

Jukka Jääskeläinen

Älykäs momenttiväänninjärjestelmä

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Automaatiotekniikka
Insinöörityö
7.9.2012

Tekijä(t) Otsikko	Jukka Jääskeläinen Älykäs momenttiväänninjärjestelmä
Sivumäärä Aika	33 sivua + 5 liitettä 7.9.2012
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Ohjaaja(t)	Laatuinsinööri Timo Kosonen Lehtori Kai Virta
<p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli syventyä Atlas Copcolta hankittuun älykkääseen momenttiväänninjärjestelmään. Neljälle eri tuotteelle tuli laatia kiristysohjelmat ja järjestelmän käytöstä piti laatia ohjeistus. Järjestelmällä kiristetään taajuusmuuttajissa käytettäviä IGBT-tehopuolijohteita jäähdytyslementteihin. Nämä kiristykset on arvioitu hyvin kriittisiksi, sillä kiristysten oikeaoppisella suorittamisella on suuri vaikutus lämmön siirtymiseen ja tätä kautta komponentin elinikään. Työ tehtiin ABB:n High Power Drives -yksikköön Helsingissä Pitäjänmäessä sijaitsevalle tehtaalle, jonne oli hankittu kaksi kappaletta momenttiväänninjärjestelmiä.</p> <p>Järjestelmään kuuluu Tensor SL -väännin, SMS T-12 -momenttivarsi, Power Focus 4002 -ohjausyksikkö, Gryphon-viivakoodinlukija, TPS Control -yksikkö ja Stacklight-valotorni. Järjestelmä antaa kiristää ruuvit vain ohjelmoidussa järjestyksessä eikä päästä etenemään työssä, jos kiristys ei ole asetettujen toleranssirajojen sisällä. Laitteiden lisäksi hankittiin ohjelmointiin käytettävä ToolsTalk-ohjelma ja ToolsNet SQL -tietokanta, jonne tallennetaan tiedot suoritetuista kiristyksistä. ToolsNet-tietojen tarkastelu onnistuu verkkoselaimen kautta, ilman ohjelman asentamista käyttäjän koneelle. Järjestelmän ja tietokannan asennuksen suoritti Atlas Copco ja ABB:n IT-tuki.</p> <p>Tämän insinööriyön tuloksena syntyi kiristysohjelmat neljälle eri tuotteelle ja ohjeistus järjestelmän käytöstä. Ohjeita tehtiin viisi kappaletta: Momenttivääntimen käyttöohje asentajille, TPS Control -ohje, ToolsTalk-ohje, ohje ToolsNetin käytöstä sekä lyhyt ohje ToolsNet-tietokannan käsittelystä. TPS Control- ja ToolsTalk-ohjeiden avulla voidaan tehdä uusi kiristysohjelma alusta loppuun uudelle tuotteelle. Työssä ja työohjeissa esitellään järjestelmän ominaisuuksia ja tuodaan esille sen tarjoamia mahdollisuuksia. Lopussa annetaan muutamia kehitysehdotuksia ja huomioita tulevaa käyttöä ajatellen.</p>	
Avainsanat	älykäs momenttiväännin, ToolsTalk, ToolsNet

Author(s) Title	Jukka Jääskeläinen Intelligent tightening system
Number of Pages Date	33 pages + 5 appendices 7 September 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	
Instructor(s)	Quality Engineer Timo Kosonen Principal Lecturer Kai Virta
<p>The goal of this study was to explore the possibilities of intelligent tightening system. The system is made by Atlas Copco. Another objective was to create tightening programs for four different products and to write a user guide for the system. The system is used to tighten IGBT semiconductors to heat sinks with screws. The IGBTs are used in frequency converters. These tightenings are valued as critical tightenings as the proper tightening has a high influence in heat transfer and thus to the lifespan of the component. The study was conducted for ABB High Power Drives. Two of these intelligent tightening systems had been bought for the ABB factory located in Pitäjänmäki, Helsinki.</p> <p>The system consists of Tensor SL tool, SMS T-12 torque arm, Power Focus 4002 control unit, Gryphon barcode reader, TPS Control unit and Stacklight beacon. The system lets the user tighten the screws only in the correct order and will not let the user continue the program if the tightenings are not inside the set tolerance. In addition to the hardware, two softwares were acquired: ToolsTalk for programming the Power Focus unit and ToolsNet SQL database where the tightening data is stored. There is no need for the user to install any programs to gain access to the data in ToolsNet, it can be accessed via Internet browser. Atlas Copco and ABB IT support took care of the installation of the tightening system and the ToolsNet database.</p> <p>Tightening programs for four products and the user guide for the system were made as a result of this study. The user guide consists of five different instructions (the name of the document is in parenthesis): User guide for assemblers (Momenttivääntimen käyttöohje), TPS Control user instruction (TPS Control ohje), ToolsTalk user instruction (ToolsTalk ohje), ToolsNet user instruction (ToolsNet ohje), and short instruction about the ToolsNet SQL server (ToolsNet SQL server). A program for new product can be made from scratch with TPS Control user instruction and ToolsTalk user instruction. Many features and possibilities that the system offers are introduced in this study and in the instructions. In the end of the study there are some development proposals and remarks regarding the future use of the system.</p>	
Keywords	Intelligent tightening system, ToolsTalk, ToolsNet

