

Emma Vainikainen

Opetuskäyttöön tulevan servokäytön kokoonpanon suunnittelu ja käyttöönotto

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinööriytyö

29.4.2015

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Emma Vainikainen Opetuskäyttöön tulevan servokäytön kokoonpanon suunnittelu ja käyttöönotto 19 sivua + 15 liitettä 29.4.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Koneautomaatio
Ohjaaja	Lehtori Heikki Paavilainen
<p>Insinööriyössä suunniteltiin ja osittain käyttöönotettiin uusi servojärjestelmä. Järjestelmä tulee Metropolia Ammattikorkeakoulun opetuskäyttöön, mikä otettiin suunniteltaessa huomioon. Servomootorin käyttöönottamisesta laadittiin käyttöohjeet.</p> <p>Järjestelmä suunniteltiin Beckhoffin servomootorin ja servokäytön ympärille. Nykyinen järjestelmä on kiinni teräskiskossa. Uusi järjestelmä suunniteltiin alustalle, jossa virtalähteet pystytään suojaamaan ja muu järjestelmä rakentamaan käytännölliseksi. Järjestelmä koostuu servomootorista, hihnakäytöstä sekä kuormasta. Takaisinkytkentään käytetään pulssianturia.</p> <p>Työn avulla opittiin laitteiston suunnittelusta sekä siihen vaikuttavista tekijöistä. Työssä tutustuttiin servotekniikkaan ja TwinCAT3-ohjelmaan.</p>	
Avainsanat	Servomoottori, servokäyttö, pulssianturi, käyttöönotto

Author Title	Emma Vainikainen Design and Introduction of a Control System Assembly for Teaching Use
Number of Pages Date	19 pages + 15 appendices 29 April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Machine Automation
Instructor	Heikki Paavilainen, Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's Thesis was to design and partly introduce a new servo system. The system will be used in teaching at Metropolia University of Applied Sciences, which was taken into account when designing the system. Instructions for taking the servo motor into use were also created.</p> <p>The system was designed to be operated by a Beckhoff servo motor and control system. The current system is attached to a steel frame. The new system was designed to use a platform where the power units can be protected and other parts of the system can be built to be practical in design. The system consists of a servo motor, a belt drive and a load. A pulse sensor is used for feedback.</p> <p>The main objective of this thesis was to learn how to design systems and the related components. In addition, familiarization with the servo technology and using TwinCAT3 software were the objectives as well.</p>	
Keywords	Servo motor, control system, pulse sensor, introduction

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Laite-esittely	2
2.1	Servotekniikka	2
2.1.1	Servomoottorin ominaisuudet	3
2.1.2	Järjestelmän servomoottori	4
2.2	Servokäytöt	5
2.3	Virtalähteet	7
3	Opetuslaitekoonpanon suunnitelma	8
3.1	Laitteiston layout	9
3.2	Hihnakäyttö	10
3.3	Kuorma	12
3.4	Pulssianturi ja absoluuttianturi	14
3.4.1	Anturien ominaisuudet	14
3.4.2	Kokoonpanoon valittu pulssianturi	16
4	Käyttöönotto	17
5	Yhteenveto	18
	Lähteet	19
	Liitteet	
	Liite 1. Käyttöönotto-ohjeet	

Lyhenteet

EtherCAT	Ethernet Control Automation Technology
I/O	Tulo/lähtö
OCT	One Cable Technology
PLC	Ohjelmitavalogiikka

1 Johdanto

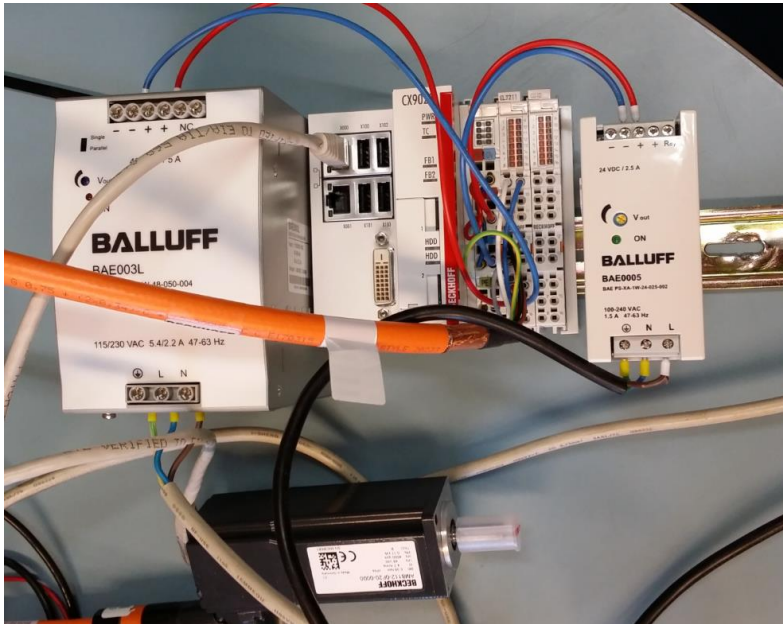
Insinööriyössä suunniteltiin uusi servomootorilaitteisto. Työn tavoitteena oli suunnitella ja osittain käyttöönottaa Metropolia Ammattikorkeakoululle sähköinen servokäyttö, jonka pitää soveltua opetuskäyttöön. Servokäytön käyttöönottamisesta oli tehtävä myös uudet käyttöohjeet, koska käyttöönottamisesta ei ole olemassa yhtenäistä ja selkeää ohjetta.

Servokäyttö tarkoittaa hydraulista, pneumaattista tai sähköistä liikkeenohjaukseen sopivaa järjestelmää. Tässä järjestelmässä säädettävän suureen on seurattava mahdollisimman tarkasti annettuja arvoja. Sähköisen servokäytön etuina ovat esimerkiksi hyötysuhde, hinta ja soveltuvuus suuriin nopeuksiin. Myös esimerkiksi tarkkuutta vaativiin liikkeenohjauksiin valitaan yhä useammin sähköinen servokäyttö. Sähköiset servokäytöt on yleensä toteutettu servovahvistimen avulla.

Sähköisen servokäytön kustannukset ovat alentuneet, ja tämän seurauksena niiden käyttö on aikaisempaa yleisempää. Ohjelmatyökalujen ansiosta laitteiden käyttöönottoaika lyhenee huomattavasti.

2 Laite-esittely

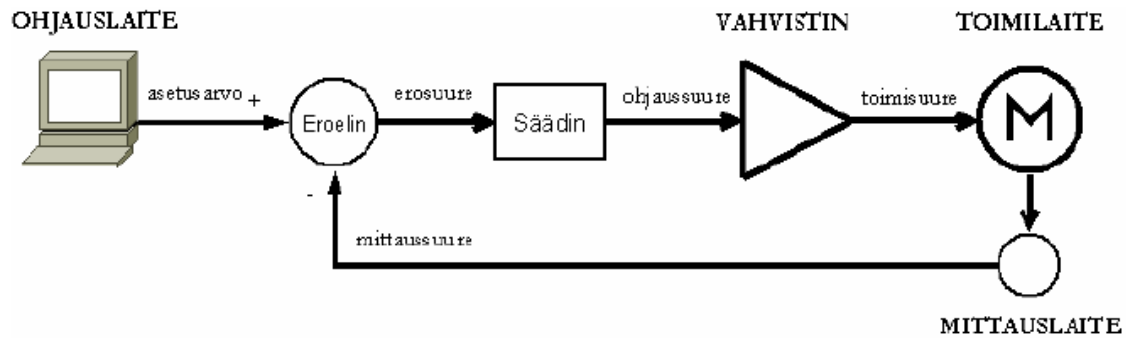
Kokoonpano suunniteltiin osittain jo olemassa olevaan järjestelmään (kuva 1). Nykyisessä laitteistossa on käytössä pelkästään servo-ohjaimet, servomoottori ja virtalähteet. Laitteisto on rakennettu kiskolle niin, että servokäytöt ja virtalähteet ovat siinä kiinni ja servomoottori on irrallaan muusta järjestelmästä.



Kuva 1: Olemassa oleva järjestelmä

2.1 Servotekniikka

Servojärjestelmä on takaisinkytketty säätöjärjestelmä, jonka tehtävänä on ohjata laite haluttuun arvoon. Servotekniikassa nopeutta, asemaa, vääntömomenttia ja kiihtyvyyttä voidaan säätää nopeasti ja tarkasti. Servojärjestelmä koostuu erilaisista toimilaitteista kuten moottorista, servovahvistimesta, servo-ohjaimesta ja takaisinkytkennästä (kuva 2).



Kuva 2: Servojärjestelmän rakenne

Takaisinkytkennällä tarkoitetaan sitä ominaisuutta, jonka avulla järjestelmästä pystytään mittaamaan lähtöarvo, jota voidaan verrata haluttuun ohjearvoon. Takaisinkytkennässä käytetään erilaisia antureita, joilla haluttuja suureita mitataan, esimerkiksi pulssianturi. Sovelluksesta riippuen takaisinkytkentään voidaan käyttää joskus myös moottoriin sisältyvää anturia (tässä moottorissa absoluuttianturi). Servokäytön säätäminen ja virittäminen on tärkeä osa järjestelmän käyttöönottoa. Se, kuinka hyvin näissä säädöissä ja virittämisissä onnistutaan, vaikuttaa merkittävästi tuottavuuteen, prosessinlaatuun sekä esimerkiksi laitteiston käyttöikään. Tietokone, eroelin ja säätölohko muodostavat kokonaisuuden, jota kutsutaan säätimeksi. (Hanhisalo, 2008: 3-4) (Pesu, 2010: 34)

2.1.1 Servomoottorin ominaisuudet

Servomoottori on tasavirta- eli DC-servomoottori tai vaihtovirta- eli AC-servomoottori, jossa on takaisinkytkentä ja säätömahdollisuus. Moottorin toiminta perustuu saadun asematiedon vertaamisesta haluttuun asematietoon. Servomoottorin ohjaus tapahtuu elektronisen servo-ohjaimen avulla. Servomoottorin ominaisuuksia ovat helposti säädettävä pyörimisnopeusalue, alhainen hitausmomentti, kyky kestää lyhytaikaista ylikuormitusta ja hyvä maksimi momentin ja massan suhde. Servomoottorisovelluksia ovat esimerkiksi erilaiset NC-työstökoneiden akselit ja autojen ohjaustehostimet. Koneautomaatioissa eniten käytössä olevat takaisinkytkennät ovat asema- ja nopeusservot. (Savolainen, 2012)

2.1.2 Järjestelmän servomoottori

Työssä käytettiin Beckhoffin AM8100-sarjan AM8112-0F20-0000 servomoottoria (kuva 3). Tämä sarja on varustettu OCT-tekniikalla (One Cable Technology). OCT käyttää yhtenäistä kaapelia moottorin syötölle ja position saamiseen. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että moottori tarvitsee vain yhden liittimen, joka pienentää kaapelointikustannuksia huomattavasti. Käytössä olevan servomoottorin nimellisteho on 0,17 kW, pyörimisnopeus on 4500 min^{-1} ja vääntömomentti on 0,38 Nm. Järjestelmään on valittu tämä moottori, koska sitä on helppo siirrellä sen pienen koon puolesta ja siihen on helppo rakentaa sovellutus, jolla moottoria voidaan kuormittaa riittävästi.



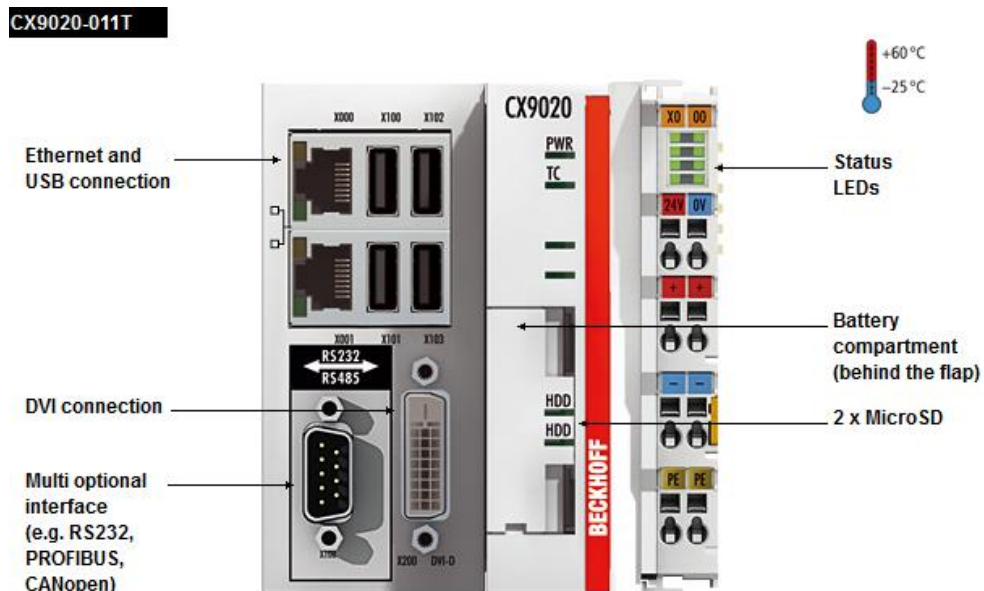
Kuva 3: AM8112-0F20-0000 servomoottori

Tämän servomoottorin ominaisuuksia ovat yhteensopivuus EL72xx EtherCAT-servoterminaalien kanssa ja matalajännitteisyys (50 VDC). Beckhoffin EtherCAT-järjestelmä perustuu Ethernet-verkkoon. EtherCATiin voidaan liittää yleisimmät servokäytöt kytkimien avulla. Beckhoffin väyläterminaalit ovat avoimia ja kenttäväylätyypistä riippumaton I/O-järjestelmä, joka koostuu väyläterminaleista.

