

Ville Pihlajaniemi, Ville-Antti Simanainen

Exertus-ohjausjärjestelmän soveltaminen Hiab-nosturin ohjaamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

8.5.2015

Tekijät Otsikko	Ville Pihlajaniemi, Ville-Antti Simanainen Exertus-ohjausjärjestelmän soveltaminen Hiab-nosturin ohjaamisessa
Sivumäärä Aika	29 sivua + 3 liitettä 8.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Koneautomaatio
Ohjaaja	Lehtori Heikki Paavilainen
<p>Insinööriyön aiheena oli tutustua Exertus Oy:n valmistamiin ja kehittämiin moduuleihin ja ohjelmiin, soveltaen se Metropolia Ammattikorkeakoulun hydraulikkalaboratorion Hiab-nosturiin ja luoda Guitu 3 -ohjelmalle käyttöönotto-ohjeet.</p> <p>Työ suoritettiin perehtymällä tekijöille ennalta tuntemattoman Exertuksen MID070S-moduuliin ja Guitu 3 -ohjelmaan. Projektissa järjesteltiin uudelleen nosturin työpiste ja luotiin Hiabin langattoman järjestelmän rinnalle uusi Exertuksen kiinteä ohjainsauvoilla ohjattava järjestelmä.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin aikatauluun nähden käyttöönotto-ohje sisältäen hyvät pohjatiedot ohjelmien luomiseen ja toimiva ratkaisu nosturin ohjaamiseen, joita voidaan käyttää pohjana tulevaisuuden projekteissa. Työn tulos mahdollistaa hyvät lähtökohdat järjestelmän parantamiseen ja jatkosovellutuksiin.</p>	
Avainsanat	Exertus, Hiab, Guitu 3, Canto 2, ohjausjärjestelmä

Authors Title Number of Pages Date	Ville Pihlajaniemi, Ville-Antti Simanainen Application of Exertus Control System in the Use of Controlling Hiab Crane 29 pages + 3 appendices 8 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Machine Automation
Instructor	Heikki Paavilainen, Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to study the modules and programs manufactured and developed by Exertus Oy and to apply these in the use of controlling the Hiab crane located in hydraulics laboratory in Metropolia University of Applied Sciences. In addition, the objective was also to create a startup manual for Guitu 3 software.</p> <p>The study was carried out by studying MID070S module and Guitu 3 software developed by Exertus Oy which was unfamiliar to the authors prior to the start of this project. In this project, the crane's workspace was rearranged and a new Exertus control system operated by joysticks was installed alongside with Hiab's original wireless control system.</p> <p>As a result, in relation to the timetable, a decent startup manual including good basics to create programs with Guitu 3 and a working solution to control the crane were made, which can be used as a basis for future projects. The result of this work offers good base information for developing the system and its extensive applications.</p>	
Keywords	Exertus, Hiab, Guitu 3, Canto 2, control system

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Nosturin järjestelmä kuvaus	2
2.1	Hiab-järjestelmä ja hydraulikkalaitteet	2
2.2	Exertus	5
2.2.1	Moduuli MID070S	5
2.2.2	Guitu 3	7
2.2.3	Canto 2	7
3	Ohjausjärjestelmän suunnittelu ja testaus	7
3.1	Vanhojen järjestelmien purkaminen ja järjestely	7
3.2	Suunnittelu	7
3.3	Testaus	9
3.4	Exertus-laitteistoon tutustuminen ja laitteistokoulutus	12
3.5	Exertus-laitteiston liitännälliset järjestelyt	13
4	Käyttöönotto	14
4.1	Laitteiston käyttöönotto	14
4.2	Guitu 3 käyttöönotto-ohje	16
4.2.1	Aloitus ja moduulin valinta	16
4.2.2	Wiring Diagram	19
4.2.3	Window Design	22
4.2.4	Skriptit	25
4.2.5	Variables	26
4.2.6	Konfiguraatitiedoston luonti	27
5	Yhteenveto	28
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. MID070S kytkentäkaaviot	
	Liite 2. Hydraulikkakaavio	

Liite 3. Sähkökaavio

Lyhenteet

CAN	Controller Area Network
FBD	Function Block Diagram
LS	Load Sensing
PNP	N-doped semiconductor between two layers of P-doped material
PMW	Pulse Width Modulation
RTC	Real Time Clock
SD	Secure Digital
TFT	Thin Film Transistor
USB	Universal Serial Bus
VGA	Video Graphics Array
WVGA	Wide VGA

1 Johdanto

Exertus Oy on vuonna 2003 perustettu riippumaton palveluyritys, jonka päätavoite on auttaa asiakkaitaan tekemään omista tuotteistaan älykkäämpiä järjestelmäkokonaisuuksia. Yrityksen ydinsaamista on CAN -väylällä hajautettujen koneenohjausjärjestelmien kokonaisvaltaiseen hallintaan toteutetut ratkaisut. Exertus Oy:n palvelukonseptiin kuuluu järjestelmien esisuunnittelua, konsultointia, määrittelyä, suunnittelua, toteutusta, koulutusta ja ylläpitoa.

Hiab on tieliikenteen kuormankäsittelyssä maailmanlaajuinen markkinajohtaja. Hiab on Cargotec-konsernin tuottama brändi, jonka asiakaskunta on laaja ja johon kuuluu niin isoja kansallisia kuin pieniä paikallisia yrityksiä. Pääosa Hiabin liiketoiminnasta koostuu suuresta määrästä yksittäisiä pieniä tilauksia. Yrityksellä on asiakaskuntaa yli sadassa maassa ja se on näkyvästi esillä Euroopan, Keski-Idän ja Afrikan (EMEA), Pohjois- ja Etelä-Amerikan sekä Aasian ja Tyynenmeren markkinoilla. Vuonna 2013 yhtiön myynti ylsi 841 miljoonaan. Yhtiö työllistää noin 2700 henkilöä yhteensä 35 maassa, mukaan lukien Ruotsin, Yhdysvallat, Suomen, Espanjan, Irlannin, Englannin ja Puolan.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on Exertus Oy:n kehittämällä ohjausjärjestelmällä yhteen sovittaa Metropolia Ammattikorkeakoulun hydraulikkalaboratorion tiloissa käytettävä Hiab-nosturi ja luoda Exertuksen kehittämästä Guitu 3 -graafisesta käyttöliittymästä soveltava käyttöönotto-ohje. Työhön sisältyi perehdytyskoulutustilaisuus Seinäjoella Exertus Oy:n tiloissa, missä esiteltiin yrityksen valmistamat ohjelmistot ja erilaisia järjestelmän komponentteja.

Insinööriyö suoritettiin uudelleen järjestelemällä ja purkamalla työpisteeseen kuulumattomat vanhat järjestelmät pois, niin että toimiva Hiabin oma langaton järjestelmä jätettiin paikoilleen. Työhön kuului laitteiston liitännälliset järjestelyt, järjestelmän testausta ja koekäyttöä.

2 Nosturin järjestelmä kuvaus

2.1 Hiab-järjestelmä ja hydraulikkalaitteet

Hiabin nosturi ja ohjausjärjestelmä sijaitsevat Metropolia Ammattikorkeakoulun hydraulikkalaboratoriossa (kuva 1). Hiabin 022-2LM -kappaletavarannosturi ja sen ohjaus on toteutettu XSDrive-kaukohallintalaitteilla. Nosturi on varustettu Space 4000 -turvallisuusjärjestelmällä. Nosturin päähän on kytketty kiinteästi 300 kg kuorma.



Kuva 1. Hiab nosturi

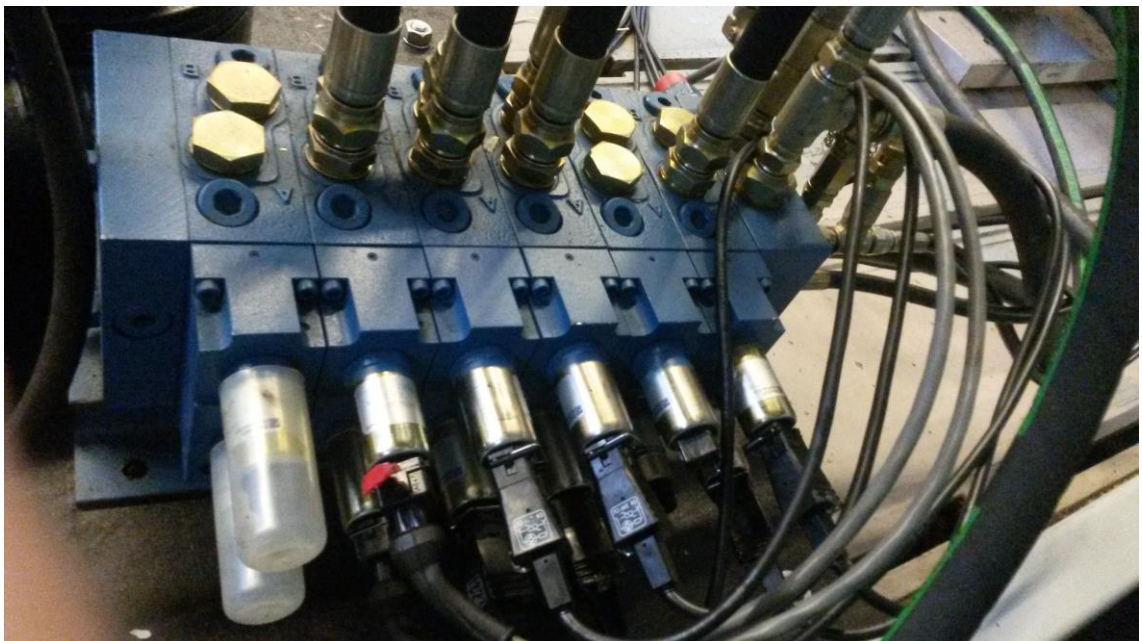
Nosturia ohjaa Bosch Rexrothin M4 mobilekäyttöön suunniteltu lohkoventtiili, joka vaatii pulssinleveysmoduloidun ohjausvirran toimiakseen. Lohkoventtiilistä on käytössä 4 karalohkoa, joilla ohjataan pääpilaria, puomia, kääntöä ja teleskooppiä. Pääpilarin sylinterin ohjaus on paineistettu vain yhteen suuntaan ja paluu tapahtuu ulkoisten voimien vaikutuksesta. Muissa sylintereissä venttiiliin molemmille puolille ohjataan syöttöpaine. Järjestelmän syöttöpaineen tuottaa A10VSO-hydrauliikkapumppu, jolla saadaan aikaiseksi

noin 60 l/min tilavuusvirta. Nosturin toimintaan riittää 10 l/min tilavuusvirta, joten täydellä teholla nosturin liikkeet ovat todella nopeat venttiilin karan ollessa ääriasennossa, tämä voidaan kuitenkin korjata ohjelmallisesti rajoittamalla karojen liikealuetta. Pumpun säätö tapahtuu hydraulisesti, eli käytössä on kuormantunteva säätö. LS-säädössä (Load Sensing) virtausta säädetään sellaiseksi, että syöttöpaine kasvaa säätimellä määrätyn paine-eron verran (n. 17 bar) suuremmaksi kuin suurin kuormanpaine. Pumpun säätö olisi myös mahdollista toteuttaa sähköisesti paineanturilla, jolloin värähtely liikkeissä pieneneisi.

Bosch Rexroth M4-12 on korkeapainekäyttöön suunniteltu mobilelohkoventtiili (kuva 2), joka on varustettu kuormantuntevalla säädöllä ja proportionaaliventtiileillä. Lohkoventtiili soveltuu liikkuvaan käyttöön ja useisiin tarkkuutta ja voimia vaativiin lastaus- ja nostinjärjestelmiin. Venttiilin jokaisen lohkon LS-säätöä voi muuttaa toisistaan riippumatta.