Sisälllys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	ABB OY	2
3	Taajuusmuuttaja	3
4	IGBT-tehopuolijohteet	4
4.1	IGBT:n rakenne	4
4.2	IGBT:n lämpeneminen	5
4.3	IGBT:n jäähdytys	6
5	Laitteisto	7
5.1	Toiminnankuvaus	7
5.2	Tensor SL	8
5.3	SMS T-12	9
5.4	TPS Control	9
5.5	Power Focus 4002 Graph	10
5.5.1	Portit ja I/O	12
5.5.2	Graafinen näyttö ja näppäimistö	12
5.5.3	Events	13
5.6	Stacklight ESL-04	13
5.7	Gryphon I GD4100 -viivakoodinlukija	15
6	Ohjelmistot	15
6.1	ToolsTalk PF	15
6.1.1	Pset	16
6.1.2	Multistage ja job	17
6.1.3	Monitors	17
6.1.4	Logic configurator	18
6.1.5	Lisälaitteet	20
6.2	ToolsNet 4000	20
6.2.1	Kuvaajat	22

6.2.2	Reporting Structure	22
6.2.3	Email-moduuli	23
7	Työn tuloksena syntyneet ohjelmat	24
7.1	Kiristysohjelmat	24
7.2	Viivakoodin lukuun pakottava ohjelma	25
7.3	TPS Controlin ongelma	26
8	Työn tuloksena syntyneet ohjeet	27
8.1	Ohje asentajille	27
8.2	Ohjelmointiohjeet	27
8.2.1	ToolsTalk-ohje	28
8.2.2	TPS Control -ohje	28
8.3	Ohje ToolsNetin käyttöön ja raporttien hakuun	28
9	Kehitysehdotukset	29
9.1	Isommat kokoonpanot	29
9.2	Kiristysraportti	29
9.3	Ruuvipuutteet	29
10	Huomioita	30
10.1	ToolsNet	30
10.2	ToolsTalk työpisteeseen	30
10.3	Lisälaitteet	30
10.4	MES-integraatio	31
10.5	Viivakoodinlukuohjelma	32
11	Yhteenveto	32
	Lähteet	33
	Liitteet (Liitteet poistettu julkisesta työstä ABB:n pyynnöstä)	
	Liite 1. Momenttivääntimen käyttöohje	
	Liite 2. ToolsTalk-ohje	
	Liite 3. TPS Control -ohje	
	Liite 4. ToolsNet-ohje	
	Liite 5. ToolsNet SQL server -ohje	

Lyhenteet

ERP	Enterprise Resource Planning. Toiminnanohjausjärjestelmä on ohjelma, joka yhdistää yrityksen eri toimintoja saman ohjelman alle.
HPD	High Power Drives. ABB:n tulosyksikkö.
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor. Tehopuolijohde.
I/O	Input/Output. Laitteelle saapuvia signaaleja kutsutaan inputeiksi ja laitteelta lähteviä outputeiksi.
MES	Manufacturing Execution System. Valmistuksenohjausjärjestelmällä ohjataan ja suunnitellaan tuotantoa.
NOK	Not OK. Kiristys joka oli asetettujen rajojen ulkopuolella.
OK	Hyväksytty kiristys, joka oli asetettujen rajojen sisäpuolella.
Power Focus	ABB:lle hankituista Power Focus 4002 Graph -laitteista käytetään tässä työssä tekstin yksinkertaistamiseksi muotoa Power Focus. Atlas Copco myy myös muita Power Focus -tuoteperheen laitteita.
Pset	Parameter Set. Pitää sisällään yhden kiristyksen parametrit.
RS-232	Recommended Standard 232. Kahden tietokonelaitteen väliseen tietoliikenteeseen tarkoitettu tietoliikenneportti.
SQL	Structured Query Language. Standardoitu ohjelmointikieli, jota käytetään relaatiotietokantojen hallintaan.
TPS	Tool Positioning System. Atlas Copcon tuotenimi.
USB	Universal Serial Bus. Sarjaväyläarkkitehtuuri oheislaitteiden liittämiseksi tietokoneeseen.