2.2 Servokäytöt

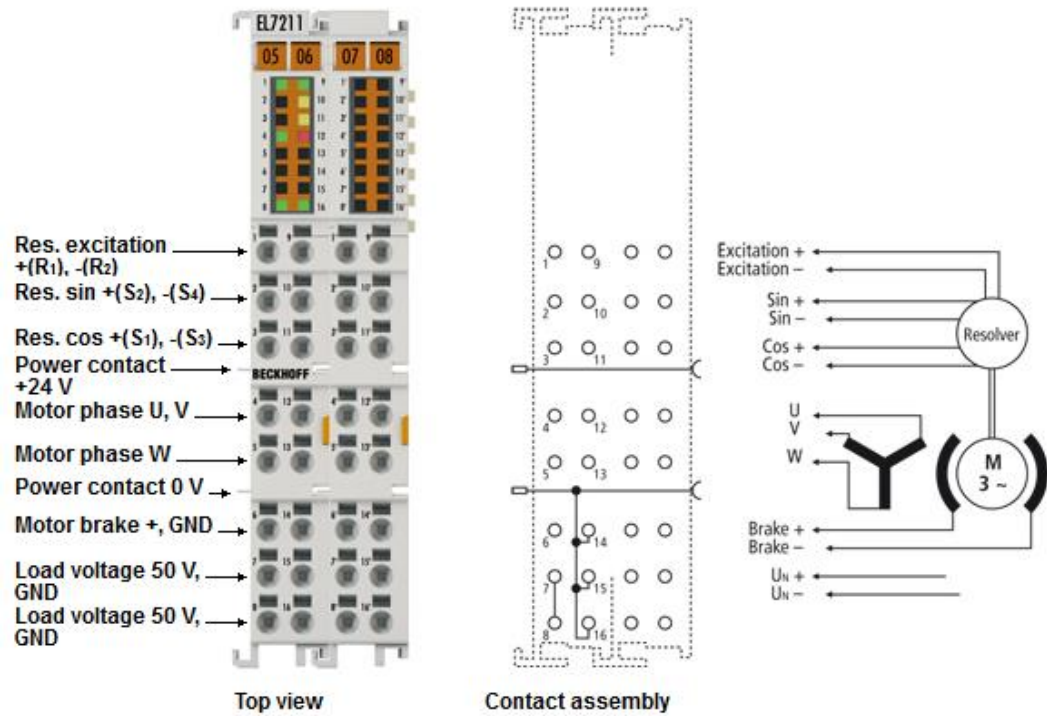
Servomootoria ohjataan Beckhoffin CX9020-moduulilla, johon on liitettyä myös EL7211-servomoottoriterminaali.

Beckhoff CX9020 on tavallinen CPU-moduuli, joka mahdollistaa integraation kaikkiin yleisimpiin kenttäväylä- ja teollisuuden EtherCAT-järjestelmiin. TwinCAT3-automaatio-ohjelmisto muodostaa CX9020-järjestelmän kanssa tehokkaan PLC- ja liikehallinta-ohjauksen, jota voidaan käyttää visualisoinnin kanssa tai ilman sitä. Moduuli soveltuu hyvin automatisointi- ja visualisointitehtäviin pienissä sekä keskisuurissa koneissa (kuva 4). (Beckhoff, 2015)



Kuva 4: Beckhoff CX9020 -moduuli

Beckhoff EL7211 (kuva 5) on EtherCAT-servotermiäli, joka tarjoaa korkealaatuista servosuorittamista todella kompaktissa muodossa AM8100-sarjan servomoottoreille. Terminaalissa on nopea ohjausteknologia, joka perustuu PI-nopeusohjaukseen. Tämä tukee nopeaa ja korkeadynaamista liukuoperaatiota. (Beckhoff, 2015)



EL7211 | Servomotor terminal 50 V DC, 4.5 ARMS

Kuva 5: Beckhoff EL7211

2.3 Virtalähteet

Virtalähteinä käytettiin BALLUFFin BAE003L(115/230VAC/48VDC 5A 240W)- ja BAE0005(85...264VAC/24VDC 2.5A 60W)-virtalähteitä.



Kuva 6: BALLUFF BAE003L-virtalähde

48 VDC-virtalähde antaa syöttöjännitteen servomootorille (kuva 6) ja 24 VDC virtalähde (kuva 7) toimii CX9020 moduulin virtalähteenä.



Kuva 7: BALLUFF BAE0005-virtalähde

3 Opetuslaitetekoonpanon suunnitelma

Järjestelmän suunnittelu aloitettiin käymällä läpi nykyisen järjestelmän laitteet, niiden ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet. Tämän jälkeen aloitettiin suunnittelemaan järjestelmälle erilaisia käyttöjä. Koska laite on tulossa opetuskäyttöön, täytyi se huomioida suunnittelussa.

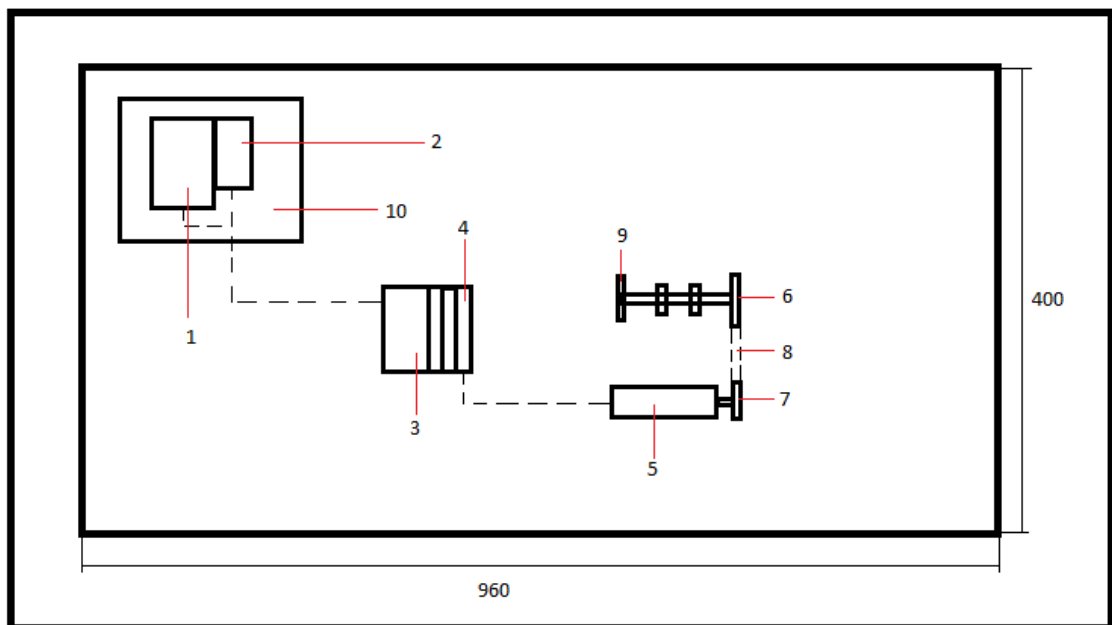
Käytöksi valittiin järjestelmä, joka pitää sisällään servomoottorin, hihnakäytön, pulssianturin sekä kiekon, joka tuo inertiaa käytölle. Pulssianturi toimii takaisinkytkentänä, jolla pystytään havaitsemaan erilaisia arvoja, mm. hihnan jouston vaikutuksia suhteessa moottorin omaan anturiin.

Vaatimuksia servokäytön sovellutukselle:

- turvallisuus, jännitteellisten ja liikkuvien osien tulee olla suojattuina niin, ettei käyttäjä pysty satuttamaan itseään (sormet eivät saa jäädä hihnan väliin)
- kaikkien liikkuvien osien asentaminen alustaan niin, että niihin ei ylety koskettamaan
- jännitteensyöttö muuntajille yhtä johdinta käyttäen
- keveys ja helppo siirreltävyys (sopiva kiinnitysalusta)
- törmäysvaaran estäminen, käyttö voi pyöriä rajattomasti ilman törmäystä
- moottorin kuormitus inertialla
- pulssianturi, jolla voidaan huomioida toisioakselin liike suhteessa moottorin akseliin.

3.1 Laitteiston layout

Laitteistosta suunnitellaan layout (kuva 8), eli kuinka laitteisto tulitisiin rakentamaan alustalle. Suunnitelmassa otetaan huomioon virtalähteiden suojaaminen ja asentaminen erilleen muusta laitteistosta. Virtalähteet suojataan muovikehikolla, jotta mahdollisilta sähköiskuilta vältyttäisiin. Virtalähteet on myös hyvä yhdistää yhteen johtimeen, jotta kokoonpanoa olisi mahdollisimman helppo käyttää. Virtalähteet sijoitetaan alustan toiseen kulmaan, jotta käyttäjän ei tarvitse olla kosketuksessa niiden kanssa. Johdot sijoitetaan alustan alta, jolloin kokonaisuudesta saadaan siistimmän näköinen. Alusta, jolle laitekokoonpano rakennetaan, on mitoiltaan 400 mm x 960 mm.



Kuva 8: Järjestelmän layout

Kokoonpanoon tulevat osat on lueteltu taulukossa 1.

Taulukko 1: Osaluettelo

Osa nro	Osan nimitys	Tyyppi	Kpl
1	Virtalähde	BALLUFF BAE003L	1
2	Virtalähde	BALLUFF BAE0005	1
3	Servokäyttö	Beckhoff CX9020	1
4	Servokäyttö	Beckhoff EL7211	1
5	Servomoottori	Beckhoff AM8112-0F20-0000	1
6	Hihnapyörä 1	21T5/25-2	1
7	Hihnapyörä 2	21T5/16-2	1
8	Hihna	T5-hammashihna (21T5/27-2)	1
9	Teräskiekko		1
10	Muovikotelo		1

3.2 Hihnäkäyttö

Käytettävät hihnapyörät ovat kiinni akselissa, joka laakeroidaan esimerkiksi kahdella laakeripulkilla. Näissä laakeripulkeissa laakeri on sisällä ja ne voidaan ruuvata kiinni sopivaan levyyn. Akselin toiseen päähän kiinnitetään pyörivä kiekko hitauskuormaksi ja pulssianturi voidaan liittää kumpaan päähän tahansa. Pulssianturi täytyy käytännössä kiinnittää esimerkiksi suojakuoreen ja liittää sopivalla pienellä akselikytkimellä käytettyyn akseliin.

Hihnäkäytön ja moottorin välityssuhde määritetään käyttävän koneen ja käytettävän koneen pyörimisnopeuksien avulla. Välityssuhde lasketaan kaavalla

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

missä n_1 = servomoottorin maksimi pyörimisnopeus ja n_2 = akselin maksimi pyörimisnopeus.

Tässä tapauksessa akselin pyörimisnopeuden halutaan olevan pienempi kuin servomoottorin maksimi pyörimisnopeus 4500 min^{-1} . Käytettävän akselin maksimipyörimisnopeudeksi valitaan 3000 min^{-1} ja maksimi halkaisijaksi 40 mm. Välytyssuhteeksi saadaan kaavan (1) avulla 1,5.

Kokoonpanoon valittu hihnakäyttö

Hihnaksi laitteistoon valitaan SKS:n Megalinear-hammashihna sekä kaksi hihnapyörää. Moottorin akselin halkaisija on 8 mm. Hihna valitaan moottorin tehon ja pyörimisnopeuden perusteella ($P=0,17 \text{ kW}$ ja $n=4500 \text{ 1/min}$). Teho on pieni suhteessa pyörimisnopeuteen, joten se vaikuttaa hihnan valintaan olennaisesti. Akseliväliksi valitaan alustavasti 200 mm.

Hihnaksi valitaan T5-hammashihna (21T5/27-2), hihnan leveydeksi valitaan 10 mm. Akseliväliä ei tahdota suureksi, jotta laitteistosta tulee kompaktin kokoinen ja helppokäyttöinen.

