valitaan polku Download\Software\TwinCAT Supplement\Alphabetical Product Overview. Otetaan esimerkiksi Modbus TCP /IP ohjelman asentaminen CX laitteeseen CE- käyttöjärjestelmään.

The screenshot shows the Beckhoff software installation interface. On the left is a file tree with the following structure:

- Beckhoff
 - Industrial PC
 - Embedded PC
 - Fieldbus Components
 - Drive Technology
 - TwinCAT
 - Applications & Solutions
 - Support
 - Training
 - Download
 - Application Notes
 - Information media
 - Multimedia
 - Documentation
 - Technical Drawings
 - Software
 - TwinCAT
 - TwinCAT Supplement
 - Building Automation
 - Communication
 - Controller
 - Motion
 - System
 - Alphabetical product overview
 - Embedded PC
 - EtherCAT Development Product
 - KS2000 Update
 - Drive Technology
 - Acrobat Reader
 - Configuration files
 - General terms and conditions
 - Beckhoff Information System
 - Search
 - Home

On the right, the 'TwinCAT Supplement - Alphabetical product overview' window is displayed, showing a list of products under the heading 'Product':

- TwinCAT ADS Communication Library
- TwinCAT Backup
- TwinCAT Building Automation Framework
- TwinCAT Cam Design Tool
- TwinCAT Control Panel OPC Server
- TwinCAT CP9090-S100
- TwinCAT Crestron Server
- TwinCAT DataBase Server
- TwinCAT DataBase Server CE
- TwinCAT DriveCom OPC Server
- TwinCAT DriveTop Server
- TwinCAT ECAD Import
- TwinCAT Engineering Interface Server
- TwinCAT EtherCAT Redundancy
- TwinCAT Ethernet/IP Slave
- TwinCAT Ethernet/IP Slave CE
- TwinCAT FIAS Server
- TwinCAT FTP Client
- TwinCAT Management Server
- TwinCAT Modbus TCP Server
- TwinCAT Modbus TCP Server CE

Listasta valitaan haluttu ohjelma, tässä tapauksessa TwinCAT Modbus TCP /IP .

- Ladattu .exe tiedosto suoritetaan omassa koneessa, ei CX laitteessa
- Asennuksen jälkeen CX:än siirrettävä asennustiedosto löytyy kansioista esim: C:\TwinCAT\CE\TCModbusTCP\Install\TcModbusSvrCe.arm.CAB
 - arm tiedostot ovat CX90xx laitteille
 - i86 tiedostot ovat CX10x0 laitteille
- Asennustiedosto (.CAB) siirretään CX- laitteeseen muistitikulla tai FTP palvelimen kautta (6).
- *Etätyöpöytä yhteys ja tiedonsiirto CE, WES).*
 - käytettäessä FTP palvelinta pitää se erikseen aktivoida käyttöön CX:n konfiguraatiosta. (Control panel\CX configuration\FTP välilehti)
- Asennus suoritetaan kaksoisklikkaamalla CAB- tiedosto CX- laitteessa
- Asennuksen jälkeen CAB tiedosto poistetaan automaattisesti

EtherCAT väylän avulla järjestelmistä voidaan tehdä hyvin monipuolisia. Esimerkiksi IPC, väylä terminaaleja, servovahvistimia, moottoreita...



6.17 ETÄTYÖPÖYTÄ YHTEYS JA TIEDONSIIRTO CE, WES

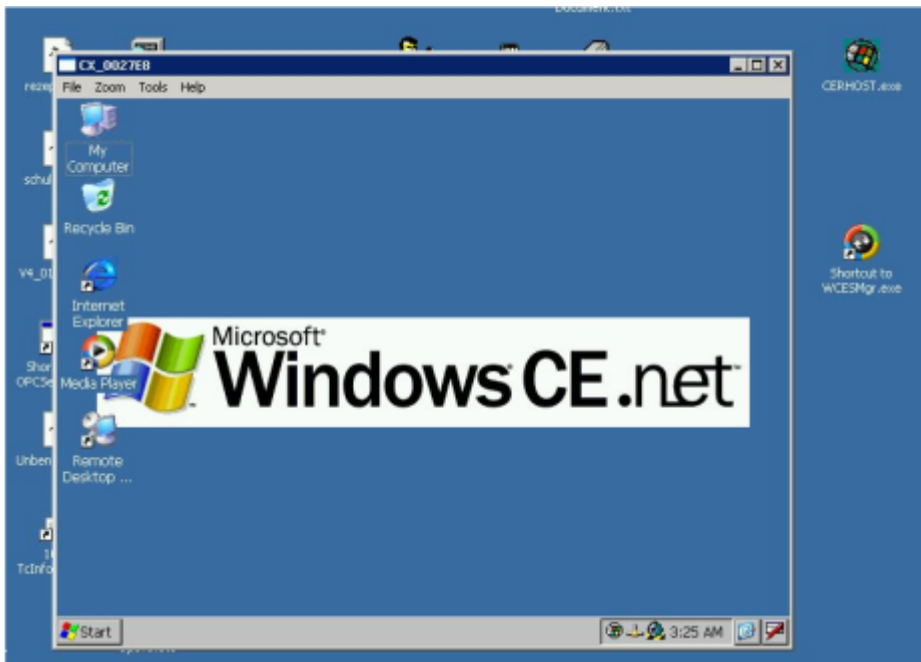
Beckhoffin CE ja WES laitteisiin (7.WES käyttöjärjestelmä) voidaan ottaa etäyhteys tiedon siirtoa ja konfigurointia varten. CE laitteessa käytetään Cerhost ohjelmaa, jonka saa ladattua ilmaiseksi esimerkiksi information systemistä (\Embedded PC\Operation system\CE\CE Remote Display). WES laitteissa käytetään Windowsin omaa remote desktop yhteyttä. Tiedonsiirto voidaan tehdä CE laitteeseen esimerkiksi FTP-palvelimen kautta. FTP-tiedonsiirtoon on olemassa valmiita ohjelmia, joita voidaan käyttää. Tiedonsiirto voidaan toteuttaa myös muistitikun avulla.