1 Johdanto

ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä, jonka tuotteet, järjestelmät ja palvelut parantavat teollisuus- ja energiayhtiöasiakkaiden kilpailukykyä ympäristömyönteisesti. Tämä työ toteutetaan ABB High Power Drives -yksikköön, Helsingissä Pitäjänmäessä sijaitsevalle tehtaalle.

ABB HPD valmistaa taajuusmuuttajia erilaisiin ja erikokoisiin käyttöihin. Taajuusmuuttajalla muutetaan sähköverkon vakio taajuuksinen jännite halutun taajuiseksi ja suuruisiksi. Yleisimmin taajuusmuuttajalla ohjataan sähkömoottoreiden pyörimisnopeutta ja vääntömomenttia. Taajuusmuuttajien vaihtosuuntaajassa käytetään IGB-transistoreja. Näiden IGBT:eiden lämpötila kohoaa huomattavasti käytön aikana. Tätä lämpöä pyritään poistamaan kiinnittämällä IGBT jäähdytyslementtiin. IGBT:n ja jäähdytyslementin pintojen väliin levitetään lämpöä johtava rasva. Kiinnitys tehdään ruuveilla. Lämmönjohtavuuden kannalta on tärkeää, että ruuvit kiristetään oikeassa järjestyksessä määrättyyn momenttiin.

IGBT:eiden kriittisiä kiristyskiikkejä varten ABB:lle hankittiin 2 kappaletta Atlas Copcon älykäitä ruuviväänninjärjestelmiä. Vääntimille on mahdollista ohjelmoida erilaisia kiristysohjelmia, jolloin ruuvit voi kiristää vain tietyssä järjestyksessä eikä seuraavaan kiristykseen voi siirtyä, jos kiristys ei ollut asetettujen toleranssien sisällä. Usean eri tuotteen tehopoulijohteita tullaan kiristämään samassa paikassa kahdella hankitulla laitteella, joten eri tuotteille pitää tehdä omat ohjelmansa. Laitteet liitetään Ethernetin yli ToolNet-tietokantaan, jonne järjestelmä tallentaa tiedot kaikista kiristyksistä. Tietyn kiristytksen tiedot voidaan hakea tietokannasta sarjanumeron perusteella, ja kiristystiedoista on mahdollista luoda erilaisia raportteja.

Tässä työssä tehtävänä on syventyä hankitun laitteiston ja siihen liittyvien ohjelmien käyttöön sekä niiden tarjoamiin mahdollisuuksiin. Käytössä oleville tuotteille pitää tehdä kiristysohjelmat, ja järjestelmän jokapäiväisestä käytöstä tulee laatia käyttöohjeet asentajille. Sen lisäksi eri laitteiden ja ohjelmien käytöstä tulee laatia ohjeistus, jonka avulla uusien ohjelmien luominen ja raporttien haku onnistuvat sujuvasti. Laitteiston ja ohjelmistojen asennuksen hoiti Atlas Copco sekä ABB:n IT-tuki.

2 ABB OY

ABB perustettiin vuonna 1988, jolloin ruotsalainen ASEA (Allmänna Svenska Elektriska AB) ja sveitsiläinen BBC Brown Boveri yhdistyivät. Vuonna 1987 ASEA osti Gottfrid Strömbergin perustaman suomalaisen sähkötavarayrityksen Oy Strömberg Ab:n. Oy Strömberg Ab oli perustettu Suomeen vuonna 1889. Oy Stömberg Ab:llä oli jo tuolloin toimintaa Helsingin Pitäjänmäessä ja Vaasassa, joissa ABB:n toiminta jatkuu yhä edelleen. [1]

ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. Vuonna 2011 ABB:n palveluksessa oli yli 135 000 henkilöä noin 100 maassa. ABB:n liikevaihto oli lähes 38 miljardia USD vuonna 2011. Suomessa ABB:llä työskenteli vuonna 2011 noin 7000 työntekijää yli 30 paikkakunnalla. Tehdaskeskittymät sijaitsevat Helsingin Pitäjänmäessä, Vaasassa sekä Porvoossa. Suomen ABB:n liikevaihto oli vuonna 2011 noin 2,3 miljardia euroa. [1]

High Power Drives kuuluu Discrete Automation and Motion -divisioonaan, joka tarjoaa energia- ja tuotantotehokkuutta lisääviä tuotteita ja järjestelmiä. Näitä tuotteita ovat moottorit, generaattorit, taajuusmuuttajat, ohjelmoitavat logiikat, tehoelektroniikka sekä robotit. Muut neljä divisioonaa ovat Low Voltage Products, Process Automation ja Power Systems ja Power Products. [2]

High Power Drives tulosityksikkö tarjoaa erilaisia AC- ja DC-käyttöjä moniin erilaisiin tarpeisiin. HPD valmistaa yksittäisiä taajuusmuuttajia sekä useista yhteiseen tasajännitepiiriin kytketyistä taajuusmuuttajista koostuvia multidrive-käyttöjä. [1]

3 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttajalla muutetaan sähköverkon vakiotaajuuksinen jännite halutun taajuiseksi ja suuruiseksi. Vaihtoehtoisesti taajuusmuuttajan avulla voidaan muuntaa generaattorin tuottama sähkö sähköverkkoon syötettäväksi. Yleisimmin taajuusmuuttajalla ohjataan sähkömoottoreiden pyörimisnopeutta ja vääntömomenttia. Ohjaus tapahtuu portaattomasti. Taajuusmuuttajien käytöllä saavutetaan suuria energian säästöjä. Vuonna 2008 ABB:n maailmanlaajuisesti toimittamat pienjännitteiset taajuusmuuttajat säästivät sähköä noin 170 terawattituntia, mikä vastaa 42 miljoonan EU-kotitalouden vuotuista sähkön kulutusta.[3, s.7] Lisäksi taajuusmuuttajien avulla suoritettu pehmeä käynnistys säästää laitteiden mekaanisia ja sähköisiä osia. [3]

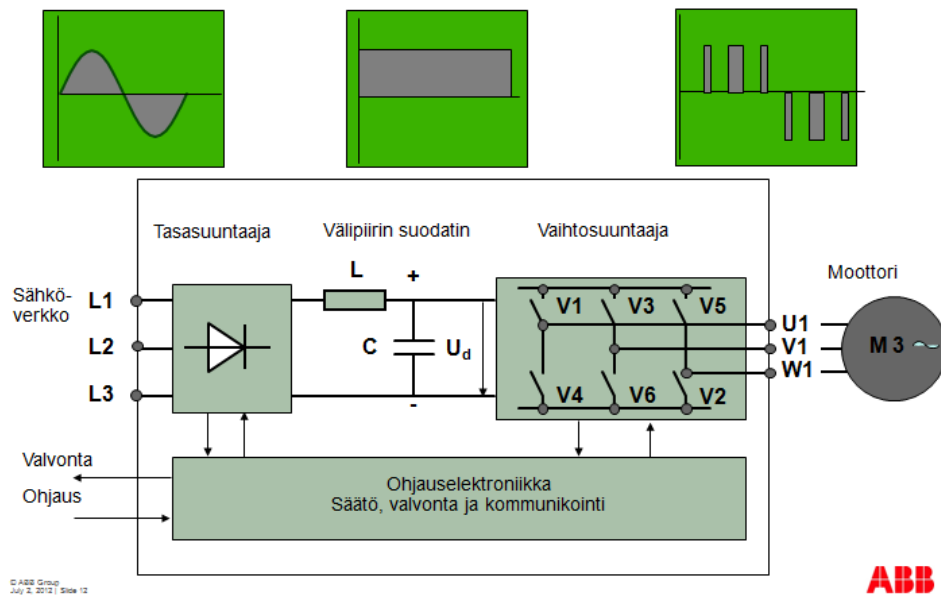


Kuvio 1. ACS 880 tuoteperheen taajuusmuuttajia. Kuva ABB Oy.