Ensimmäiseksi hammaspyöräksi valitaan 21T5/25-2-hammaspyörä, jonka hammasluku $z_2=25$ ja maksimi halkaisija $d_2=39 \text{ mm}$. Kaavan (2) avulla saadaan laskettua toisen hihnapyörän maksimi halkaisijaksi $d_1=26 \text{ mm}$.

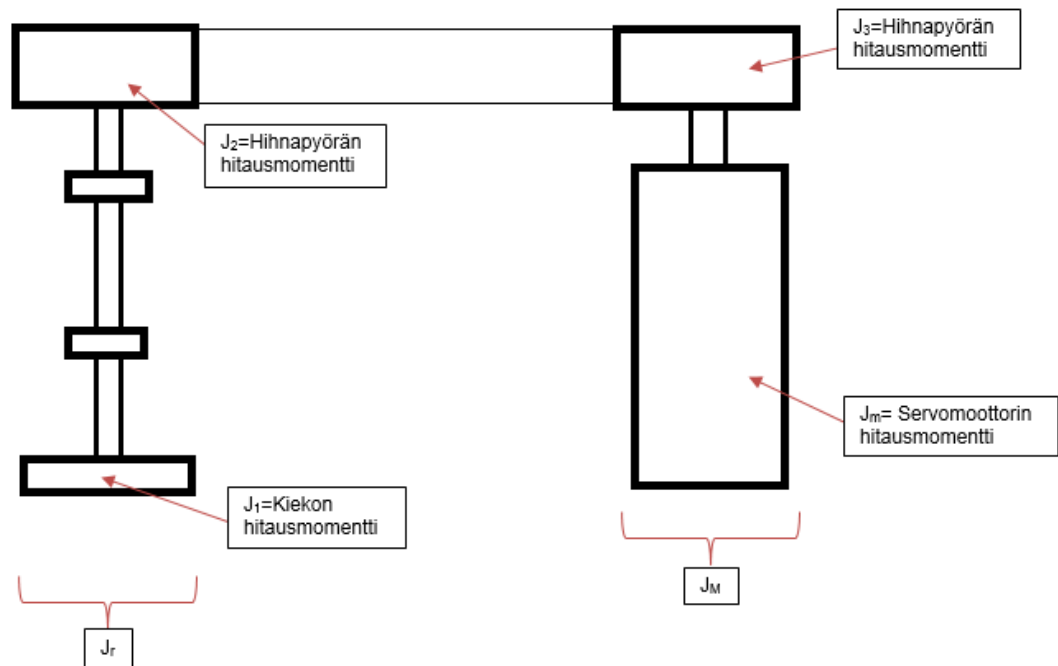
$$d_1 = \frac{d_2}{i} \quad (2)$$

Tämän hihnapyörän hammasluvuksi saadaan $z_1=16$, jolloin toiseksi hihnapyöräksi valitaan 21T5/16-2. Lopuksi tarkistetaan vielä hammaslukujen avulla välytyssuhde kaavan (1) avulla, jolloin välytyssuhteeksi saadaan 1,563.

Hihnapyörät voidaan kiinnittää akseliin kitkaliitosholkeilla, joissa sisäreikä sopii akseliin ja ulkoreikä hihnapyöriin. Holkeissa on kartiomaiset mekanismit, joita kiristämällä holkit kiinnittävät hihnapyörät.

3.3 Kuorma

Kokoonpanoon tulee kuormaksi teräskiekko, jotta laitteistoon saadaan haluttua hitauskuormaa. Moottori, hihnapyörät sekä kiekko on havainnollistettu kuvassa 9.



Kuva 9: Järjestelmän hitausmomentit

Momentin tarve kiihdytyksessä lasketaan kaavalla

$$M = J\alpha \quad (3)$$

missä M = momentin tarve, J = hitausmomentti ja α = kulmakiihtyvyys.

Kuormana käytettävän levyäisen kiekon hitausmomentti saadaan kaavalla 4.

$$J_1 = \frac{1}{2}mr^2 \quad (4)$$

Massa m määräytyy kiekon tilavuuden ja materiaalin tiheyden perusteella,

$$m = V\rho \quad (5)$$

Moottorille kohdistuvat kuormat redusoidaan moottorin akselille. Käytettävän akselin hitausmomentti koostuu kiekosta J_1 , hihnapyörästä J_2 sekä akselin hitausmomentista J_3 . Käytettävän akselin kokonaishitausmomentti on edellä mainittujen hitausmomenttien summa.

Tämä redusoidaan käyttömoottorin akselille välityssuhde i huomioiden (kaava 6),

$$J_r = \frac{J_1 + J_2 + J_3}{i^2} \quad (6)$$

Moottorille kohdistuvakokonaishitausmomentti lasketaan kaavalla

$$J_M = J_r + J_3 + J_m \quad (7)$$

missä J_m on käyttömoottorin hitausmomentti ja J_3 sen akselilla olevan hihnapyörän hitausmomentti.

$$\omega_{max} = 2\pi n \quad (8)$$

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (9)$$

Käyttöakselilla olevan kiekon hitausmomentti voidaan mitoittaa valitsemalla kiihdytysajaksi $t = 0,5$ s kyseisen moottorin nimellismomentilla 0,38 Nm. Kun moottorin pyörimisnopeus $n = 4500$ 1/min ja $\omega = 471,239$, kaavasta 9 saadaan $\alpha = 942,5$ 1/s². Hitausmomentti kiihdyttäessä nimellismomentilla $M = 0,38$ Nm lasketaan kaavan 3 avulla, jolloin hitausmomentin J arvoksi saadaan 0,000403 kgm².

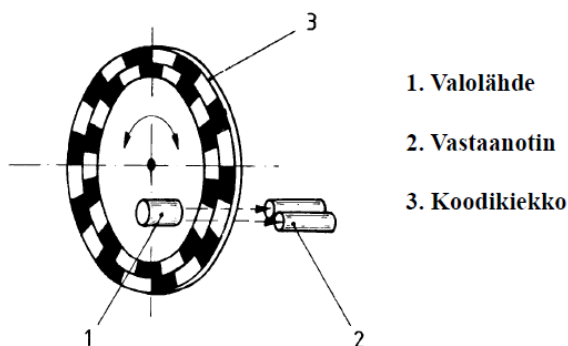
Tästä voidaan vähentää moottorin ja sen akselilla olevan hihnapyörän hitausmomentti. Jäljelle jäävä hitausmomentti redusoidaan käyttöakselille. Siitä vähennetään edelleen käyttöakselin ja sillä olevan hihnapyörän hitausmomentti. Jäljelle jäävä hitausmomentti on massakiekolle jäävä hitausmomentti perustuen 0,5 s kiihdytysaikaan moottorin nimellismomentilla.

3.4 Pulssianturi ja absoluuttianturi

3.4.1 Anturien ominaisuudet

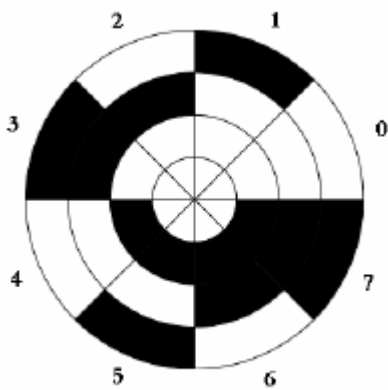
Pulssianturit yksinkertaistavat koneen ja sitä ohjaavan automatiikan väliset kytkennät toimimalla takaisinkytkentäelinä useissa säätösovelluksissa. Takaisinkytkentä perustuu siihen, että pulssianturi muodostaa pyörivän akselin liikkeestä digitaalisen tiedot käsitteilyä varten. Pulssianturi koostuu pyörivästä akselista, kotelosta ja sähköisestä liitännästä. Sen toiminta perustuu akselin kääntymiseen, jonka seurauksena anturi generoi lähtöihinsä pulssijonon. Yksi pulssi vastaa tiettyä osaa koko akselin kierroksesta. Pulssianturilla etuja ovat esimerkiksi edullinen hinta, mahdollisuus mitata nopeutta ja anturin nollausmahdollisuus.

Pulssianturilla tarkoitetaan yleensä inkrementtianturia, joka antaa tietyn pulssimäärän per kierros. Inkrementtaalisessa pulssianturissa on 1 - 2 koodikehää. Anturi on yleensä toteutettu optisesti. Se koostuu valonlähteestä, vastaanottimesta ja kood kiekosta (kuva 10). Kood kiekko on sijoitettu valonlähteen ja vastaanottimen väliin. Kood kiekossa (kuva 11) on määräväleihin valoa läpäiseviä ja valoa estäviä kohtia. Kun kiekkoa pyöritetään, saadaan aikaan pulssijono. Kood kiekossa olevien valoa läpäisevien ja läpäisemättömien sektorien lukumäärästä riippuu se, kuinka tarkasti anturin kiertymää voidaan mitata. Pulssianturista saadaan ulos vain pulssijono, jolloin anturin todellista asemaa ei tiedetä. Tämän vuoksi liikeakseli joudutaan ajamaan aina käynnistettäessä kotiasemaan.



Kuva 10: Pulssianturin rakenne

Absoluuttianturin tärkein ominaisuus on bittimäärä. Bittien lukumäärästä riippuu anturin erottelukyky. Tyypillisiä bittien lukumääriä ovat esimerkiksi 12, 14, 20 ja 24 bittiä. 24-bittinen absoluuttianturi pystyy erottelamaan 2^{24} eli 16 777 216 asemaa kun taas 4-bittinen anturi pystyy erottelamaan 16 eri asemaa. Absoluuttianturissa ei tarvita referenssiajoja ja anturissa on useita erilaisia koodaustapoja (mm. binääriluku, gray ja binäärisedimaali). Tiedonsiirto tapahtuu pulssianturissa rinnakkain tai sarjamuotoisesti. Pulssianturi mittaa akselin kulmaa ja pyörimisnopeutta. (Koivuviita, 1997)



Kuva 11: Absoluuttianturin koodikiekk

3.4.2 Kokoonpanoon valittu pulssianturi

Yleensä anturien valinnassa tulee ottaa huomioon monia eri toiminnallisia asioita samoin kuin myös ei-toivottuja tekijöitä. Näitä seikkoja ovat esimerkiksi mitattava suure, mittausalue, mittaustarkkuus ja toistettavuus, mekaaninen koko, mekaaniset ja sähköiset suojausmahdollisuudet ja hinta. Pulssianturin on oltava sellainen, että sillä pystyy mittaamaan järjestelmän arvoja helposti ja mahdollisimman tarkasti. Erilaisilla lisäominaisuuksilla kuten ruostumattomalla teräksellä tai eri IP-luokilla ei tässä järjestelmässä ole merkitystä.

Kokoonpanoon valittiin SIKO:n IG16-optinen pulssianturi (kuva 12), jonka käyttöalue on maksimissaan 1024 pulssia/kierros ja maksimi pyörimisnopeus on 12000 1/min. Tämän pulssianturin etuja on sen kompakti ulkomuoto ja edullinen hinta. Pienin tunnistettava kääntymä on 0,35 astetta.



Kuva 12: SIKO IG16-optinen pulssianturi

4 Käyttöönotto

Beckhoffin servomoottorin käyttöönotto tapahtuu TwinCAT3-ohjelmiston avulla. Käyttöönotossa on neljä eri vaihetta. Ensimmäiseksi laitteisto tunnistetaan TwinCAT3-ohjelman avulla. Tämän jälkeen laitteisto konfiguroidaan eli laitteiston parametrit laitetaan niin sanotusti kohdalleen. Kolmantena vaiheena käyttöönotossa on servokäytön viritys. Säädin viritetään toimimaan halutulla tavalla. Virityksen tavoitteena on määrittää käytölle selkaiset parametrit, että haluttu toiminta tapahtuu tarkoituksenmukaisesti. Toiminnan tulisi tapahtua mahdollisimman nopeasti, tarkasti ja stabiilisti. Säätimessä on virta-, nopeus- ja asemansäätöpiirit. Virtasäätöjä ei yleensä kannata muuttaa, koska ne latautuvat moottorin tunnistuksen yhteydessä automaattisesti. Virityksessä on tärkeää varmistaa, että vahvistimen virta tai moottorin maksimivirta eivät rajoita moottoria virityksen aikana. Virityksen aikana moottori saattaa pitää outoa ääntä. Tästä ei kannata välittää. Se johtuu virran värähtelystä, eikä riko moottoria lyhyellä aikavälillä. Mitä löysempi liitos moottorilla on mekaniikkaan tai kevytmekaniikkaan, sitä pienempi nopeussäätäjän vahvistus. Ensin viritetään nopeussäätäjä, minkä jälkeen viritetään tarvittaessa asemansäätöpiiri.