Lohkoventtiilin ominaisuuksia:

- suurin venttiilille ohjattava tilavuusvirta 150 l/min
- suurin vallitseva paine 150 bar



Kuva 2. Lohkoventtiili

Bosch Rexroth A10VSO -säätilavuuspumppu (kuva 3) on varustettu kuormantuntevalla (LS) säädöllä, myös sähköinen säätö paineanturin avulla on mahdollista. Pumpun säädin ohjaa tilavuusvirtaa säätämällä pumpun vinolevyä.

Säätilavuuspumpun ominaisuuksia:

- suurin jatkuva paine 280 bar
- suurin hetkellinen paine 350 bar
- suurin kierrosnopeus 2200 rpm
- suurin tilavuusvirta 150 l/min
- suurin teho 93 kW



Kuva 3. Säätilavuuspumppu

2.2 Exertus

2.2.1 Moduuli MID070S

Moduuli MID070S on älykäs monitoiminen ohjausyksikkö (kuva 4). Moduuli omaa monipuolisen liityntäraajapinnan ja ideaaliset ominaisuudet toimia koneen ohjausjärjestelmän keskusyksikkönä. MID070S on myös varustettu tulo- ja lähtötoiminnollisuudella.



Kuva 4. MID070S-moduuli

MID070S ominaisuuksia:

- käyttöjännite 9 - 24 VDC
- käyttölämpötila-alue -30...+85 °C
- vesi- ja pölytiivis kotelointi (IP67)
- Linux-käyttöjärjestelmä
- 7" WVGA TFT -värinäyttö 800x480 resoluutiolla
- 2 * CAN 2.0 B
- 2 * RS323-sarjaporttiliityntää
- Ethernet 10/100 Base T
- 4 videotuloa
- akkuvarmennettu reaaliaikakello (RTC)
- SD-muistikorttipaikka
- valinnaisvarusteena sisäänrakennettu kauko-ohjaus

MID070S tulo- ja lähtöominaisuudet:

- 8 analogista tuloa (analogiatulojen tyyppi on valittavissa ohjelmallisesti; V / mA)
- ohjelmallisesti valittava referenssijännite (3,3V / 5V)
- 13 on/off-tuloa (8 taajuustuloa)
- 16 PWM-virtalähtöä (max 2,7A)
- jokainen lähtö toimii samalla tulona (yhteensä 37 PNP tuloa)
- jokainen tulo ja lähtö kestävät oikosulun maadoitukseen tai käyttöjännitteeseen

2.2.2 Guitu 3

Guitu 3 on Exertuksen kehittämä työkalu graafisen käyttöliittymän toteuttamiseksi. Guitu mahdollistaa Exertuksen näyttötuotteiden käyttöliittymien toteutuksen ilman rajoituksia. Työkalu käyttää ohjelmointikieltä, joka on hyvin samankaltainen IEC 61131-3 FBD -ohjelmoinnin kanssa. FBD-ohjelmointia käytettäessä valmiiden ohjausfunktioiden kanssa on mahdollista toteuttaa monipuolisia ohjauksia pienellä sovelluskoodin määrällä.

2.2.3 Canto 2

Canto 2 on Exertuksen kehittämä ohjelmisto CAN-väylän konfigurointiin ja huoltoon. Cantoa käytetään siirtämään ohjelma ohjausjärjestelmään, parametrien säätöön ja CAN-väylän monitorointiin ja nauhoittamiseen. Canto mahdollistaa minkä tahansa CAN 2.0A / 2.0B -standardiin perustuvan CAN-väylän viestiliikenteen tarkkailun.

3 Ohjausjärjestelmän suunnittelu ja testaus

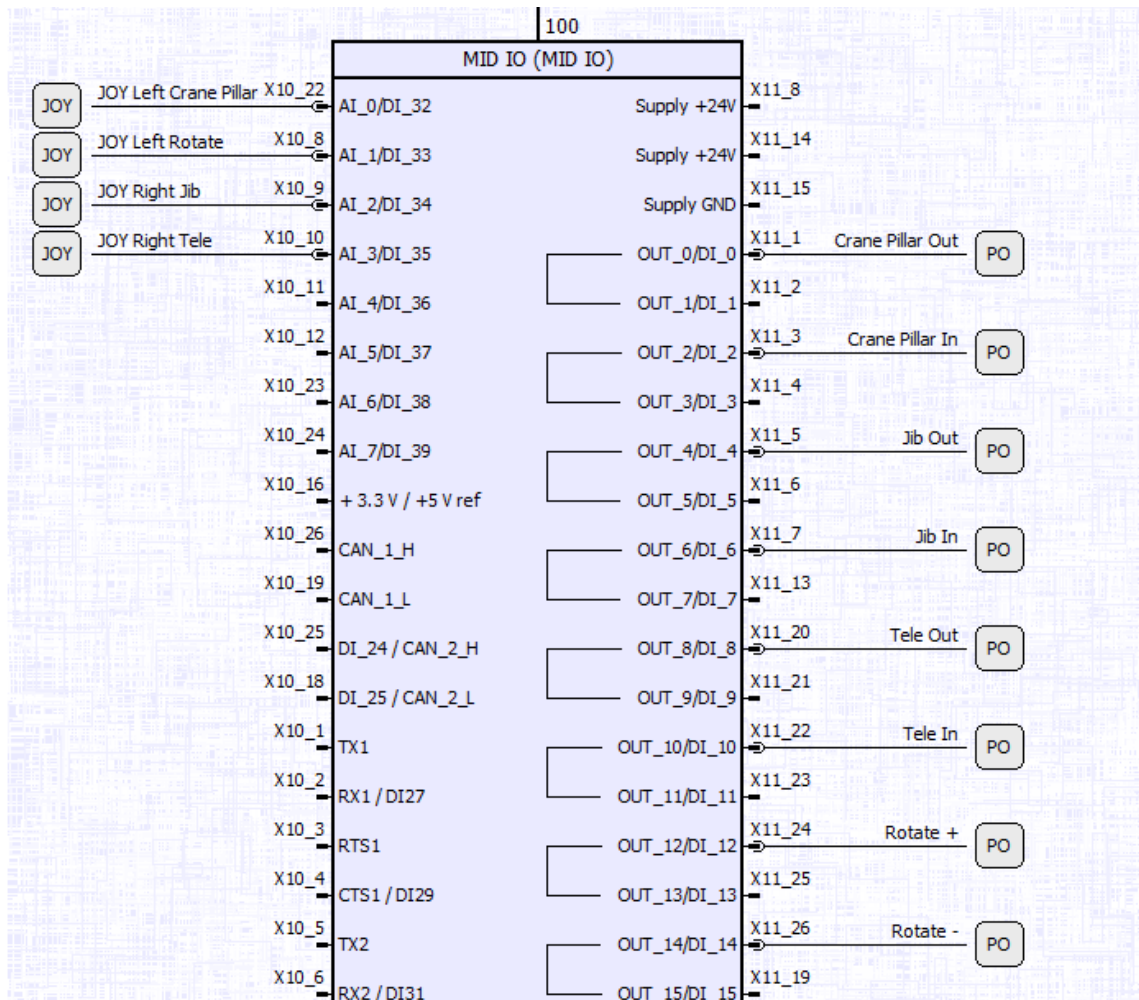
3.1 Vanhojen järjestelmien purkaminen ja järjestely

Opinnäytetyön ensimmäinen vaihe oli purkaa Hiab 022-2LM -nosturiin liittyen ylimääräinen johdotus ja anturointi, joita on aikaisemmin käytetty Metropolia Ammattikorkeakoulun harjoitustöissä nosturin liikkeiden ja voimien analysointiin. Työpiste järjesteltiin uudestaan käyttäjäystävällisemmäksi. Järjestelmään jätettiin jäljelle vain nosturin alkupe-
räinen langaton ohjausjärjestelmä ja sen toiminnallisesti vaativat kriittiset komponentit.

3.2 Suunnittelu

Nosturille suunniteltiin ohjausjärjestelmä Exertus Oy:n MID070S-moduulilla alkuperäisen langattoman lisäksi. Ohjausvirran valinta tapahtuu liittimen vaihdolla ohjausjärjestelmien välillä. Alkuperäisessä langattomassa järjestelmässä nosturin kääntö on turvallisuuden vuoksi jätetty kokonaan kytkemättä, MID070S -moduulilla ohjattaessa voidaan kääntö kytkeä päälle sille tarkoitetulla kaapelilla kiinnittämällä liitin kiinni. Moduulin kytkentöjen suunnittelu lähdöille ja tuloille määritettiin niiden tarkoituksen mukaan. MID070S sisältää 8 analogista tuloa, joista 4 varattiin ohjainsauvoille ja loput 4 pinniä

jätettiin vapaaksi mahdollisesti tulevaisuudessa lisättäviä asema- tai paineantureita varten (kuva 5). Ylimääräisiin analogisiin tulo pinneihin (X10_11, X10_12, X10_23, X10_24) valmistettiin johdotus valmiiksi. Pulssinleveysmoduloituja lähtöjä moduuli sisältää 16 kpl, joista 8 varattiin lohkoventtiilien ohjaamiseen. Järjestelmän käyttöjännitteen tuottaa 24V tasajännitteinen maksimissaan 12A ulosotolla varustettu virtalähde.



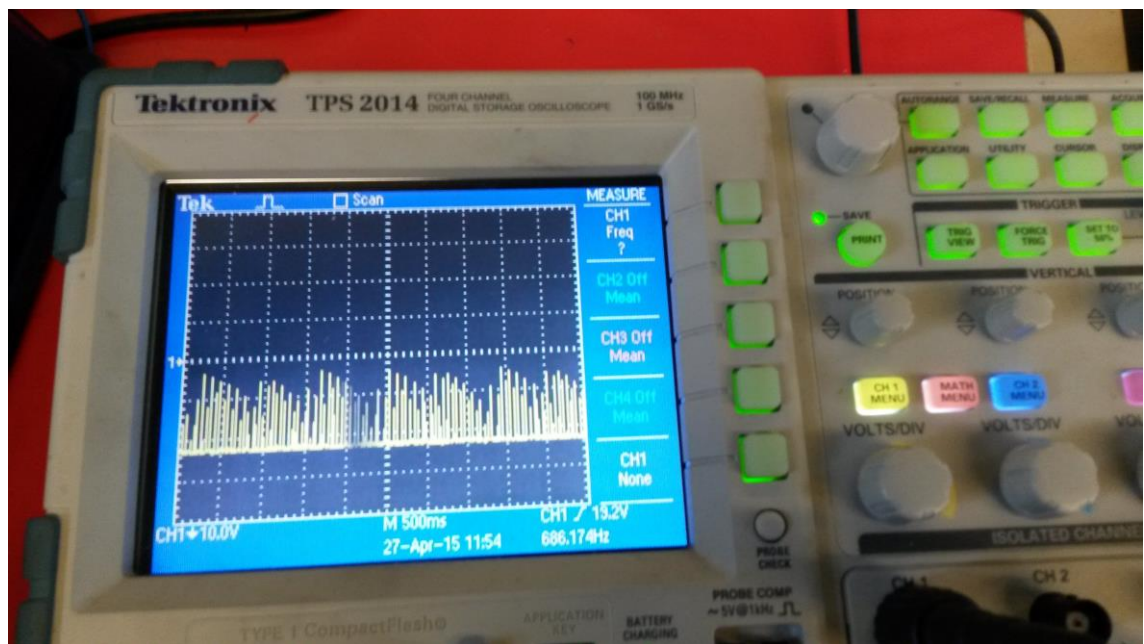
Kuva 5. MID070S-moduulin kytkennät

Ohjelmallisesti suunniteltiin skripti, jolla ohjainsauvoilta tuleva signaali ohjaa sille määritetyn venttiilin karaa vaaditulle puolelle, sekä määrittää ohjainsauvojen aktiivisen liikealueen. Lohkoventtiilien karoja ohjaaville PWM-ulostulovirroille määritettiin ohjelmassa myös erilliset maksimiarvot sylintereiden liikenopeuksien rajoittamiseksi, näitä arvoja muuttamalla nosturin ohjaaminen kalibroidaan sopivaksi.