Tavallisen taajuusmuuttajan pääosat ovat tasasuuntaaja, välipiiri ja vaihtosuuntaaja. Tasasuuntaajan tehtävänä on muuttaa verkosta tuleva kolmivaiheinen vaihtojännite tasajännitteeksi. Välipiirissä suodatetaan tasajännitteestä pois mahdolliset epäpuhtaudet, jotta tasajännite olisi mahdollisimman tasaista ja puhdasta. Vaihtosuuntaajassa tasajännite muutetaan ja muokataan halutunlaiseksi vaihtojännitteeksi. Muuttamalla taajuusmuuttajan lähtötaajuutta voidaan muuttaa taajuusmuuttajaan kytketyn mootto-

rin pyörimisnopeutta. Kuviossa 2 on esitelty taajuusmuuttajan pääosat sekä se, miten jännitettä muokataan eri osissa. Nykyään vaihtosuuntauksessa käytetään enimmäkseen IGB-transistoreja. IGBT:n suosio johtuu sen helposta ohjattavuudesta, siedettävästä jännitehäviöstä sekä toimintakyvystä kohtalaisen suurilla kytkentätaajuuksilla. ABB:lle hankituilla laitteistoilla kiristetään taajuusmuuttajan vaihtosuuntaajassa käytettävät IGBT:t.

Mitkä ovat taajuusmuuttajan pääosat?



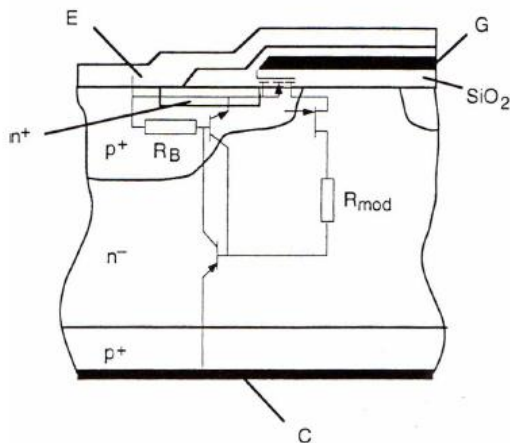
Kuvio 2. Taajuusmuuttajan pääosat ja jännitteen taajuuden muuttuminen niissä. [3]

4 IGBT-tehpuolijohteet

4.1 IGBT:n rakenne

IGBT eli Insulated Gate Bipolar Transistor on eristetyllä hilalla varustettu bipolaaritransistori. IGBT muistuttaa rakenteeltaan MOSFETiä, mutta siinä drain-alueen jatkoksi on lisätty p-tyyppin puolijohdealue. Tämän alueen aukot pitävät IGBT:n jännitehäviöt kohtuullisina vielä suurillakin virroilla. IGBT:tä voidaan valmistaa kahdella eri menetelmällä, jotka ovat PT (Punch Through) ja NPT (Non Punch Trough). [4, s.99-101]

Kuviossa 3 on esitetty NPT-tyyppisen IGBT-alkion perusrakenne. IGBT:n MOSFET-osalla ohjataan kollektorin C ja emitterin E välillä olevan pnp-transistorin kantavirtaa. IGBT:n virta koostuu MOSFETin kautta kulkevasta elektronivirrasta ja pnp-transistorin aukkovirrasta. Käytännössä IGBT-moduuli koostuu lukuisien kuvion 3 mukaisien alkioiden rinnan kytkennästä. [4, s.99-100]



Kuvio 3. NPT-tyypin IGBT-alkion perusrakenne. [4]

4.2 IGBT:n lämpeneminen

IGBT:n normaalissa käytössä syntyy erilaisia häviöitä. Häviöt voidaan jakaa esto-, sytymis-, johto-, katkaisu- ja ohjaushäviöihin. Nämä häviöt aiheuttavat komponentin lämpenemisen. Lämpötilan kohoaminen liian korkeaksi sekä suuret lämpötilan vaihtelut saattavat johtaa IGBT:n hajoamiseen. Hajoaminen on usein seurausta lämpenevässä materiaaleissa tapahtuvasta lämpölaajenemista. Lämmitessään molekyylit värähtelevät enemmän, samalla työntäen naapurimolekyylejä kauemmaksi itsestään. Materiaalin luonnollinen lämpölaajeneminen on useimmiten estetty liittämällä laajeneva rakenne tiukasti jäykempään rakenteeseen. Tämän seurauksena komponentin osiin kohdistuu lämpömekaanisia puristus- ja vetojännityksiä. Näiden jännitteiden seurauksena syntyy juotosten ja liitoslankojen vaurioita. [5]