Viimeisenä vaiheena on käytön ohjauksen laadinta. Ohjauksessa laitteelle voidaan määrittää ohjelmoinnin avulla erilaisia ohjelmia, joiden mukaan laitteisto toimii. Ohjelmoinnin avulla voidaan suorittaa testi- tai virityksiliikkeet. Järjestelmälle voidaan myös asettaa rajat, nopeudet, dynamiikka ja esimerkiksi kotiin ajo. Ohjelman laadinnassa täytyy ottaa huomioon se, kuinka varsinainen ohjaus tapahtuu ja millainen on sen käyttöliittymä. Ohjaus tapahtuu I/O moduulien kautta. Käyttöliittymä voi sijaita PC:n näytöllä tai esimerkiksi kosketusnäytön ruudulla. Näihin se voidaan toteuttaa Beckhoffin tarjoaman visualisoinnin avulla. Ohjaus toteutetaan usein PLC-ohjelman avulla. Ohjelman laatiminen on tyyppillistä PLC-ohjelmointia, mutta akselin konfiguroinnissa ja liikkeen toteuttamisessa käytetään erillisen kirjaston funktioblokeja. Käyttöönotosta laadittiin uudet käyttöohjeet (liite 1).

5 Yhteenveto

Työssä saatiin suunniteltua ja osittain käyttöönotettua servojärjestelmä. Työ jäi kesken-eräiseksi ajan puutteen takia, mutta tämä antaa opiskelijoille mahdollisuuden toteuttaa järjestelmä loppuun. Servojärjestelmä antaa mahdollisuuden toteuttaa myös muita ideoita. Tähän päästiin sillä, ettei laitteistoa rakennettu valmiiksi. Servomoottoriin on helppo lisätä erilaisia sovelluksia, eikä pulssianturi ole näin ollen ainut vaihtoehto. Tämä antaa opetuskäyttöön tulevalle laitteistolle paljon mahdollisuuksia.

Käyttöönotto tapahtui tyhjällä moottorilla, jonka virittäminen ei ole mielekäästä. Käyttöohjeiden laatiminen onnistui tästä huolimatta hyvin ja niistä tuli selkeät ja havainnollisemat kuin edellisistä ohjeista.

Lähteet

Beckhoff . 2015. Online-tietokanta. Päivitetty 16.4.2015. <http://www.beckhoff.com>. Luettu 4.3.2015.

Hanhisalo, Harri. 2008. *Servomoottorin ohjain*. Insinööriytyö. Kajaanin Ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala, Tietotekniikan koulutusohjelma.

Koivuviita, Kalevi. 1997. *Ohjaustekniikka, anturitekniikan perusteet*. Verkkodokumentti. http://personal.inet.fi/yritys/kkov.eduserver/yhteinen/anturitekniikka3_54_84.pdf. Luettu 6.3.2015.

Pesu, Jouko. 2010. *Putkenkattaisukone*. Opinnäytetyö. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto.

Savolainen, Jari. 2011. *Pulssianturi*. Verkkodokumentti. Päivitetty 28.4.2011. <https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/Pulssianturi>. Luettu 4.3.2015

Savolainen, Jari. 2012. *AC- ja DC-servokäytöt ja sovellusalueet*. Verkkodokumentti. Päivitetty 9.10.2012. <https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=44959828>. Luettu 4.3.2015

SKS. Online-tietokanta. 2015. http://www.sks.fi/www/_asema-etaisyysanturit&id=pulssianturit-siko. Luettu 5.3.2015.

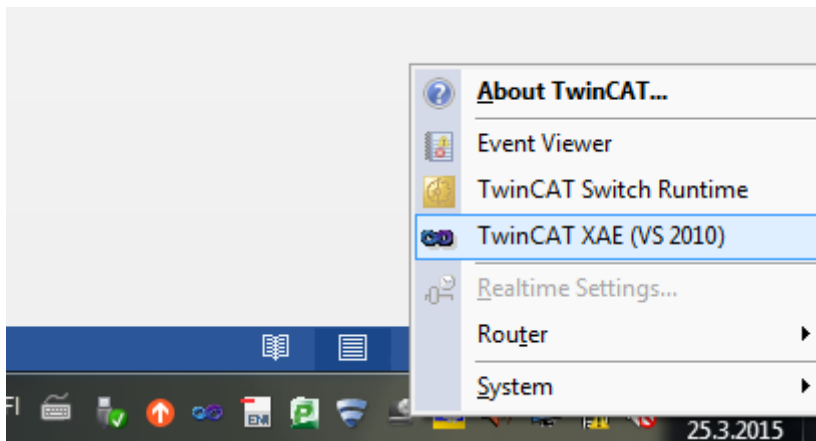
Käyttöönotto-ohjeet

Laitteiden skannaaminen

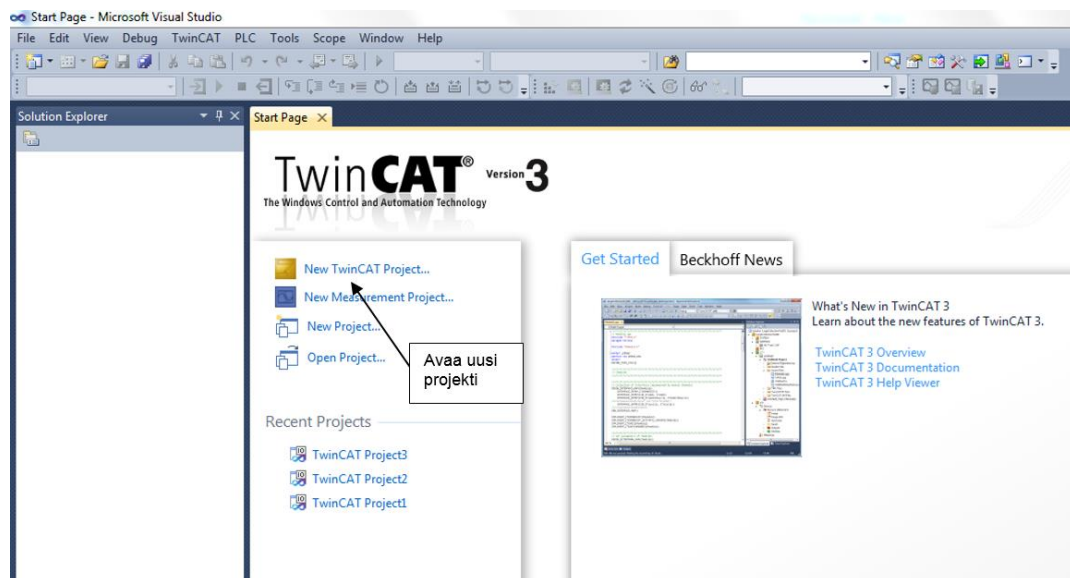
Avaa TwinCat3-ohjelma Windows-tehtäväpalkista



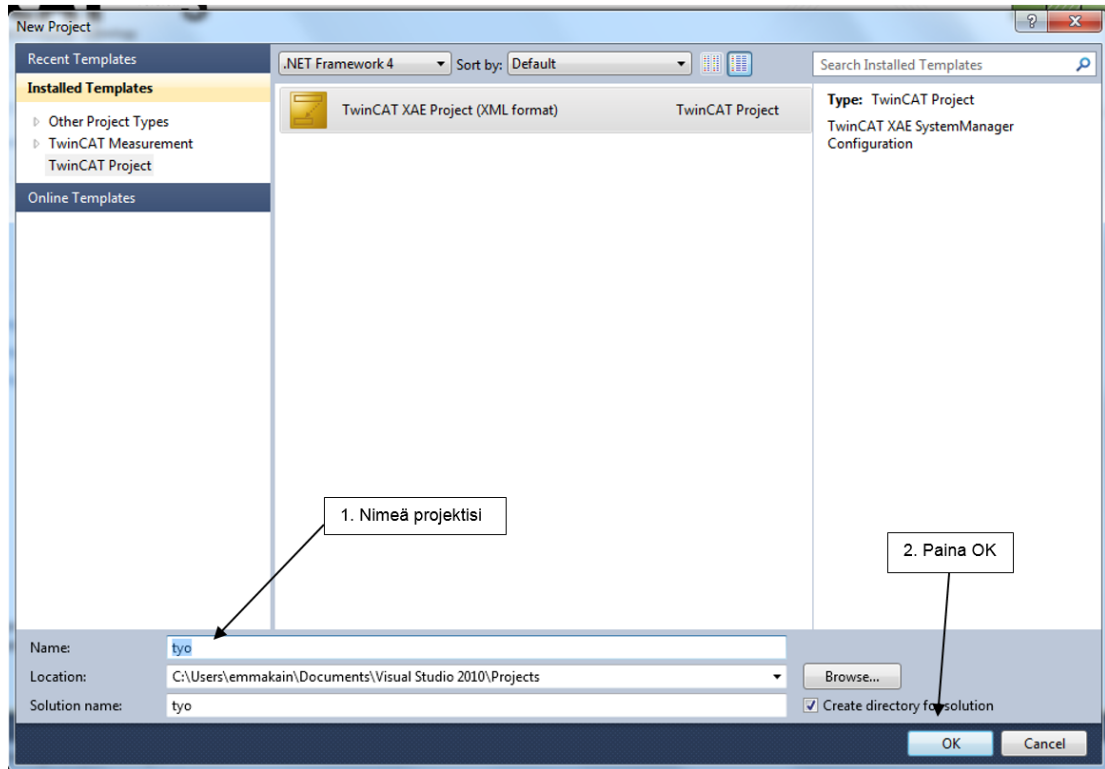
Kuva 1: Tehtäväpalkissa oleva symboli TwinCat3-ohjelmalle