3.3 Testaus

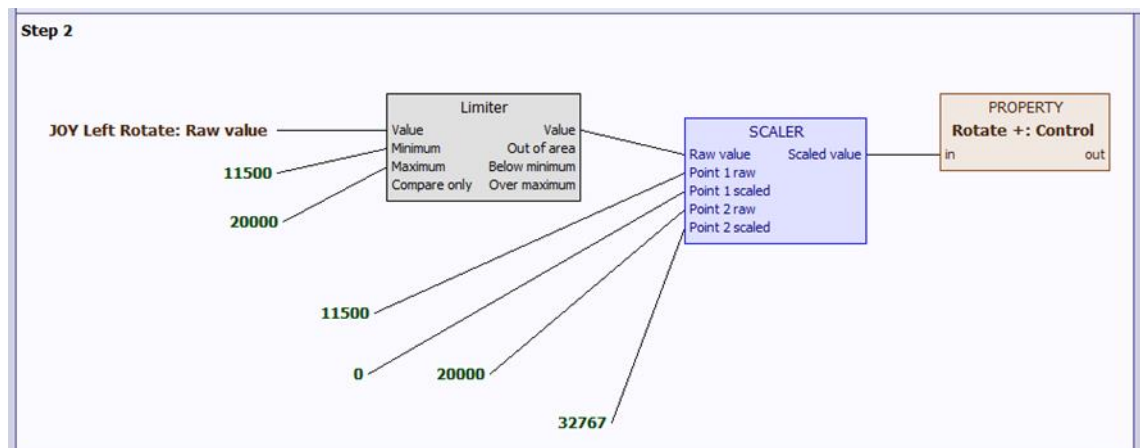
Järjestelmän koestaminen aloitettiin mahdollisimman yksinkertaisella ohjelmalla. Ensin tutkittiin vain ohjainsauvojen takaisinkytkennän raaka-arvoja, joista määritettiin sauvojen halutut ohjausalueet rajoittamalla ja skaalaamalla arvoja. Tavoitteena oli saada ohjausvirta kulkemaan vain yhdelle puolelle venttiilin karaa kerrallaan sekä määrittää ohjainsauvoille katvealue.

Ohjelmaa kehitettiin eteenpäin ja ohjainsauvojen virrat ohjattiin moduulin läpi PWM-lähdöiksi ohjaamaan lohkoventtiilin karoja. Tässä vaiheessa ohjausvirtaa verrattiin Hiab-nosturin alkuperäisen ohjausjärjestelmän lähettämään ohjausvirtaan (kuva 6). Kun pulsinleveysmoduloitu ohjausvirta saatiin vastaamaan haluttua, päästiin kokeilemaan ja kalibroimaan Hiab-nosturin liikkeitä.



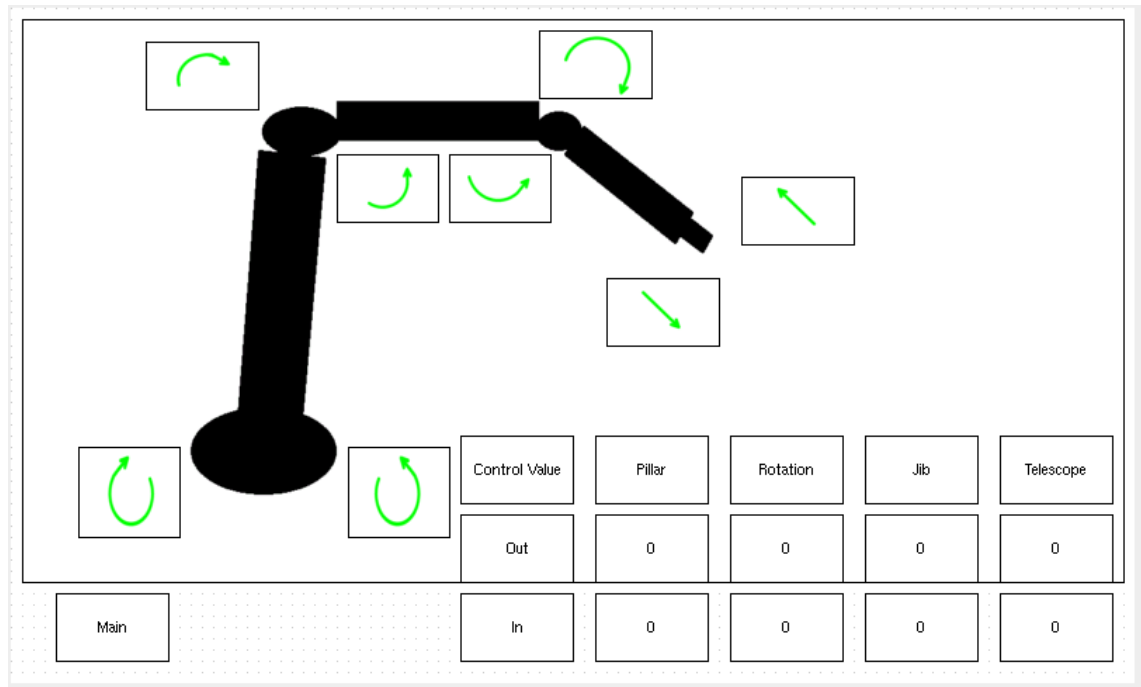
Kuva 6. Ohjausvirran kuvaaja oskilloskoopissa

Ohjelmaan tehtiin kuvan 7 mukainen skripti puomin-, varren-, teleskoopin- ja käännönsylinterin molemmille puolille. Nosturin sylintereitä ohjaa yhteensä 8 kpl kuvan 7 kaltaista skriptiä pienin eroavaisuuksin. Ohjainsauvan akselilta saadaan raaka-arvoa ääriasennosta ääriasentoon noin 0 - 20 000 nollakohdan ollessa noin 10 500 kohdalla. Aluksi *Limiter*-blokki rajaa ohjainsauvan raaka-arvon 11 500 ja 20 000 välille tai vastaavasti sylinterien toiselle puolelle 0 ja 9 500 välille. Arvo 9 500 ja 11 500 välissä on tehty ohjainsauvan virheen poistamiseksi, jottei sauvojen keskialueen välitys saa nosturia liikkumaan tahattomasti. *Scaler*-blokille määritetään arvoväli, joka skaalataan käyttäjän valitsemaan mittakaavaan. Arvojen rajaamisen jälkeen arvot skaalataan *Scaler*-blokilla niin, että 11 500 vastaa arvoa 0 ja 20 000 vastaa arvoa 32 767. Vastaavasti sylinterien palauttavalla puolella 9 000 vastaa arvoa 0 ja 0 vastaa arvoa 32 767. Näin saadaan ohjainsauvan molemmat akselin suunnat lähtemään moduulista lohkoventtiilille arvolla 0 - 32 767 niin, että molemmat sylinterin suunnat eivät voi olla samaan aikaan aktiivisia.



Kuva 7. Ohjauksen rajaaminen ja skaalaus

Ohjelmaa alettiin parannella graafisesti ja toiminnallisesti, kun oli todettu että kaikki liikkeet ja kytkennät toimivat niin kuin pitää. Moduulin näytölle suunniteltiin valikkorakenne nosturin ohjausta, tietojen analysointia ja arvojen kalibrointia varten. Ohjausnäytölle lisättiin graafinen kuva nosturista sekä väriä vaihtavat nuolet osoittamaan liikesuuntia niin, että vihreä kuvaa aktiivista liikesuuntaa ja muutoin nuoli pysyy punaisena (kuva 8).



Kuva 8. Ohjausnäyttö

Tietojen analysointia varten tehtävään ikkunaan lisättiin nosturin eri osille tietolaatikat ohjainsauvojen raaka-arvoille, venttiilin karojen lasketulle ohjauksivirralle ja kaikille muille tiedoille, jotka helpottivat liikkeiden lopullista kalibrointia (kuva 9). Kalibrointi-ikkuna lisättiin valikkorakenteeseen, mutta jätettiin tyhjäksi kiireellisen aikataulun vuoksi. Tähän ikkunaan oli tarkoitus lisätä ohjainsauvojen kalibrointiin tarkoitetut painonapit maksimi, minimi ja keskiasennon asettamiseen. Tämänhetkisellä järjestelmällä kalibrointi on toteutettu ohjelmallisesti komentosarjojen kautta ja näiden säätö vaatii uuden ohjelman ajamista moduulille. Ohjelmallisesti eri liikkeiden maksiminopeudet on rajoitettu niille sopivaan tasoon, nosturin kääntö on tarkoituksella hidas ahtaiden tilojen ja turvallisuuden vuoksi.



Kuva 9. Parametrien näyttöikkuna

3.4 Exertus-laitteistoon tutustuminen ja laitteistokoulutus

Laitteistoon tutustuminen aloitettiin Seinäjoella Exertus Oy:n järjestämällä kurssilla. Ohjausjärjestelmänä Exertus on suhteellisen nuori tapaus, ja näin ollen tietoa ei paljon keskustelupalstoilta löydy vaan tiedonkeruu tapahtui itse testaamalla. Asioita, joihin ei testaamalla saanut ratkaisua, jouduttiin kysymään Exertuksen henkilökunnalta.

3.5 Exertus-laitteiston liitännälliset järjestelyt

Järjestelmän kokoaminen aloitettiin johtosarjojen ja liittimien rakentamisella valmiiden suunnitelmien pohjalta. Koska Exertuksen ohjausjärjestelmä ei ollut tekijöille ennestään tuttu, pyrittiin alussa vain saamaan järjestelmän toiminnallisesti kriittiset osat koestuskuntoon ohjelmiston testaamiseksi. Kokoamisvaiheesta päästiin nopeasti yksinkertaisen johdotuksen ja hyvän suunnittelun ansiosta, minkä jälkeen järjestelmälle rakennettiin ohjaustaso.

Ohjaustaso rakennettiin muovilaatikosta, johon upotettiin MID070S-moduuli ja asennettiin ohjaussauvat. Ohjainsauvoiksi valittiin 2 kpl Multicomp STD-2603AR kaksiakselista ohjainsauvaa, jonka molempia akseleita voi käyttää samanaikaisesti (kuva 10). Ohjainsauvoissa on 10 k Ω :n potentiometrit ja jousitoiminen keskiasentoon palautustoiminto. Taso pyrittiin valmistamaan mahdollisimman yksinkertaiseksi ja toimivaksi, ulkoasulla ei työssä ollut painoarvoa. Ohjauspöydälle tehtiin maapotentiaali- ja referenssijännitepisteet ohjainsauvoille, sekä mahdollisesti lisättäville antureille ja lisälaitteille. Referenssijännitepiste poistettiin kuitenkin työn edettyä, koska lisälaitteita tai antureita ei lähdetty enää lisäämään.