4.3 IGBT:n jäähdytys

Puolijohdekomponentteja jäähdytetään jäähdytuselementtien avulla. Jäähdytuselementin tarkoituksena on laajentaa komponentin termistä pinta-alaa niin, että häviöistä syntyvä lämpö voidaan siirtää jäähdytysaineeseen. Jäähdytysainetta kuljetetaan jäähdytuselementin pintojen ohi, jolloin syntynyt lämpö siirtyy jäähdytysaineeseen ja sen mukana pois. Yleisimmät jäähdytysaineet ovat ilma, vesi ja erilaiset öljyt. [4, s. 153]

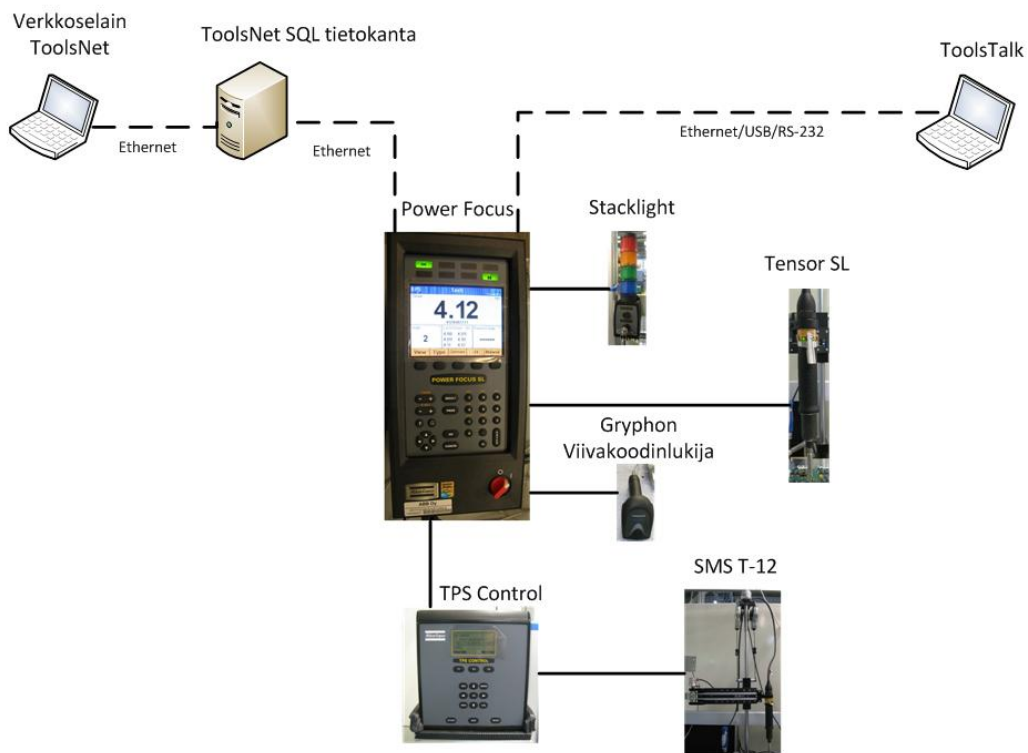
IGBT:tä jäähdytetään ABB:llä sekä ilma- että nestejäähdytyksellä. Molemmissa tapauksissa komponentti ja jäähdytuselementti liitetään toisiinsa ruuviliitoksella. IGBT:n ja jäähdytuselementin väliin levitetään ohut kerros lämpöä johtavaa rasvaa. Pinnoille levitetävän rasvan on tarkoitus täyttää pinnoissa mahdollisesti olevat kolot ja epätasaisuudet, jotka ilma muuten täyttäisi. Pintojen väliin jäävä ilma toimisi eristeenä, sillä ilman lämmönjohtavuus on vain 0,024. Lämmönjohtorasvan johtavuus on välillä 0,7...4, käytettävästä rasvasta riippuen. [4, s159,162]



Kuvio 4. IGBT kiinnitettynä jäähdytuselementtiin.

5 Laitteisto

ABB:lle hankittu laitteisto koostuu Tensor vääntimestä, SMS T-12 -momenttivarresta, Power Focus -ohjausyksiköstä, viivakoodinlukijasta, TPS Control -yksiköstä ja Stacklight-valotornista. Lisäksi järjestelmän ohjelmointia varten hankittiin ToolsTalk-ohjelma ja kiristysdatan tallentamista varten palvelimelle luotiin ToolsNet SQL -tietokanta. Kohdassa 5.1 on ensin annettu lyhyt toimintakuvaus laitteiston toiminnasta, minkä jälkeen laitteiston jokainen osa on esitelty.