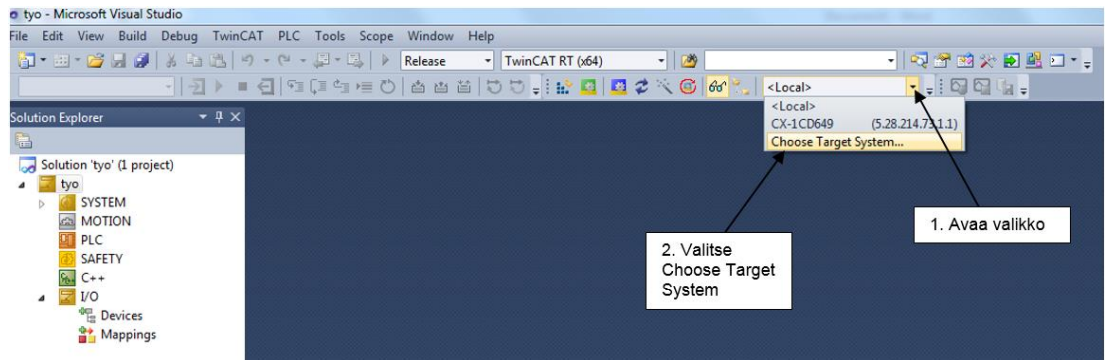
Kuva 2: Avaa TwinCat3



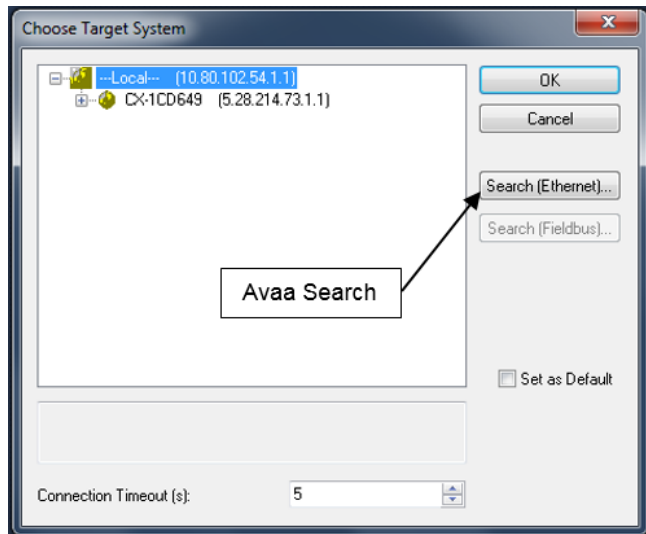
Kuva 3: Avaa uusi projekti



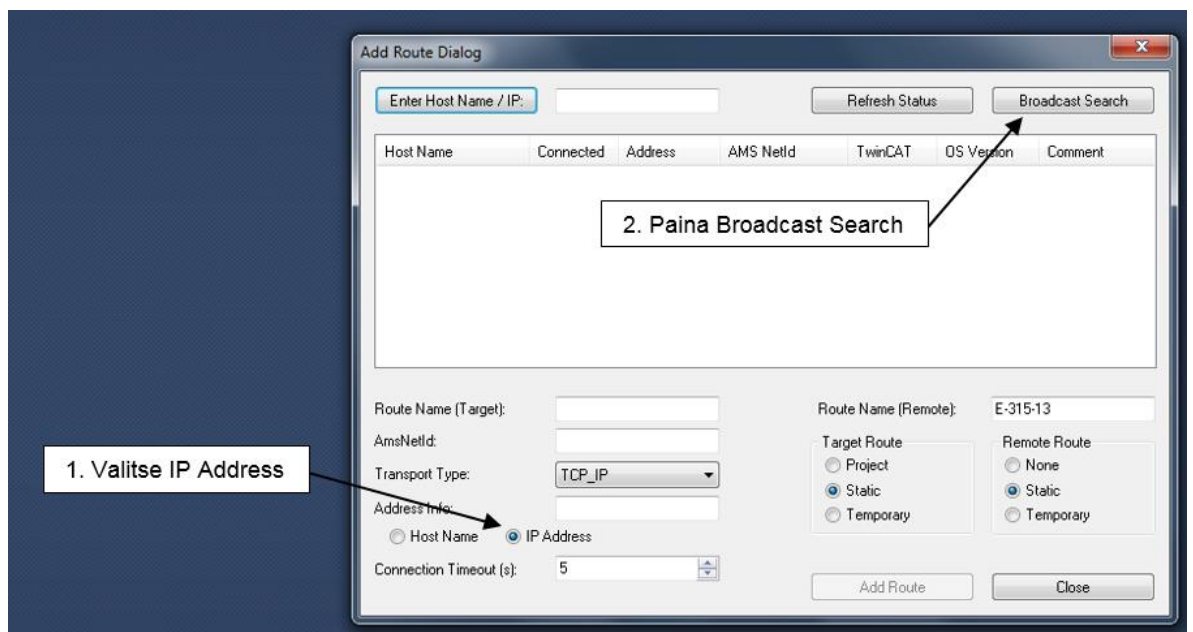
Kuva 4: Anna projektille nimi



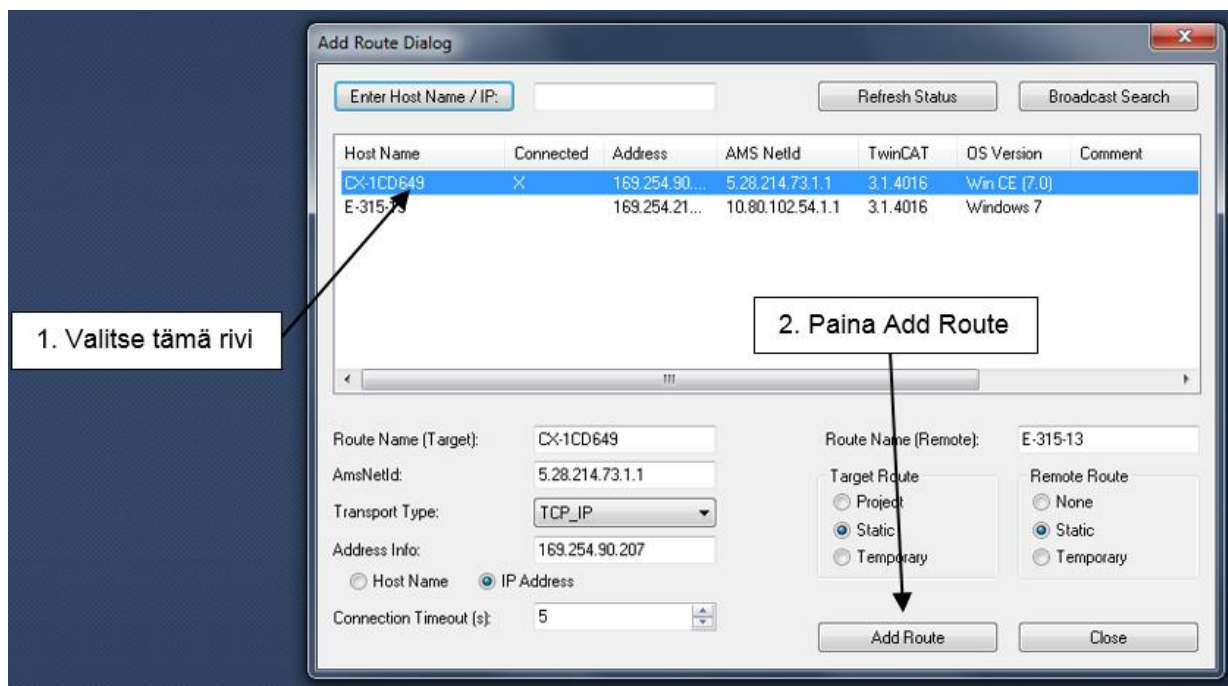
Kuva 5: Valitse Choose Target System



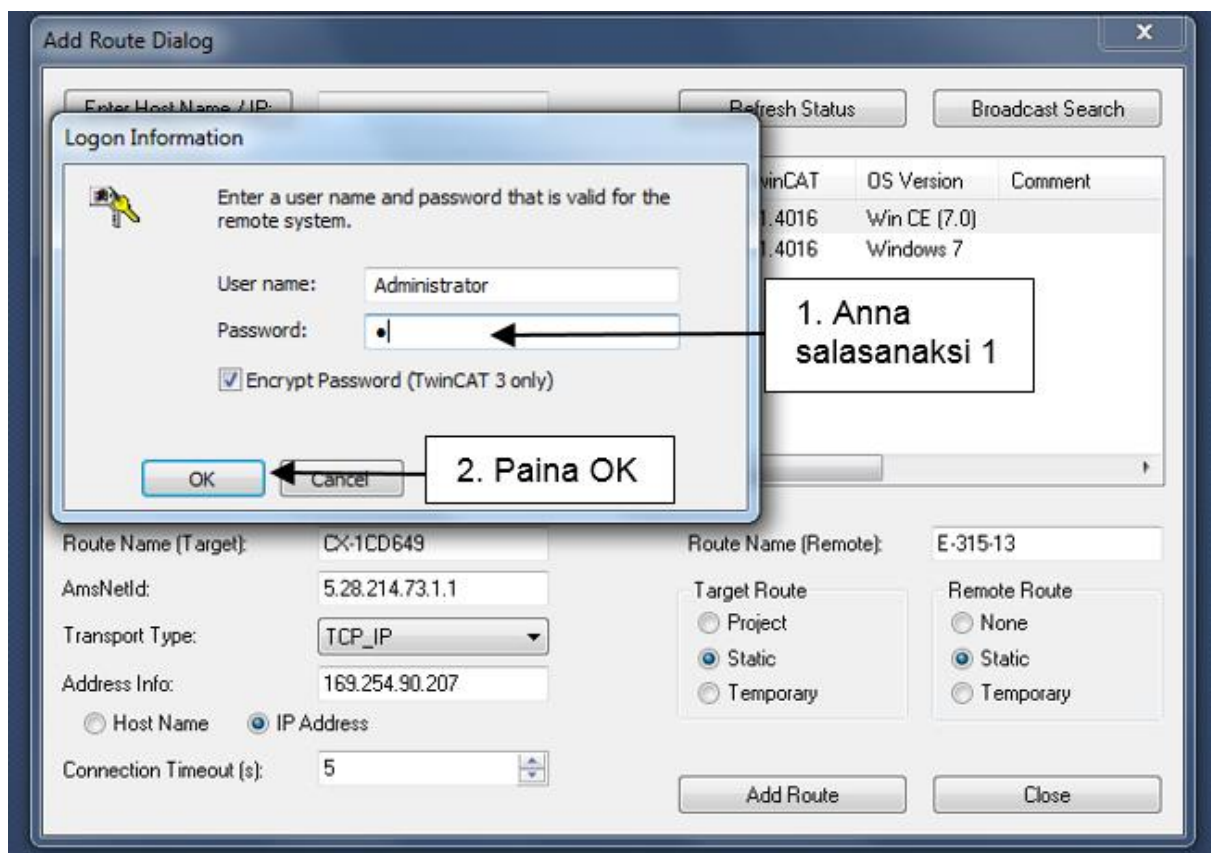
Kuva 6: Etsi Ethernet



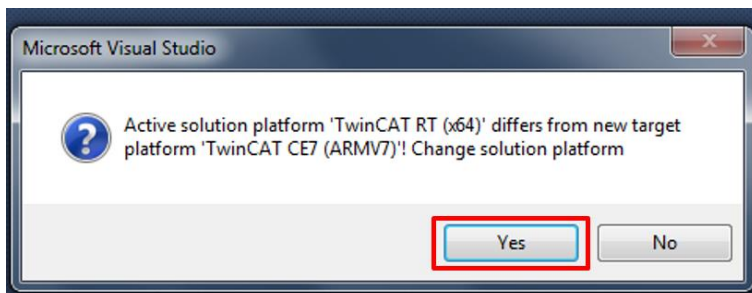
Kuva 7: Valitse IP Address ja paina Broadcast Search