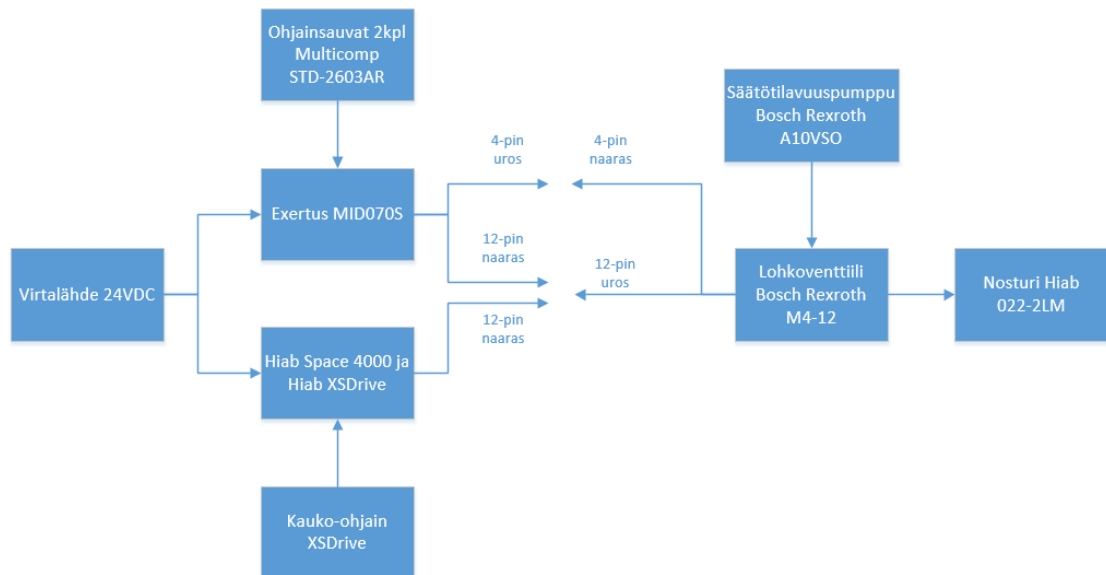


Kuva 10. Multicomp-ohjainsauva

4 Käyttöönotto

4.1 Laitteiston käyttöönotto

Laitteiston käyttöönotto tapahtuu valitsemalla Hiabin langattomasti ohjattava tai Exertuksen ohjainsauvoilla ohjattava ohjausjärjestelmä (kuva 11). Lohkoventtiililtä tuleva 12-pinninen urosliitin yhdistetään joko Hiab- tai Exertus-ohjausjärjestelmän 12-pinniseen naarasliittimeen. Exertus-ohjausjärjestelmässä MID070S-moduulin X11-lähtö puolelta tulee 12-pinninen naarasliitin ja 4-pinninen urosliitin. Puomin, varren ja teleskoopin ohjaimiseksi on 12-pinninen liitin ja halutessa nosturin kääntö voidaan ottaa käyttöön liittämällä 4-pinninen naarasliitin lohkoventtiililtä tulevaan 4-pinniseen naarasliittimeen.



Kuva 11. Järjestelmäkaavio

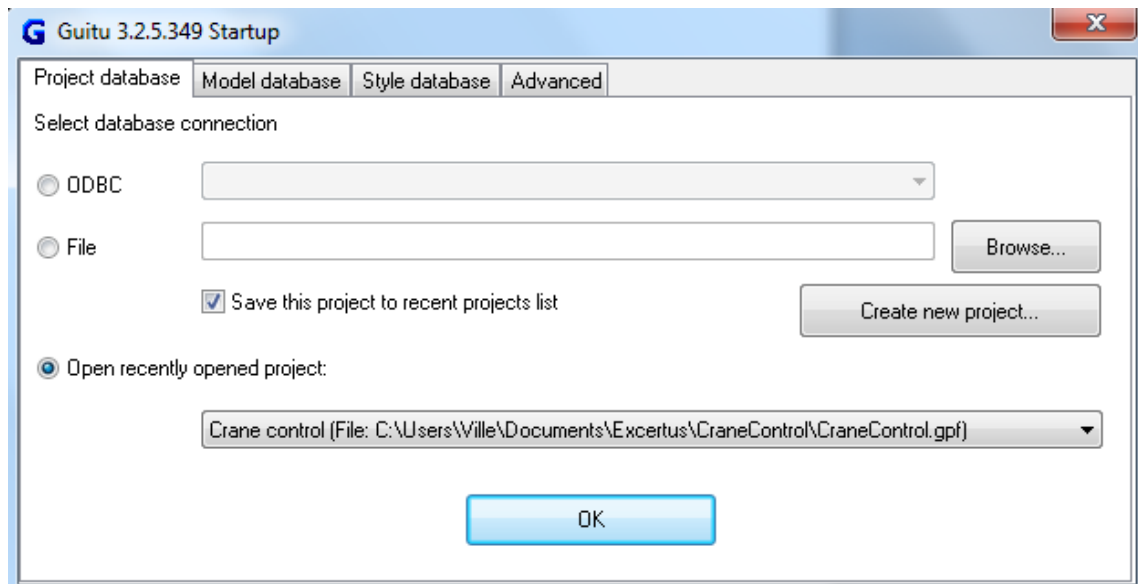
Kun valitaan ohjausjärjestelmäksi Exertus ja MID070S-moduuliin on ajettu ohjelma UBS-portin kautta. Exertus-ohjausjärjestelmä saadaan käyntiin kytkemällä työpisteen virtalähteen 24VDC käyttöjännite ja säätötilavuuspumppu päälle. Moduuli käynnistyy muutamassa sekunnissa ja nosturi on heti ohjattavissa ohjainsauvoilla. Näyttöikkunaan ilmestyy *Main*-aloitusikkuna, josta on valittavissa ohjaus-, parametri- ja kalibrointi-ikkuna. Halutun ikkunan valinta tapahtuu moduulin nuolinäppäimillä ja *enter*-näppäimellä (kuva 4). Ajonaikaista aktiivista liikesuuntaa voidaan tarkastella graafisesti *Control*-ikkunassa (kuva 8). *Parameters*-ikkunasta voidaan tarkastella raaka-arvoja, ohjausarvoja ja onko lähtö aktiivinen. Kalibrointi-, parametri- ja ohjausikkunasta pääsee aloitusikkunaan valitsemalla ruudun vasemmasta alareunasta *Main*-painikkeen (kuva 9).

Liikenopeuden säätämiseksi on ohjelmaa muokattava ja ajettava uudestaan moduulille. Ohjelman uudelleen ajamisen välttämiseksi on mahdollista luoda muuttujia ja kalibrointinapit, joilla voitaisiin muokata muuttujien arvoa käytön aikana *Calibration*-ikkunasta moduulin painonapeilla. Säätäminen uudelleen ajamalla ohjelma onnistuu *Wiring Diagram*-välilehdeltä *Logical pin properties* -kohdasta tai muokkaamalla ja tekemällä skriptejä *Script*-välilehdeltä.

4.2 Guitu 3 käyttöönotto-ohje

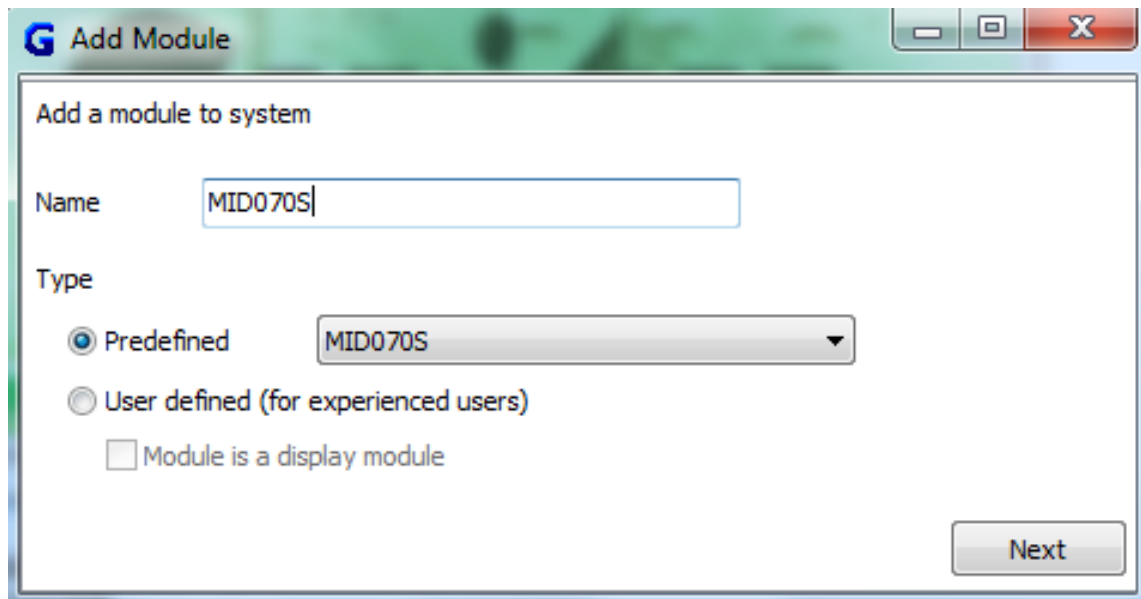
4.2.1 Aloitus ja moduulin valinta

Guitu-ohjelma käynnistyy *start up* -ikkunaan ehdottamalla viimeiseksi avattua projektia tai uuden ohjelman luontia (kuva 12).



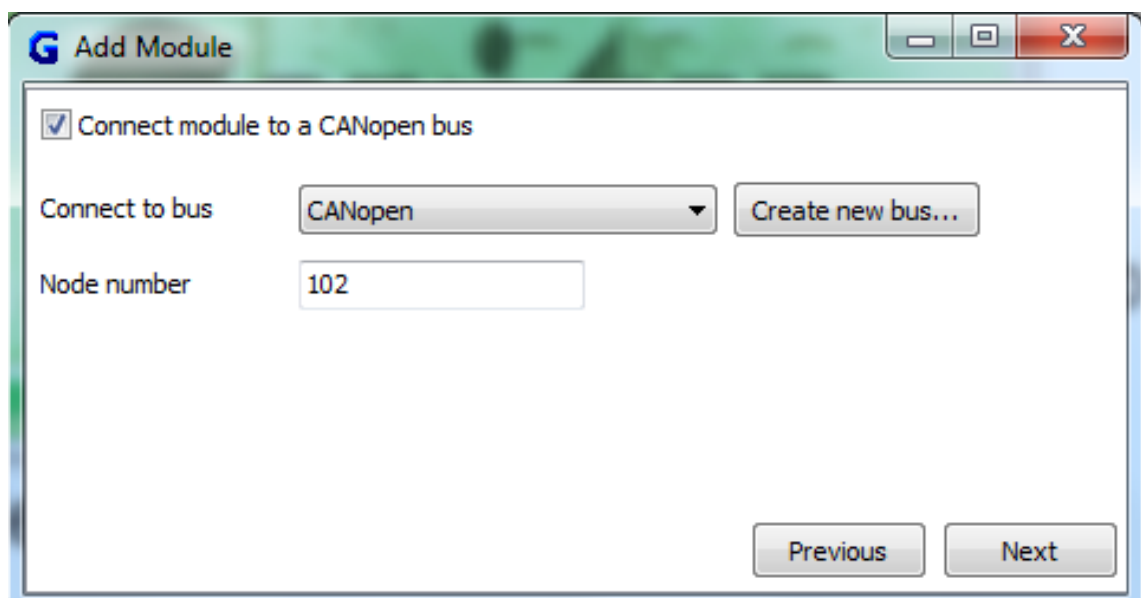
Kuva 12. *Start up* -ikkuna

Projektin ensimmäisellä kerralla ohjelma kysyy projektin nimen ja tiedustelee lisätäänkö moduuli projektiin (kuva 13). Moduulin voi lisätä myös myöhemmin. Ennalta määriteltujen moduulien listalta valittiin MID070S.