6.18 CE ETÄTYÖPÖYTÄ YHTEYS

Avaa Cerhost.exe, valitse *File* ja *Connect*. Kirjoita kenttään laitteen nimi tai IP osoite ja paina *OK*.

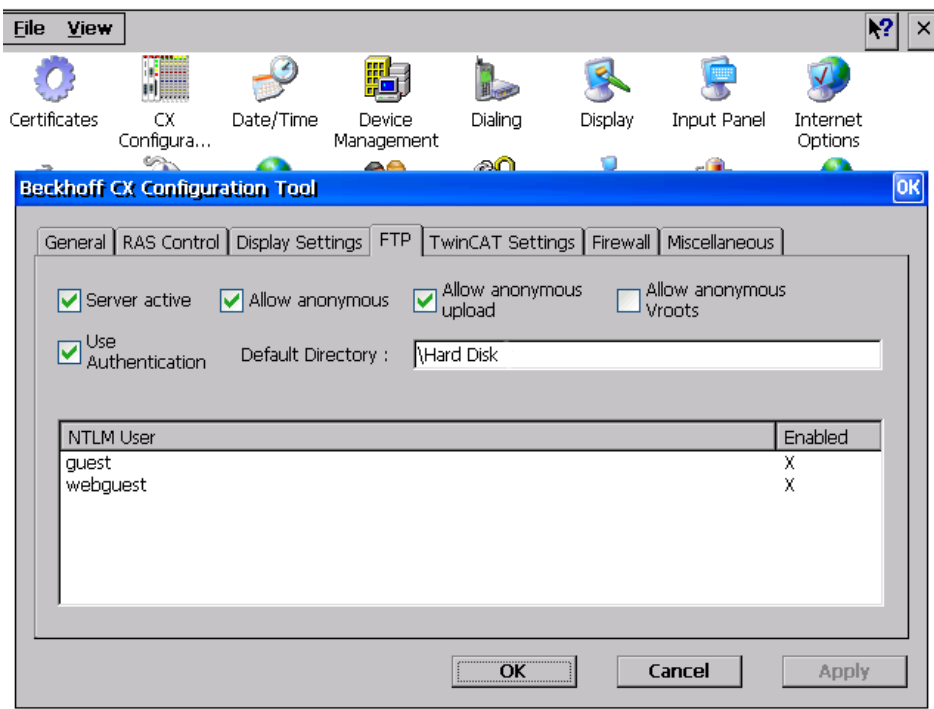


Yhdistämisen jälkeen avautuu kohde laitteen työpöytä näkymä.



Työkalua voidaan käyttää kun muutetaan CE laitteen asetuksia. Ohjelmaa voidaan myös käyttää jos esim. CX laitteessa ei ole saatavilla näyttöä ja halutaan testata Target Visua. Sekä remote desktop yhteys että TwinCAT yhteys toimivat samaan aikaan.

6.19 CE FTP- TIEDONSIIRTO



Kytke CE- laitteeseen joko näyttö ja näppäimistö tai ota yhteys cerhost.exe ohjelmalla. Avaa *Start* ja valitse *control panel*. Avaa *CX Configuration* ja valitse *FTP-* välilehti.

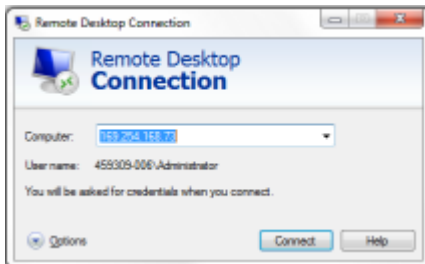
Valitse kohta *Server active* sekä muut valinnat omien vaatimusten mukaan. Tämän jälkeen laite pitää käynnistää uudestaan, jotta asetukset tulevat voimaan. Käynnistyksen jälkeen FTP serveri on aktiivinen ja sitä voidaan käyttää tiedonsiirtoon.

7 WES KÄYTTÖJÄRJESTELMÄ

WES- käyttöjärjestelmä (Windows embedded standard) on päivitetty versio XPe käyttöjärjestelmästä. Käyttöjärjestelmästä on karsittu ominaisuudet pois, mitä ei tarvitse teollisuusautomaatiossa. Järjestelmään on myös integroitu erilaisia suodattimia tiedostoon kirjoittamisessa, jolloin turvallisuus taso nousee.

7.1 WES ETÄTYÖPÖYTÄ YHTEYS

Avaa Remote Desktop Connection omalta koneelta. Kirjoita WES (7.WES käyttöjärjestelmä) laitteen nimi tai IP osoite ja paina *connect*.



Käyttöjärjestelmän käyttäjänimi ja salasana ovat oletuksena *Administrator* ja *1*. Myös remote desktop connection ohjelmaa voidaan käyttää samanaikaisesti TwinCAT:n rinnalla.

7.2 WES FTP- TIEDONSIIRTO

Tiedoston siirto toimii samalla tavalla kuin missä tahansa tietokoneessa. Laitteeseen luodaan jaettu kansio ja valitaan käyttäjät, jotka pääsevät kansioon käsiksi. Tämän jälkeen tiedostonsiirto on mahdollista.