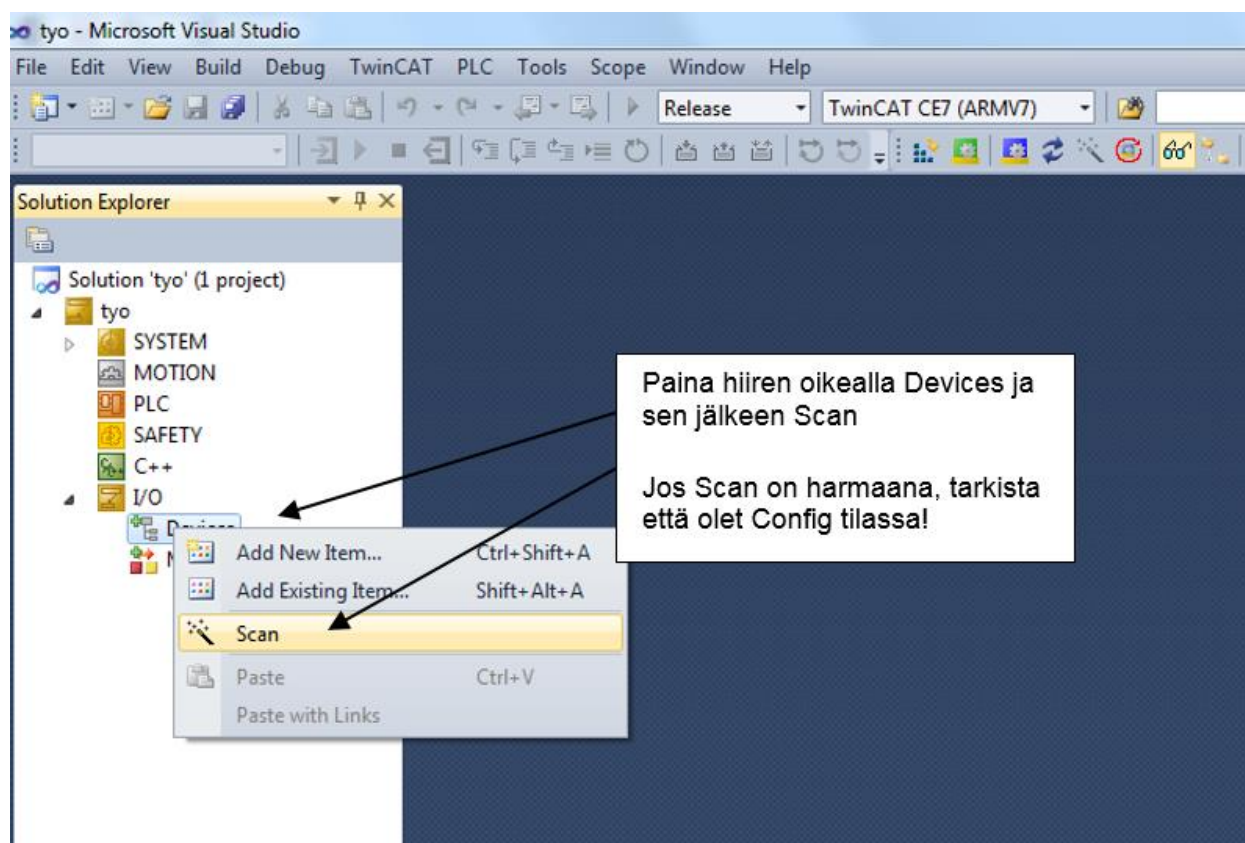
Kuva 8: Löydetyt kohteet, valitse oikea



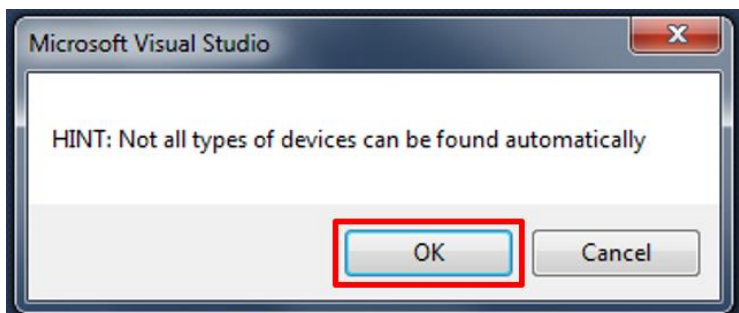
Kuva 9: Anna salasanaksi 1



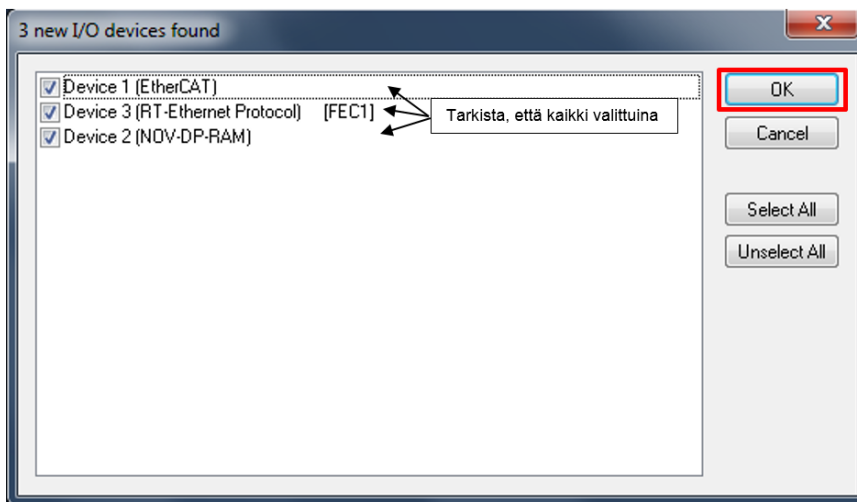
Kuva 10: Paina Yes



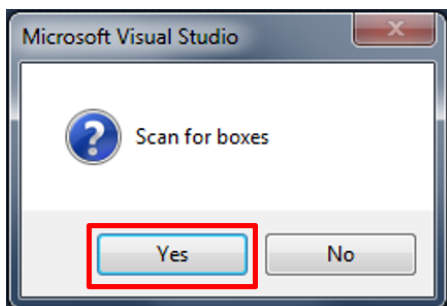
Kuva 11: Skannaaja laitteet



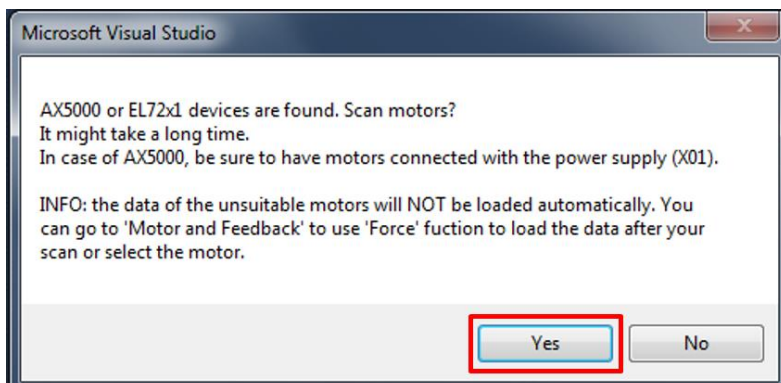
Kuva 12: Kaikki laitteet eivät välttämättä löydy automaattisesti



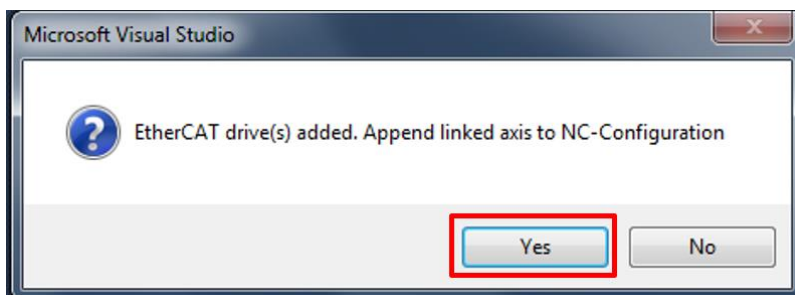
Kuva 13: Valitse kokoonpanon laitteet



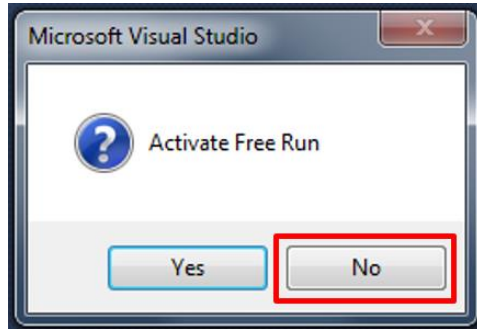
Kuva 14: Skannaaja boksit



Kuva 15: Skannaaja moottorit

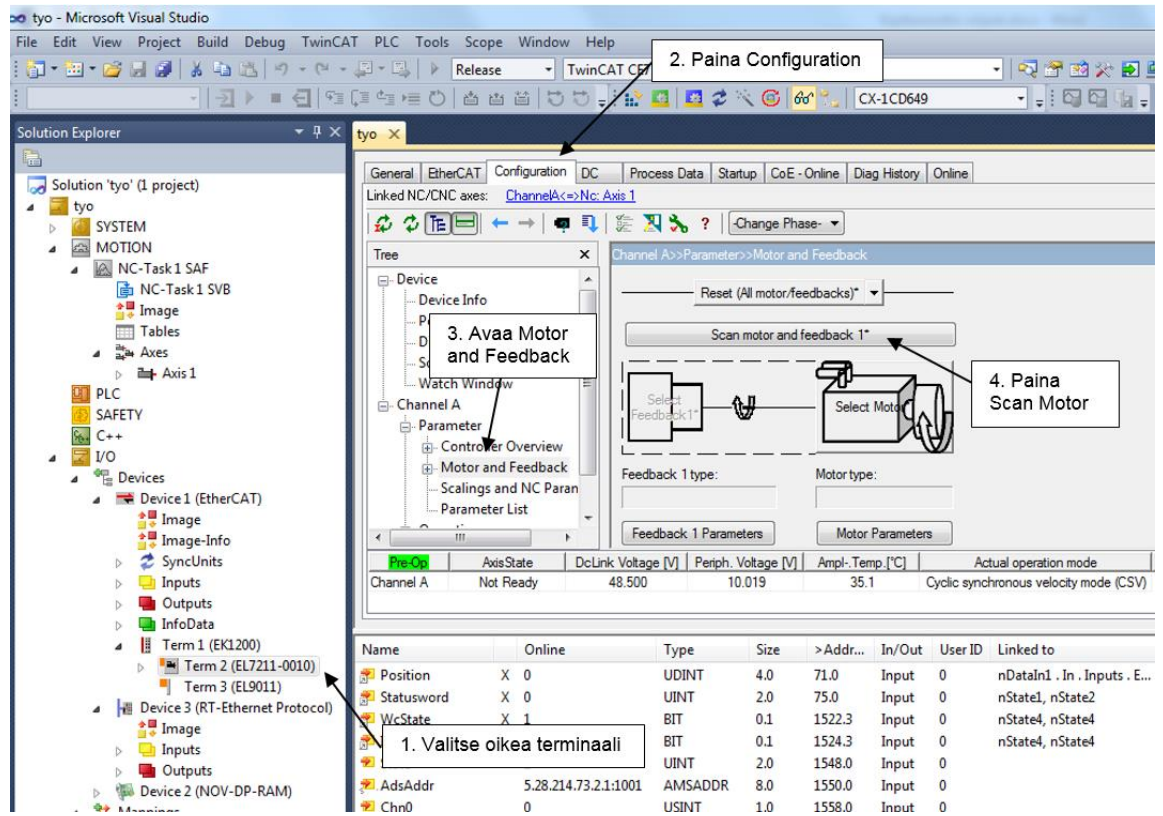


Kuva 16: NC-konfigurointi

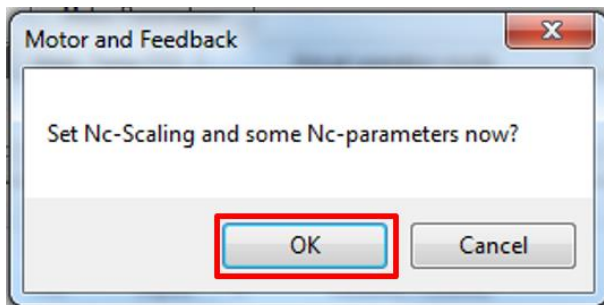


Kuva 17: ÄLÄ aktivoi freerun-tilaa

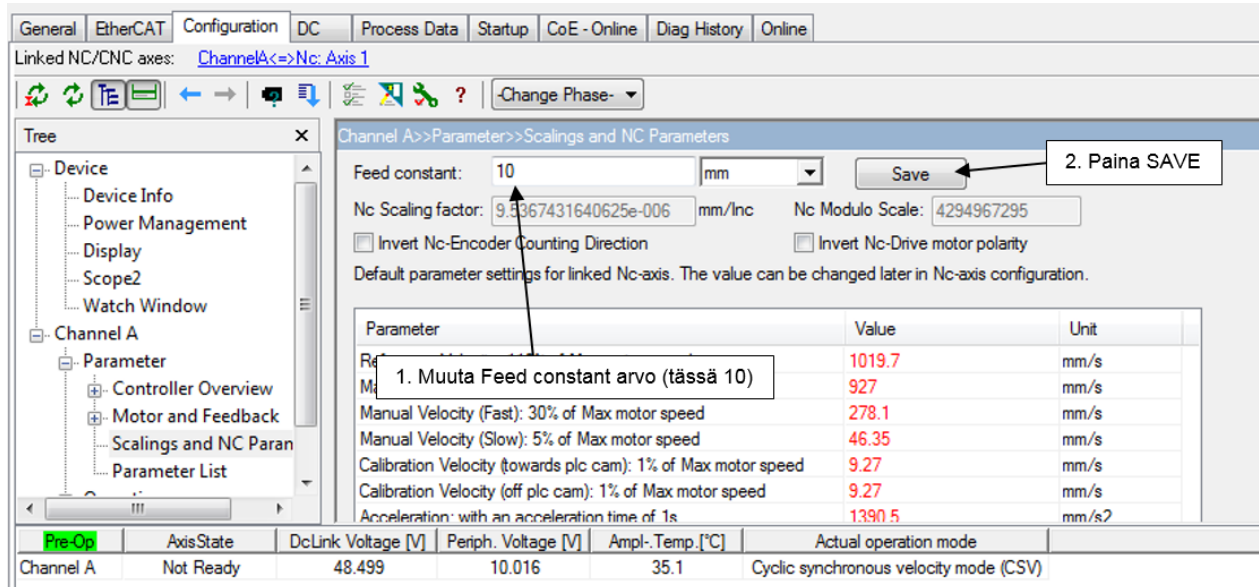
Laitteen konfigurointi



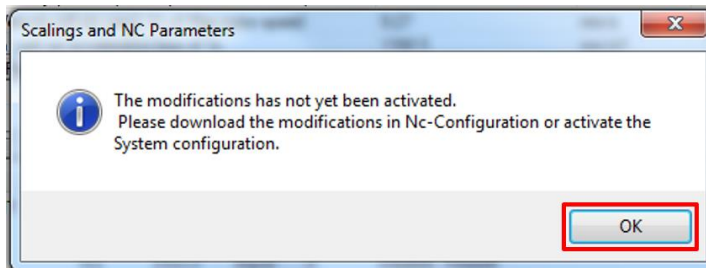
Kuva 18: Moottorin skannaaminen



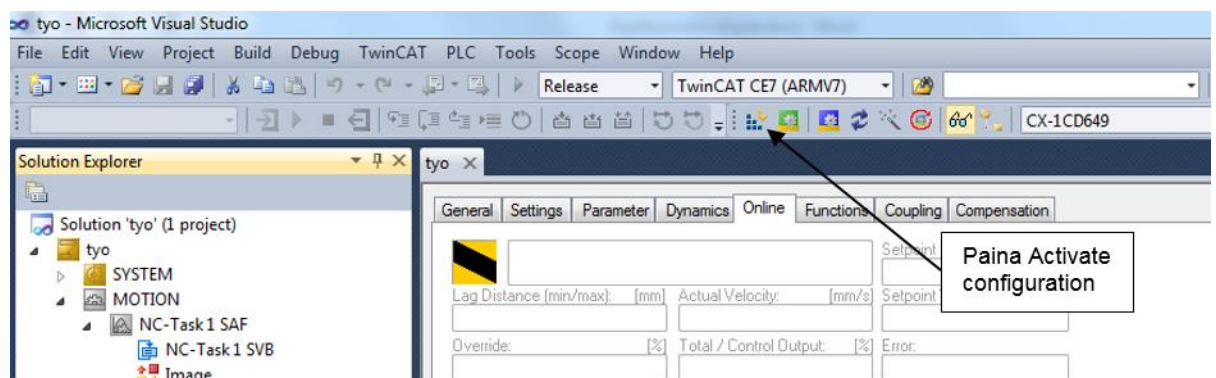
Kuva 19: Parametrien asettaminen



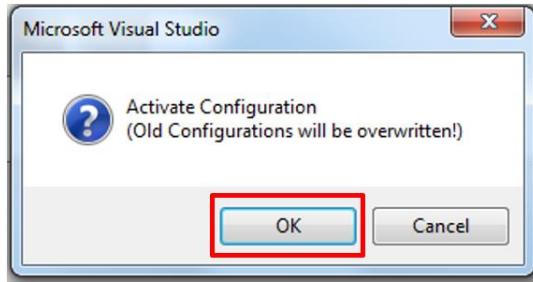
Kuva 20: Muuta arvoksi 10 mm



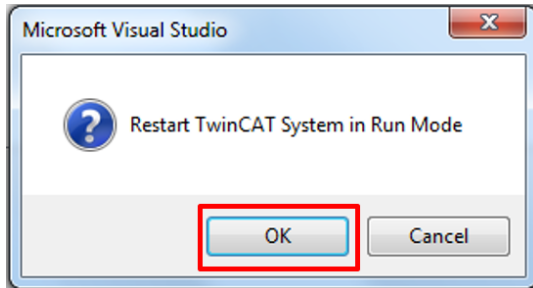
Kuva 21: TwinCAT pyytää aktivoimaan konfiguroinnin