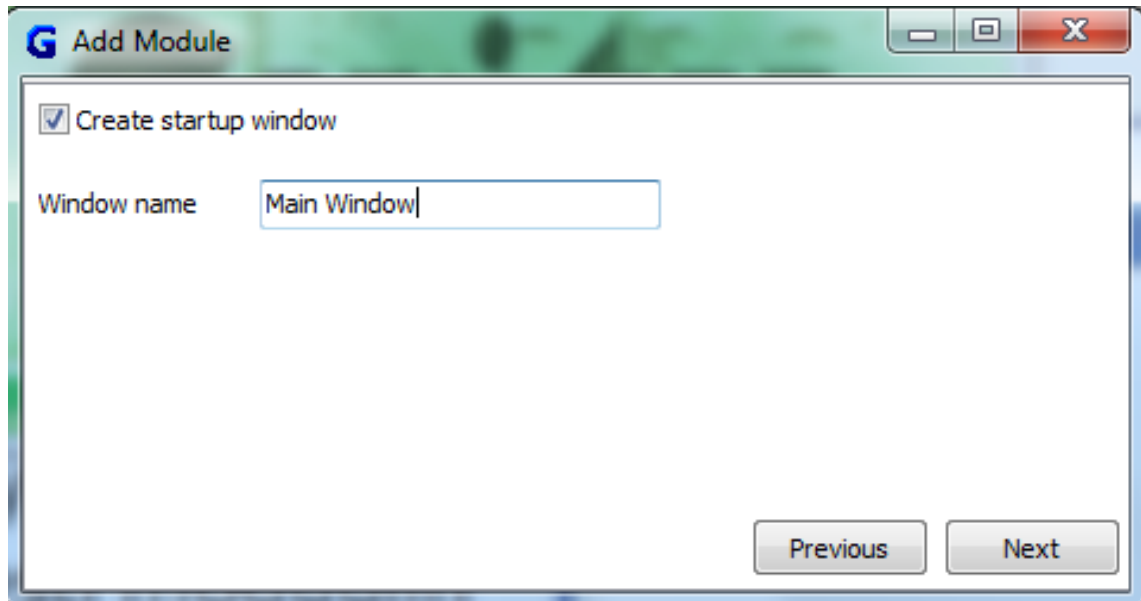
Kuva 13. Moduulin lisäys

Moduulin nimeämisen ja tyyppin määrittämisen jälkeen kysytään mihin väylään halutaan moduuli lisätä (kuva 14).



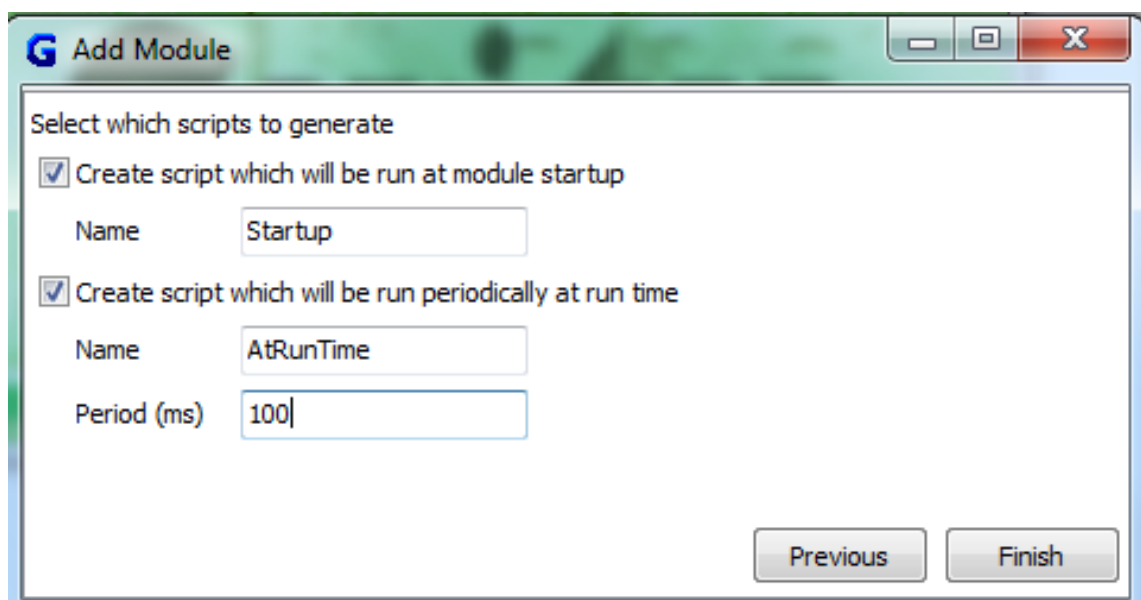
Kuva 14. Moduulin väylän valinta

Moduulin määrittämisen jälkeen annetaan pääikkunan nimi ja halutessa asetetaan se aloitussivuksi (kuva 15).



Kuva 15. Aloitusikkunan nimeäminen

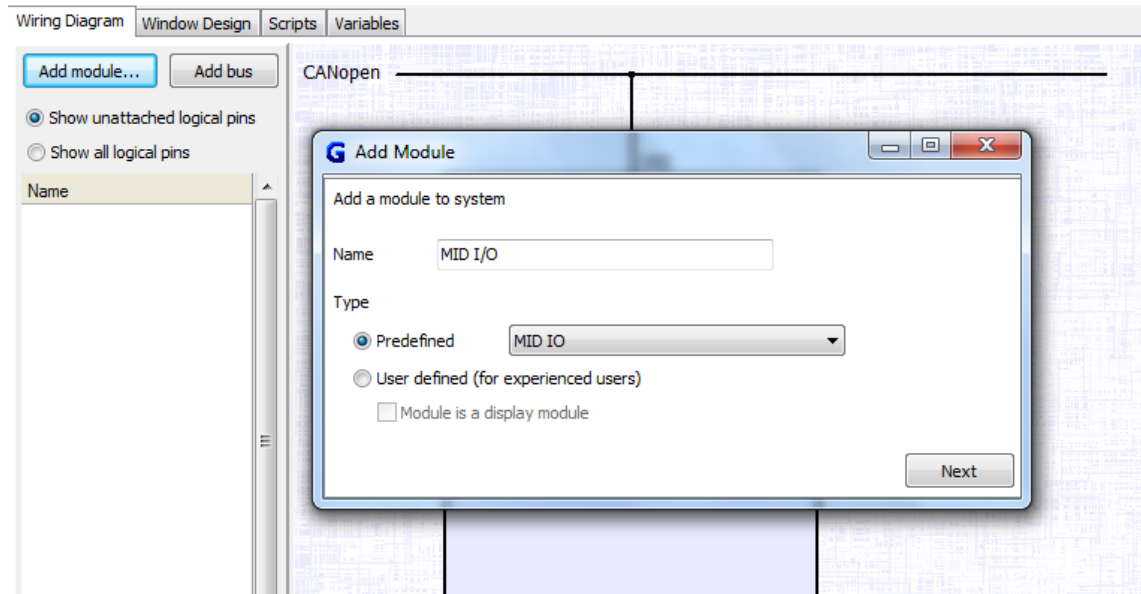
Halutessa ohjelmaan voidaan alustaa moduulin käynnistyksen yhteydessä suoritettavat ja jaksollisesti suoritettavat skriptit. Jaksolliseen skriptiin asetetaan jakson aika (kuva 16).



Kuva 16. Skriptien alustus

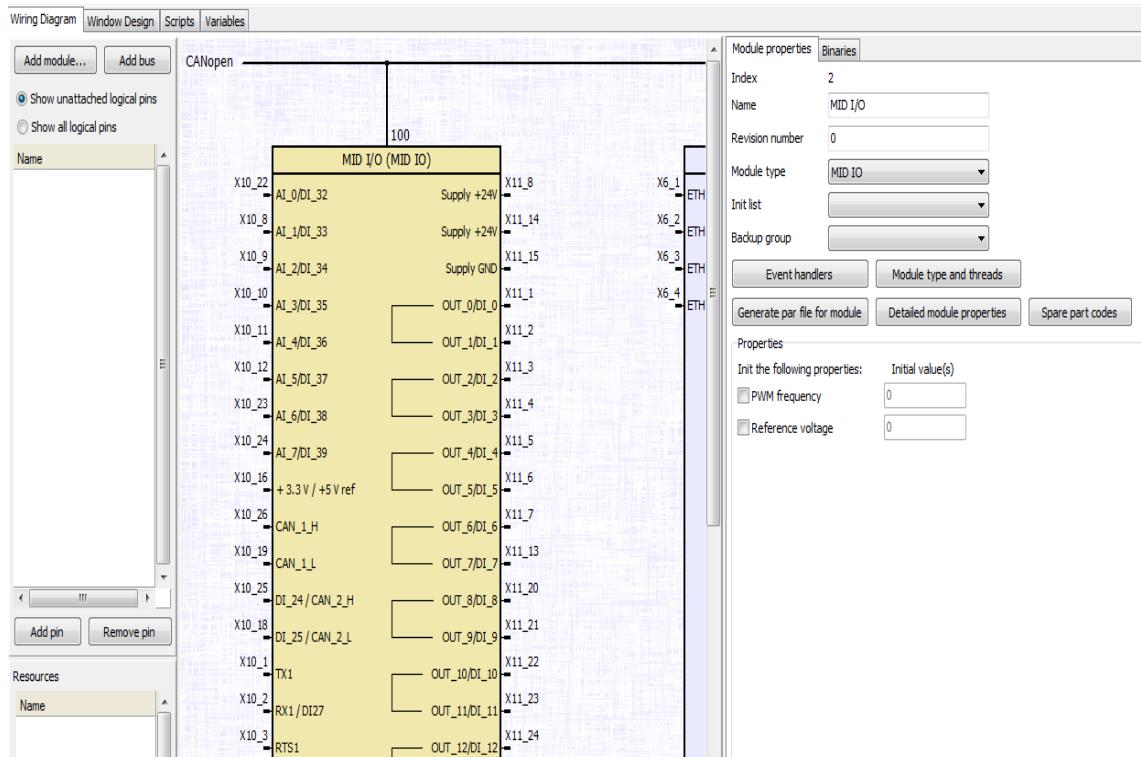
4.2.2 Wiring Diagram

Wiring Diagram on pinnien määrittämiseen varattu ikkuna. Pinneillä on erilaisia tulo- ja lähtömahdollisuuksia. Lisätyn MID070S-moduulin lisäksi tarvittiin MID IO -moduuli (kuva17). Käytännössä MID 070S ja MID IO ovat samaa yksikköä. Nosturi käyttösoveluksen ohjelmoinnissa lisättiin kytkentöjä vain MID IO -moduuliin, joka sisältää näyttömoduulin lähdöt ja tulot.



Kuva 17. Moduulin lisäys

Valitsemalla pinni aktiiviseksi ja hiiren pikavalikosta löytyvällä *add logical pin* -valinnalla annetaan loogiselle pinnille nimi ja tyyppi, minkä jälkeen uusi looginen pinni ilmestyy moduuliin (kuva 18).



Kuva 18. *Wiring Diagram* -ikkuna

Kun looginen pinni valitaan aktiiviseksi, ilmestyy sivun oikealle laidalle loogisen pinnin ominaisuudet. Ominaisuuksia voi asettaa *wiring diagram* -ikkunan ja *scripts*-ikkunan puolelta, mutta molempien samanaikainen käyttäminen tekee ohjelmasta helposti sekavan ja voi johtaa ristiriitoihin (kuva 19).

Logical pin properties

Index number 1

Name Output1

Type PWM output

Description

Wire identification

Symbol

Properties

Init the following properties:	Initial value(s)
<input type="checkbox"/> Control	0
<input type="checkbox"/> Minimum output level	0
<input type="checkbox"/> Maximum output level	0
<input type="checkbox"/> On-ramp	0
<input type="checkbox"/> Off-ramp	0
<input type="checkbox"/> Progression	0

Control signal (for outputs)

Select control signal automatically

Use the following control signal

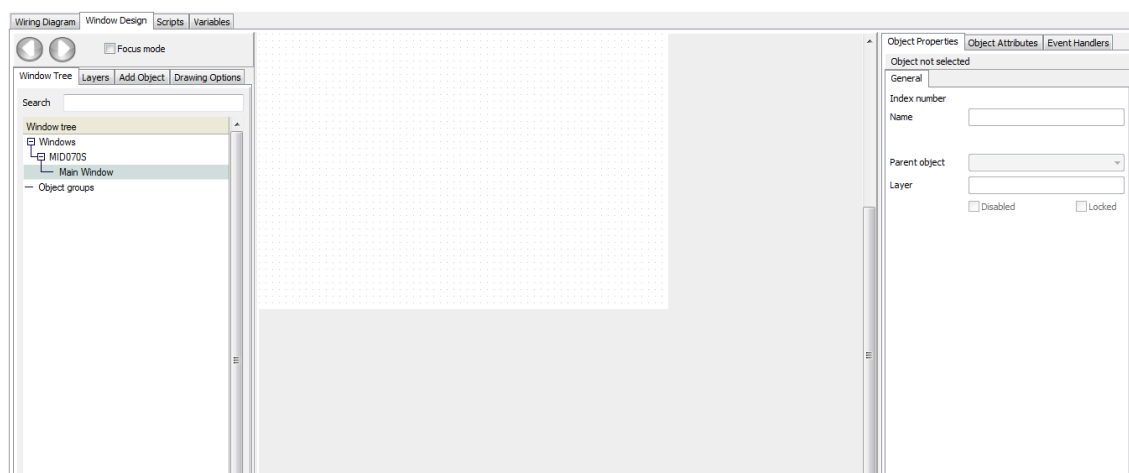
Select control signal 0: RPDO1 short 0

or set control signal number 0

Kuva 19. Loogisen pinnin ominaisuudet

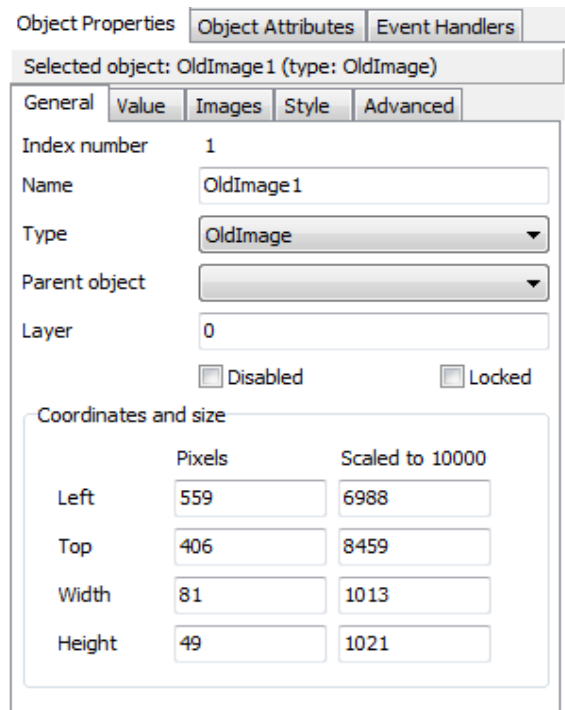
4.2.3 Window Design

Window Design -välilehdellä tehdään graafisia näyttöikkunoita näytölliselle moduulille (kuva 20). *Window Tree* on rakennenäkymä luoduista ikkunoista. Tällä välilehdellä uusia ikkunoita voi luoda valitsemalla hiiren oikean painonapin pikavalikosta *New window/objectgroup*. Objektien lisäys onnistuu valitsemalla rakennenäkymästä muokattavan ikkunan ja tämän jälkeen valitsemalla *Add Object* -välilehden auki.



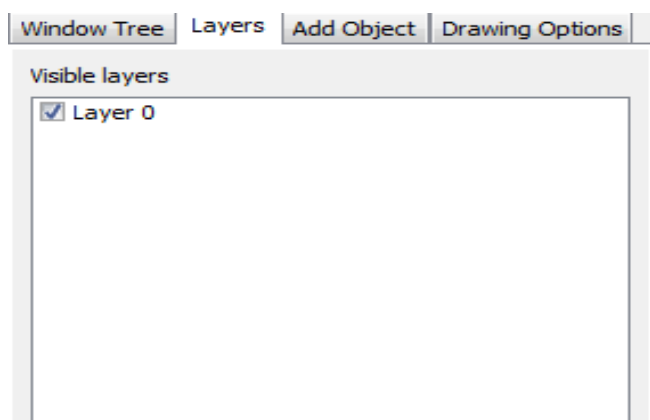
Kuva 20. *Window Design* -ikkuna

Add Object -välilehden oikeasta reunasta löytyvät objektien ominaisuudet, joista voi muokata objektia ja liittää muuttujaan (kuva 21).



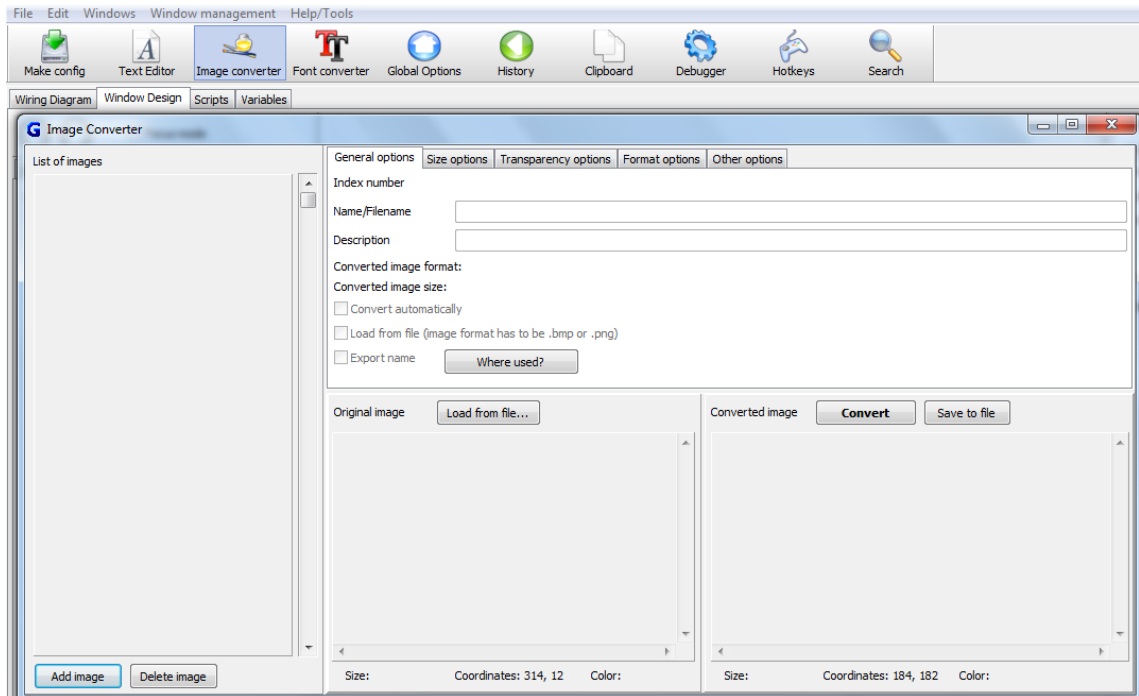
Kuva 21. Objektien ominaisuudet

Layers -välilehdeltä valitaan näytettävät kerrokset, jotka näkyvät *Window Desing* -ikkunassa (kuva 22). Kerrokset ilmestyvät *Layers* -välilehdelle sitä mukaa kuin objektien ominaisuuksista asetetaan eri kerroksia. Oletuksena kerros 0 on valittuna.



Kuva 22. Tasot

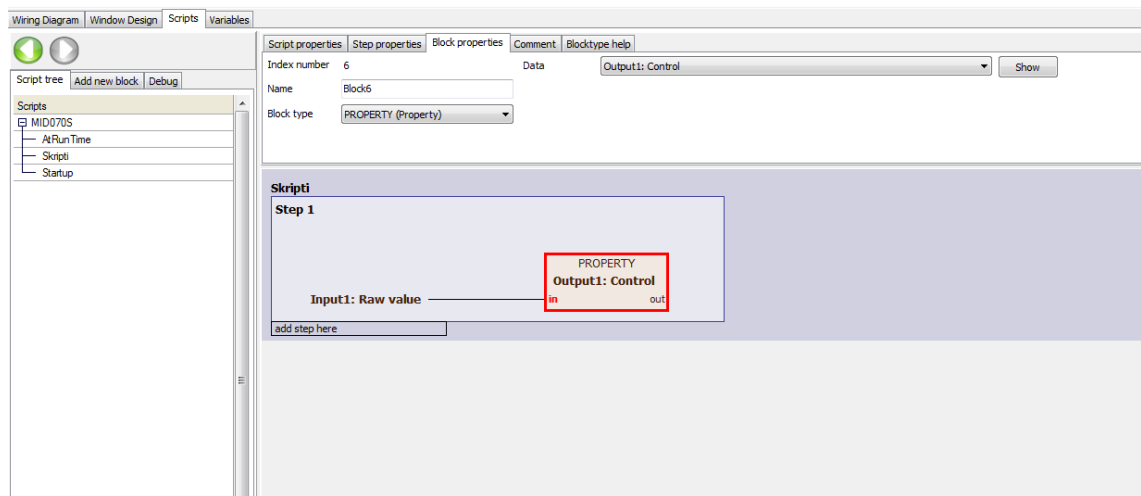
Kuvia lisätessä kuvat on muunnettava *Image Converter* -muunnintyökalulla moduulille sopivaksi. Kuvan muunto aloitetaan hakemalla uusi kuva *Add image* -kohdasta (kuva 23).