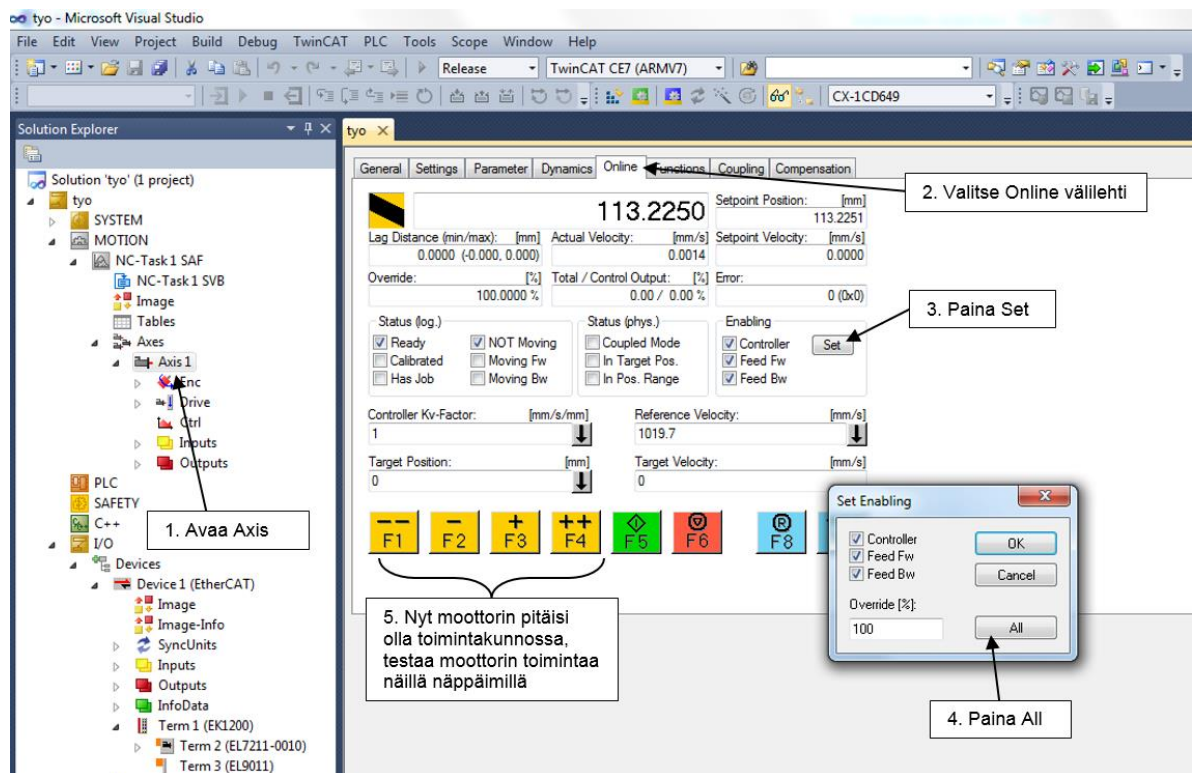
Kuva 22: Aktivoi konfiguraatio



Kuva 23: Paina OK

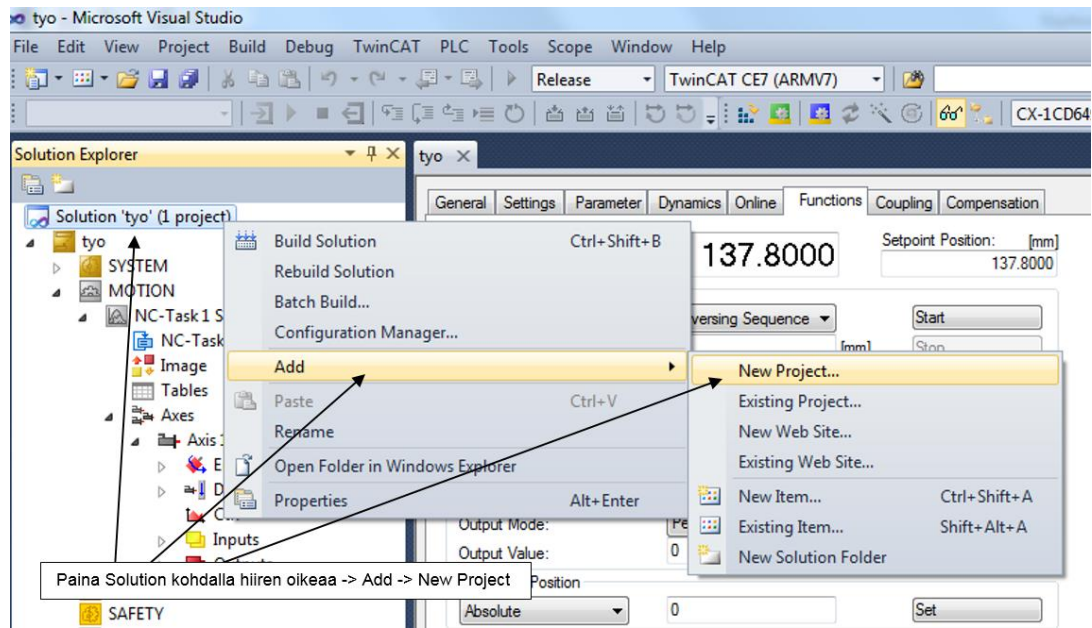


Kuva 24: TwinCAT menee Run-tilaan

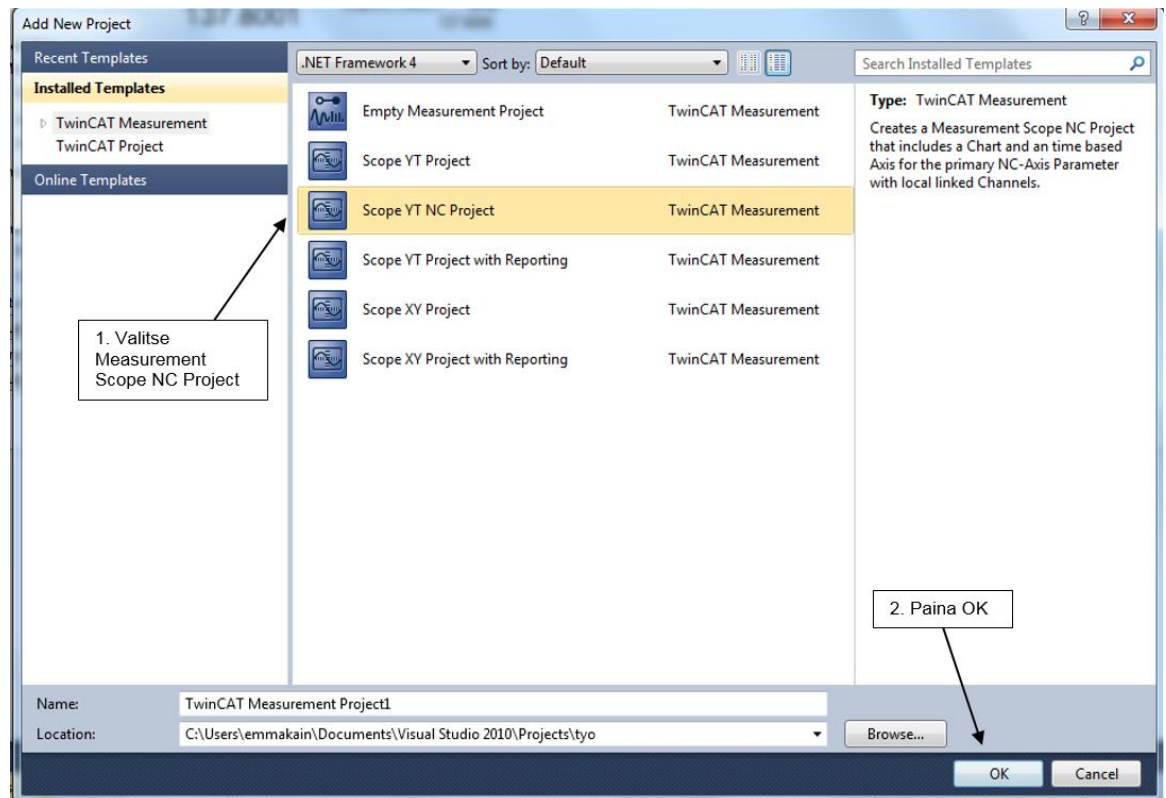


Kuva 25: Moottorin testaaminen

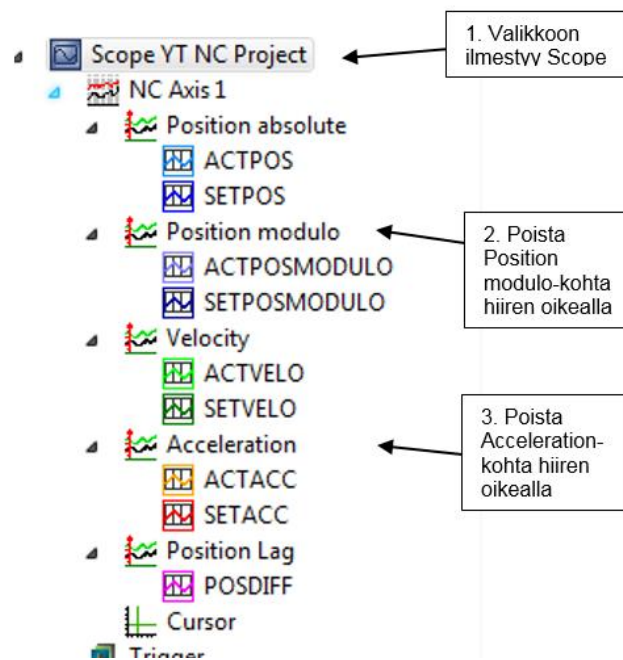
SCOPE:n lisäykset



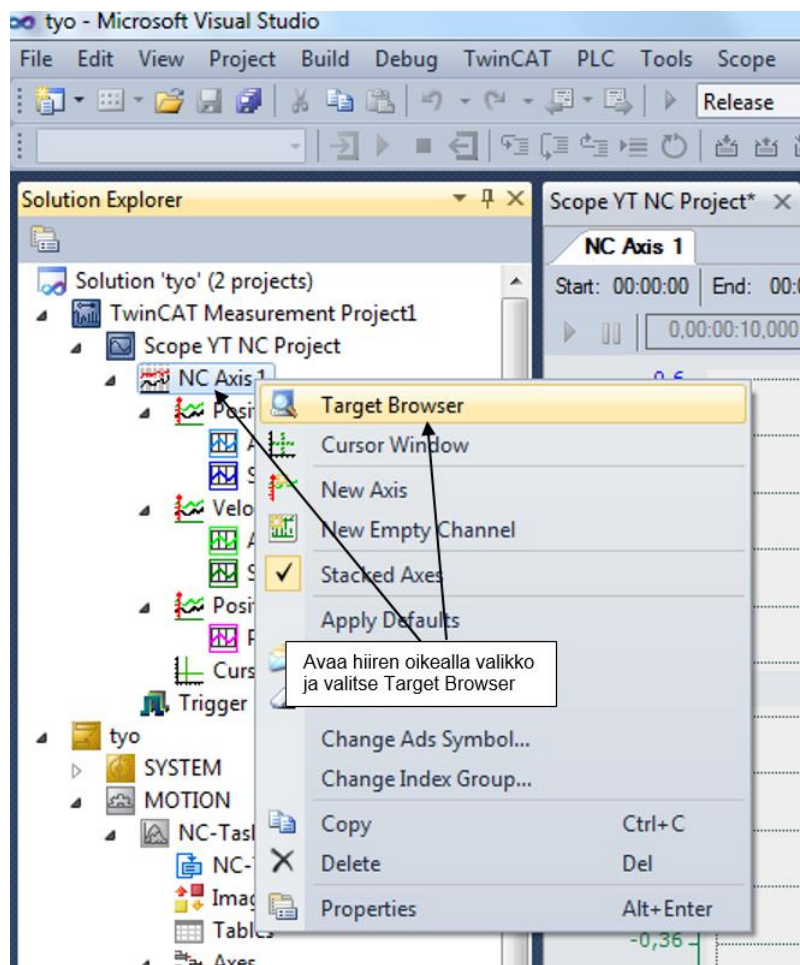
Kuva 26: Lisää uusi projekti



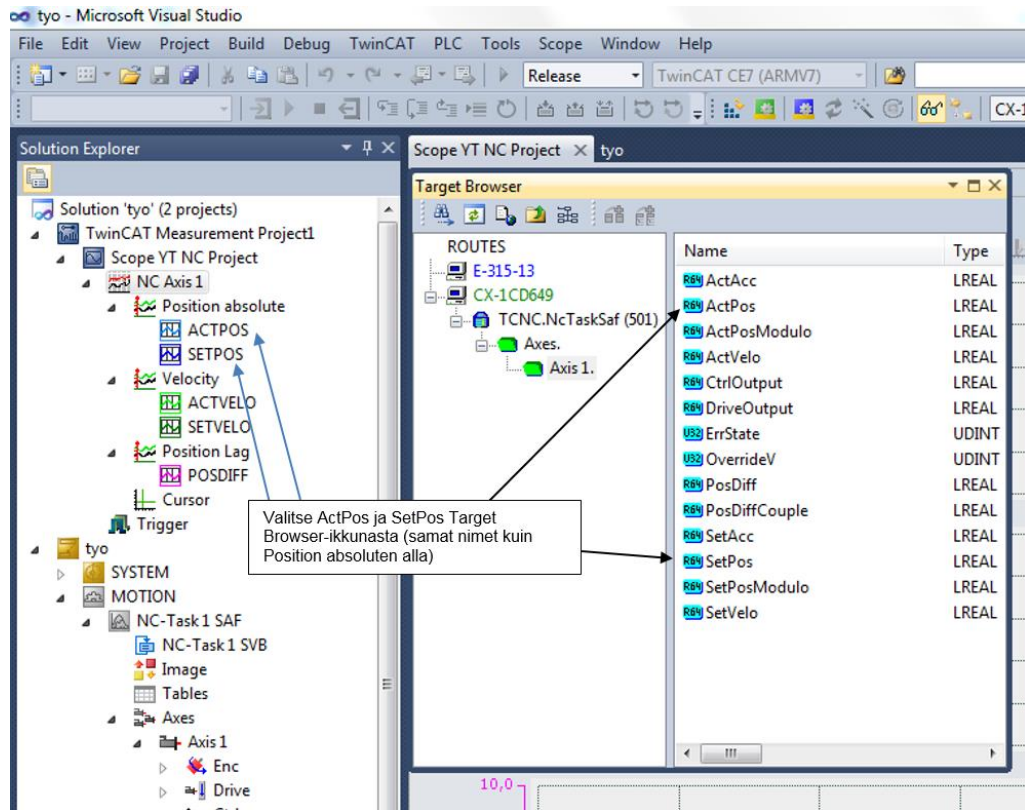
Kuva 27: Valitse oikea Scope



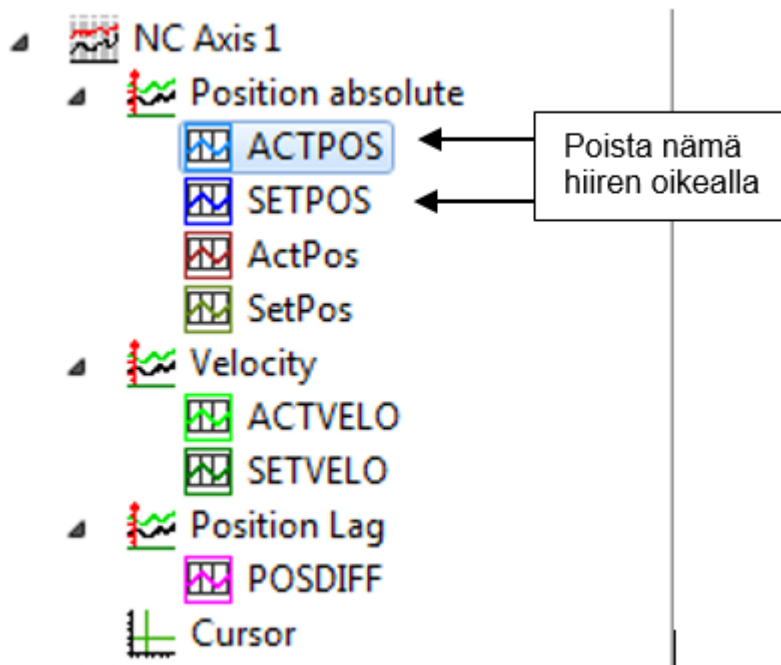