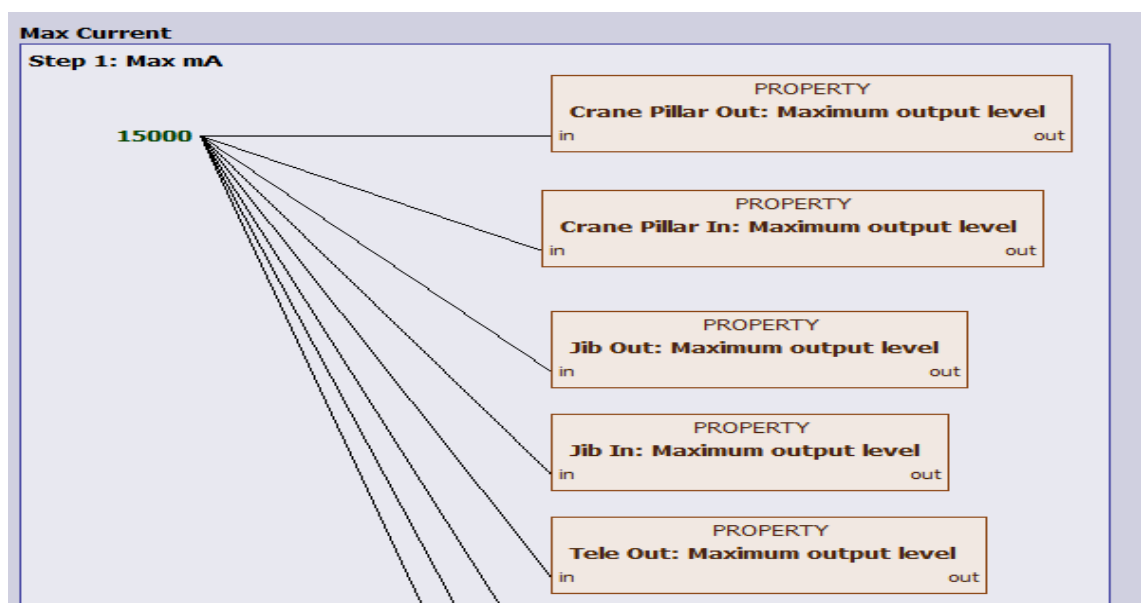
Kuva 23. Kuvien tuonti

4.2.4 Skriptit

Scripts-ikkunassa luodaan komentosarjoja käyttämällä toimilohko-ohjelmointia (FBD)(kuva 24). Komentosarjat eli skriptit koostuvat askeleista (steps). Askeleiden lohkot (block) suoritetaan vasemmalta oikealle. *Script tree* -välilehdeltä valitsemalla aktiiviseksi moduuli ja hiiren valikolla saadaan luotua uusi skripti (kuva 25). Askeleen saa luotua *Add step here* -kohdasta. Lohkoja voi luoda hiiren valikolla askeleen kohdalla tai siirtämällä valikosta *Add new block*. Skriptejä, askeleita ja lohkoja voi muokata *Script properties*, *Step properties* ja *Block properties* -välilehdillä.



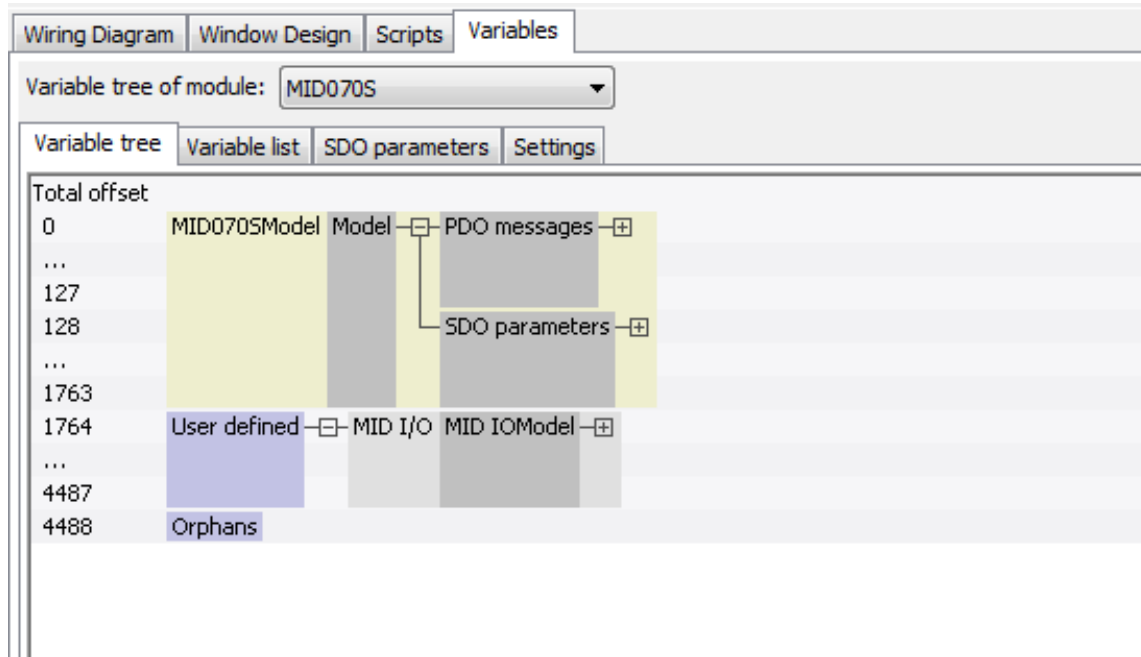
Kuva 24. Komentosarjat



Kuva 25. Esimerkki kuva skriptistä

4.2.5 Variables

Variables-ikkunassa käsitellään muuttujia (kuva 26). Muuttujat ovat rakennepuu muodossa ja uuden luominen onnistuu valitsemalla jokin osa aktiiviseksi ja käyttämällä hiiren pikavalikon *New variable* -työkalua. Muuttujia voidaan etsiä ja tarkastella välilehdeltä *Variable list* (kuva 27).



Kuva 26. Muuttujat

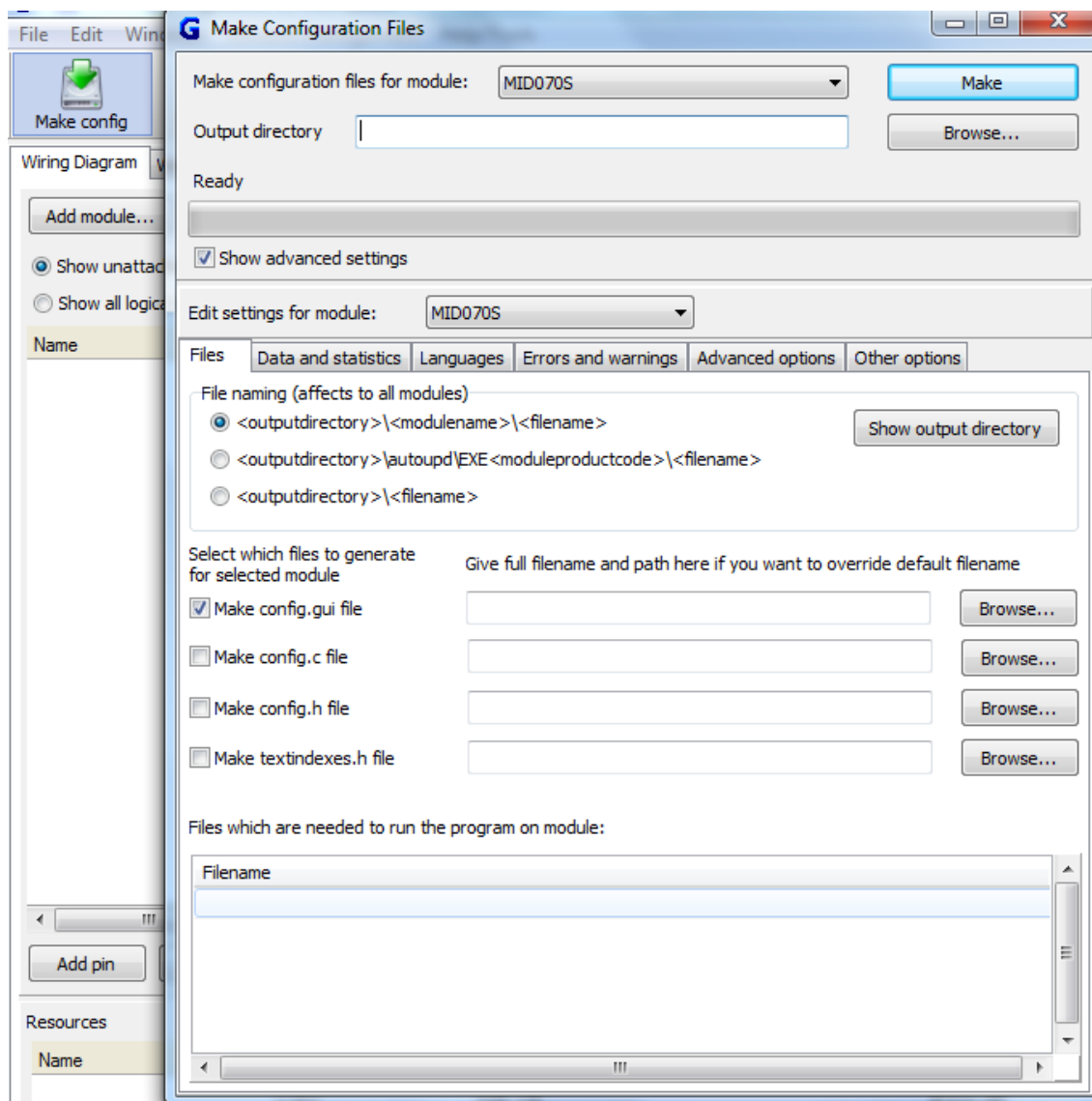
The screenshot shows the 'Variable list' window with the following table:

Index number	Name	Parent	Type	Offset in bits	Total offset in bits	Length in bits	Role	Linked variable
1000001419	AN_Channel	2000000001	signed short	13024	13024	16	Linked (unused)	1000001418
1000001421	AN_ChannelCalb	2000000001	signed short	13040	13040	16	Linked (unused)	1000001420
1000001503	BackLightLevel	2000000001	unsigned long	14080	14080	32	Linked (unused)	1000001502
1000001439	CanSpeed_NJA	2000000001	unsigned long	13184	13184	32	Linked (unused)	1000001438
1000001487	ConstHeartBeat_NA	2000000001	unsigned long	13888	13888	32	Linked (unused)	1000001486
1000000867	CurrentScriptBlock	2000000001	unsigned long	480	480	32	Linked (unused)	1000000866
1000000865	CurrentWindowIndex	2000000001	unsigned short	464	464	16	Linked (unused)	1000000864
1000001485	DeviceType	2000000001	unsigned long	13856	13856	32	Linked (unused)	1000001484
1000000863	ExguMessage	2000000001	unsigned short	448	448	16	Linked (unused)	1000000862
1000001499	GatuParameters	2000000001	void	14048	14048	8	Linked (unused)	1000001498
1000001489	IdentityObject	2000000001	void	13920	13920	8	Linked (unused)	1000001488
1000000869	InDebugBreakPoint	2000000001	bit	511	511	1	Linked (unused)	1000000868
1000000875	JOY00	2000000001	signed short	512	512	16	Linked (unused)	1000000874
1000000877	JOY01	2000000001	signed short	528	528	16	Linked (unused)	1000000876
1000000879	JOY02	2000000001	signed short	544	544	16	Linked (unused)	1000000878
1000000881	JOY03	2000000001	signed short	560	560	16	Linked (unused)	1000000880
1000000885	JOY04	2000000001	signed short	576	576	16	Linked (unused)	1000000884
1000000887	JOY05	2000000001	signed short	592	592	16	Linked (unused)	1000000886
1000000889	JOY06	2000000001	signed short	608	608	16	Linked (unused)	1000000888
1000000891	JOY07	2000000001	signed short	624	624	16	Linked (unused)	1000000890
1000000895	JOY08	2000000001	signed short	640	640	16	Linked (unused)	1000000894
1000000897	JOY09	2000000001	signed short	656	656	16	Linked (unused)	1000000896
1000000899	JOY10	2000000001	signed short	672	672	16	Linked (unused)	1000000898
1000000901	JOY11	2000000001	signed short	688	688	16	Linked (unused)	1000000900
1000001501	LoadConfigFromUSB	2000000001	unsigned long	14048	14048	32	Linked (unused)	1000001500
1000001449	MotorConf_NJA	2000000001	unsigned long	13748	13748	32	Linked (unused)	1000001447

Kuva 27. Muuttujalista

4.2.6 Konfiguraatitiedoston luonti

Konfigurointitiedoston luonti valmiista ohjelmasta tapahtuu *Make Config* -painikkeella (kuva 28). Konfiguraatitiedoston siirto moduuliin tapahtuu väylän tai USB-portin kautta, kuten MID070S-moduulissa on mahdollista. USB-alustusmuistitikun luomiseen tarvitaan Exertuksen tiedostopaketti. Konfiguraatitiedoston siirto väylän avulla moduulille tapahtuu Canto-ohjelman *Load program* -toiminnon avulla.