Kuva 28: Kun Scopet on lisätty oikein, valikkoon ilmestyy Scope-projekti



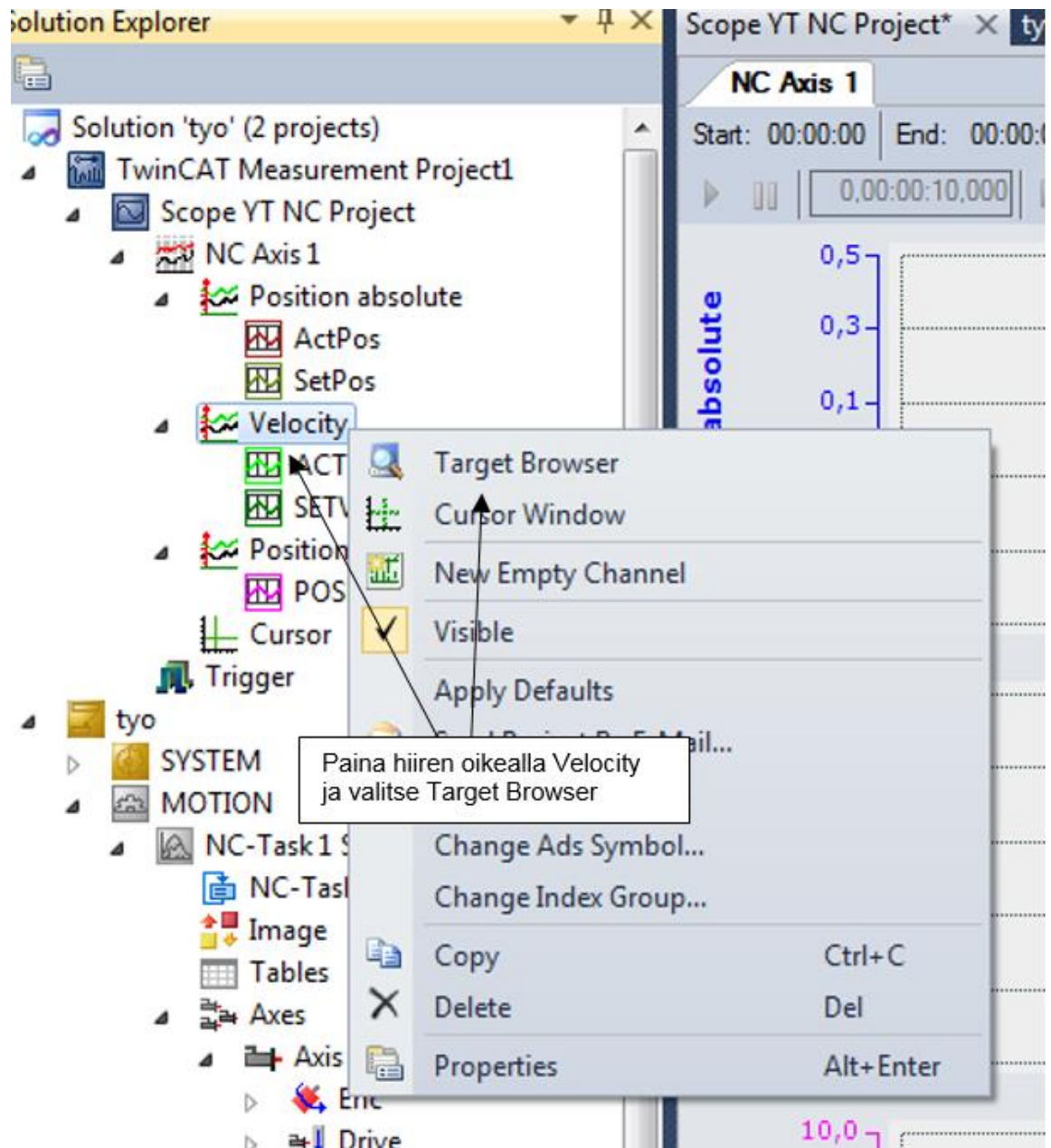
Kuva 29: Avaa Target Browser



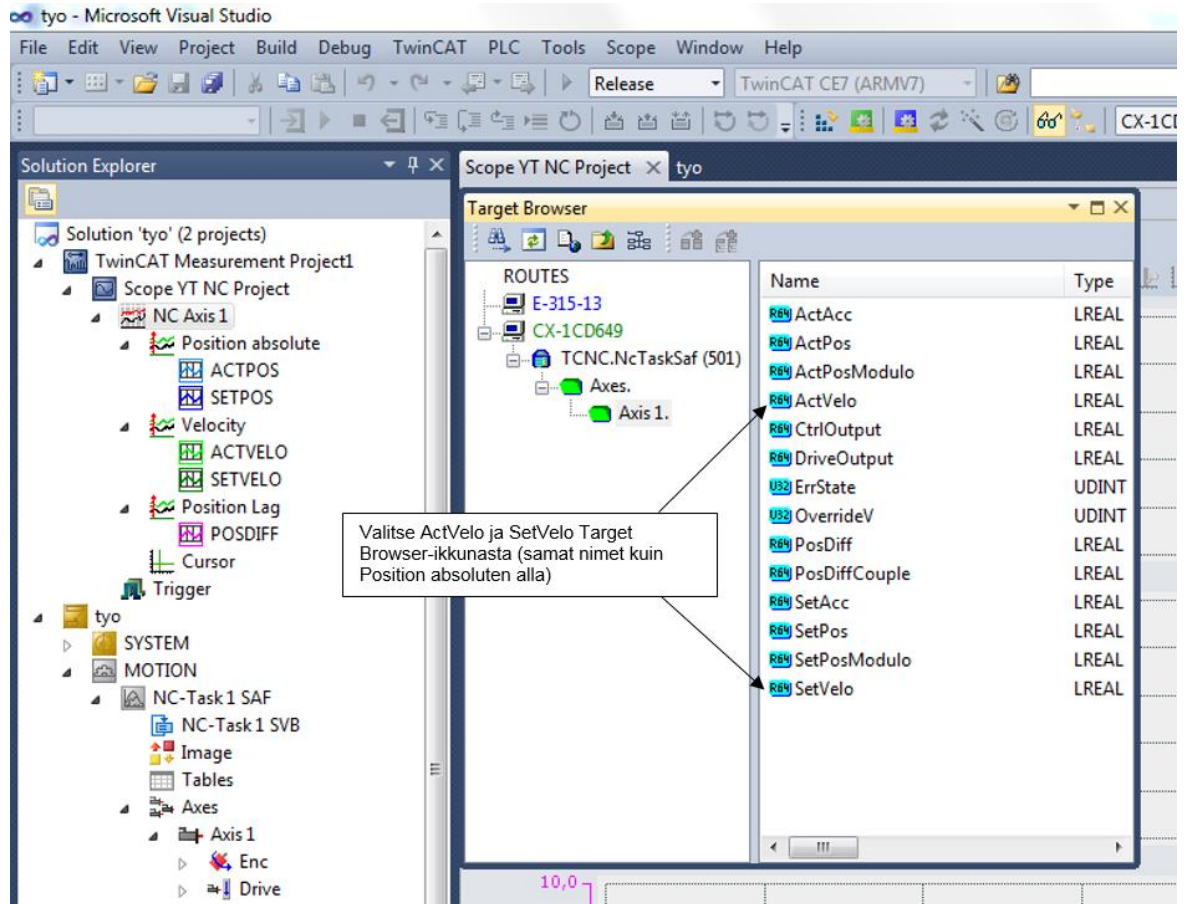
Kuva 30: Valitse samat nimet, jotka lisätään listaan



Kuva 31: Poista isolla kirjoitetut



Kuva 32: Tee sama Velocity-kohtalle



Kuva 33: Tee lisäykset ja poistot kuten aiemmin, tee sama myös viimeiselle Position Lag-kohdalle

Tämän jälkeen Scopet on lisätty oikein TwinCatiin, jolloin nopeussäätäjää pystytään viirtämään.