Kuva 28. Konfiguraatitiedoston luonti

5 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli soveltaa Exertus-ohjausjärjestelmä Hiab-nosturiin ja luoda Guitu 3 -käyttöönotto-ohjeet. Työn kiireellisen aikatauluun nähden ohjausjärjestelmä saatiin toimimaan halutulla tavalla, vaikka parannettavaa tuli ilmi työn edetessä. Laitetta ei päästy testaamaan suurempien kuormien kanssa kuin mitä oli nosturiin kytkettynä. Säättäminen on kuitenkin yksinkertaista ja ohjelmaa on yksinkertaista muuttaa niin, että siitä saa valittua halutun ajomuodon omaan tarkoitukseen sopivaksi.

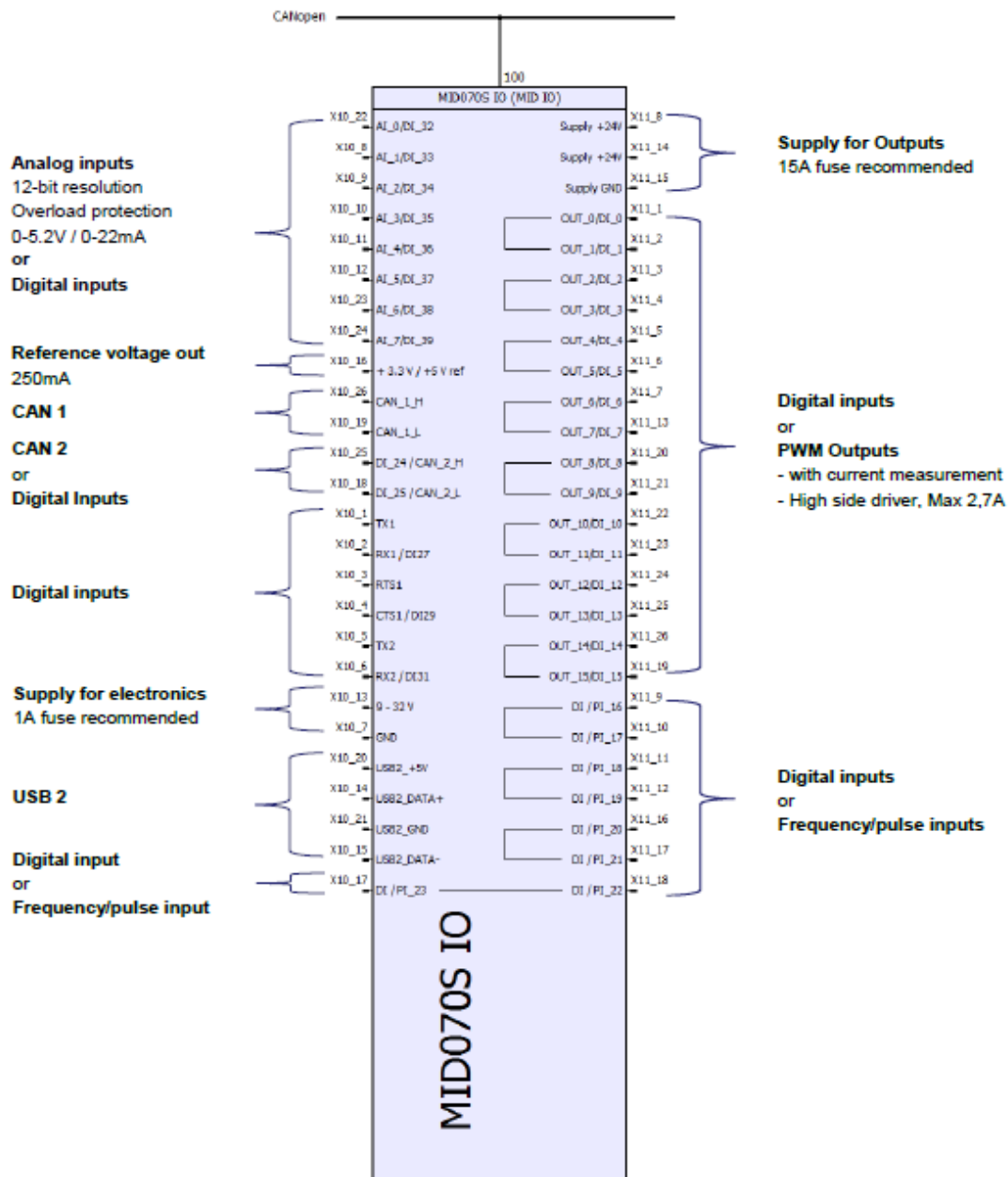
Työn vaikein osuus oli saada moduulin PWM-lähdöt toimimaan oikein, ja tähän kului suuri osa työajasta. Ohjauslähtöjen parametreja on Guitu 3 -käyttöliittymällä mahdollista muuttaa komentosarjan sekä graafisen ohjelmoinnin kautta, mikä hieman sekoitti uuden järjestelmän käyttöönottoa.

Ohjausohjelmaa on helppo lähteä kehittämään eteenpäin. Seuraavat mahdolliset kehitysvaiheet olisi arvojen muokkaus ihmissilmälle helpommin luettavaksi, kuten prosentti- muotoon. Tällä hetkellä esimerkiksi ohjausvirran arvo liikkuu ohjausnäytöllä nollan ja noin 33 000 välillä. Myös kalibrointinapit ohjainsauvojen asennoille olisi mahdollista lisätä, mikä ei kuitenkaan ole välttämätöntä, jos komponentit pysyvät samana. Ohjainsauvojen vaihtaminen vaatisi kuitenkin todennäköisesti joko kalibrointinapit tai ohjelmallista arvojen säätöä. Järjestelmään jäi vapaaksi useita tulo ja lähtö pinnejä, jotka mahdollistavat ohjausjärjestelmän kehityksen älykkäämmäksi tarpeiden vaatiessa. Järjestelmän käyttämättömiin analogisiin tuloihin, joita jäi neljä kappaletta, olisi mahdollista liittää asema- tai kulma-anturointi nosturin osille. Antureita hyödyntämällä saataisiin ohjausnäytölle tietolaatikat nosturin asennoista, sekä määritettyä liikkeiden äärirajat turvallisuuden parantamiseksi.

Lähteet

- 1 Tietoja Hiabista, www-sivusto.
<<http://www.hiab.com/en/global/about-us/hiab-in-brief/>>. 27.04.2015
- 2 Tietoja Exertus Oy:stä, www-sivusto.
<<http://www.exertus.fi>>. 27.04.2015
- 3 Multicomp STD-2603AR , www-kuvatiedosto.
< http://uk.farnell.com/productimages/large/en_GB/42256192.jpg >. 27.04.2015

MID 070S kytkentäkaaviot



MID070S					
Connecting list					
X10	Dir	Load	Type	Function	Note
1	in	10k GND	TX1		Serial port interface
2	in	10k GND	RX1/(DI_27)		Serial port interface / Optional PNP-type DI
3	in	10k GND	RTS1		Serial port interface
4	in	10k GND	CTS1/(DI_29)		Serial port interface / Optional PNP-type DI
5	in	10k GND	TX2		Serial port interface
6	in	10k GND	RX2/(DI_31)		Serial port interface / Optional PNP-type DI
7	in	GND	Supply	MID070S Maadoitus	GND for electronics
8	in	129 k (150 ohm) GND	AI_1	Vasen ohjainsauva - Kääntö	0.52 V (0.22 mA)
9	in	129 k (150 ohm) GND	AI_2	Oikea ohjainsauva - Puomi	0.52 V (0.22 mA)
10	in	129 k (150 ohm) GND	AI_3	Oikea ohjainsauva - Teleskooppi	0.52 V (0.22 mA)
11	in	129 k (150 ohm) GND	AI_4		0.52 V (0.22 mA)
12	in	129 k (150 ohm) GND	AI_5		0.52 V (0.22 mA)
13	in	9 - 32 V	Supply	MID070S käyttöjännite 24VDC	9 - 32 V supply for electronics (1-3 A fuse)
14			USB_DATA+	USB	
15			USB_DATA-	USB	
16	out	250 mA	+ 3.3 V / +5 V ref	Ref. jännitelähtö asetettu 3.3VDC	3.3 / 5 V, 250 mA ref voltage out, min load 1 mA
17	in	10k GND	DI/PI_23		PNP -type DI / Pulse input
18	in	10k GND	DI_25 / CAN_B_L		PNP -type DI / CAN_B_L
19	BUS	...	CAN_A_L		CAN_A_L CANopen connection
20			USB_+5V	USB	
21			USB_GND	USB	
22	in	129 k (150 ohm) GND	AI_0	Vasen ohjainsauva - Pääpilari	0.52 V (0.22 mA)
23	in	129 k (150 ohm) GND	AI_6		0.52 V (0.22 mA)
24	in	129 k (150 ohm) GND	AI_7		0.52 V (0.22 mA)
25	in	10k GND	DI_24 / CAN_B_H		PNP -type DI / CAN_B_H
26	BUS	...	CAN_A_H		CAN_A_H CANopen connection

X11	Dir	Load	Type	Function	Note
1	out/in	10k GND	OUT_0/DI_0	Pääpilari ulos (ruskea) pwm out	PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
2	out/in	10k GND	OUT_1/DI_1		PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
3	out/in	10k GND	OUT_2/DI_2	Pääpilari sisään (sininen) pwm out	PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
4	out/in	10k GND	OUT_3/DI_3		PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
5	out/in	10k GND	OUT_4/DI_4	Puomi ulos (vaalenapuna) pwm out	PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
6	out/in	10k GND	OUT_5/DI_5		PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
7	out/in	10k GND	OUT_6/DI_6	Puomi sisään (vaalenvihreä) pwm out	PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
8	in	9 - 32 V	Supply	MID070S syöttöjännite lähdöille	9 - 32 V supply for outputs (max 10 A fuse) connect with 1 mm ² wiring
9	in	10k GND	DI/PL_16		PNP -type DI / Pulse input
10	in	10k GND	DI/PL_17		PNP -type DI / Pulse input
11	in	10k GND	DI/PL_18		PNP -type DI / Pulse input
12	in	10k GND	DI/PL_19		PNP -type DI / Pulse input
13	out/in	10k GND	OUT_7/DI_7		PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
14	in	9 - 32 V	Supply		9 - 32 V supply for outputs (max 10 A fuse) connect with 1 mm ² wiring
15	in	GND	Supply	Lähtöjen maadoitus	GND for electronics
16	in	10k GND	DI/PL_20		PNP -type DI / Pulse input
17	in	10k GND	DI/PL_21		PNP -type DI / Pulse input
18	in	10k GND	DI/PL_22		PNP -type DI / Pulse input
19	out/in	10k GND	OUT_15/DI_15		PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
20	out/in	10k GND	OUT_8/DI_8	Teleskooppi ulos (oranssi) pwm out	PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
21	out/in	10k GND	OUT_9/DI_9		PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
22	out/in	10k GND	OUT_10/DI_10	Teleskooppi sisään (vihreä) pwm out	PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
23	out/in	10k GND	OUT_11/DI_11		PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
24	out/in	10k GND	OUT_12/DI_12	Kääntö + (valkoinen) pwm out	PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
25	out/in	10k GND	OUT_13/DI_13		PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)
26	out/in	10k GND	OUT_14/DI_14	Kääntö - (musta) pwm out	PWM out 2.7 A / PNP -type DI (current measure AL)

Sähkökaavio