Kuvio 5. Topologia kuva järjestelmästä.

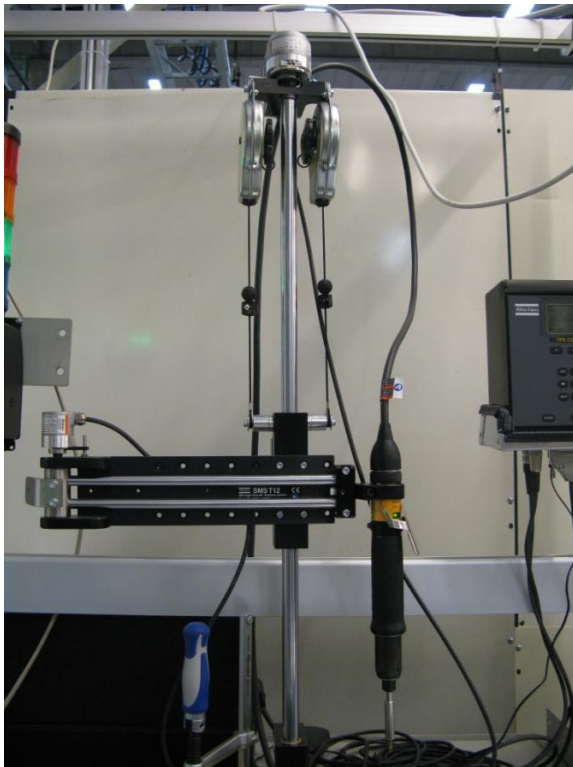
5.1 Toiminnankuvaus

TPS Controlilla valitaan, minkä tuotteen kiristysohjelma aloitetaan. TPS Control antaa Power Focuselle tiedon, kun ollaan oikeassa kohdassa, jolloin kiristys voidaan suorittaa, ja mitä Pset numeroa kyseisessä kiristyksessä käytetään. Paikan tunnistamiseen käytetään momenttivarressa olevia enkoodereita. IGBT:n viivakoodi pitää lukea ennen kuin ensimmäinen kiristys voidaan tehdä. Pset-tieto on tallennettu Power Focusiin, joka ohjaa väännintä. Väännin suorittaa kiristysvalitulla Psetillä ja Power Focus mittaa

kiristysdatan. Kiristysdata lähetetään Ethernetin yli ToolsNet-tietokantaan. Power Focus antaa TPS Controlille OK- tai NOK-viestin riippuen siitä, oliko kiristys asetettujen toleranssien sisällä vai ei. Kiristyksen ollessa OK TPS Control antaa käyttäjän siirtyä seuraavaan kiristykseen. Kiristyksen ollessa NOK, eli toleranssien ulkopuolella, TPS Control ei anna siirtyä eteenpäin, vaan kiristys on suoritettava uudelleen.

5.2 Tensor SL

Tensor SL on Atlas Copcon valmistamien momenttivääntimien tuoteperhe. ABB:lle hankittujen vääntimien tarkempi malli on ETD SL21-07-I06-PS. Se on sähköllä toimiva momenttivääntin, jonka toimintaa ohjaa Power Focus. Vääntimen sisällä on sähkömoottori, jonka pyöriminen muutetaan planeettavaihteiston avulla halutuksi momentiksi. Täällä sijaitsee myös laitteen momenttianturi. Laitteen momenttialue 1.5-7.5 Nm. Laitteessa on konfiguroitavissa oleva painonappi, joka on ABB:n laitteissa ohjelmoitu käynnistämään ruuvin avaustoiminto. Laitteesta on neljä kappaletta signaaliledejä ja summeri. Ledien ja summerin toiminta on ohjelmoitavissa. ABB:llä summerilla ja ledeillä viestitään, onko kiristys OK vai NOK. [6]



Kuvio 6. Tensor-momenttivääntimen kiinnitettyä SMS T-12 -momenttivarteen.

5.3 SMS T-12

Tensor-momenttiväännin on kiinnitetty Atlas Copcon SMS T-12 -momenttivarteen (kuvio 6). Momenttivarren avulla varmistetaan, että kiristys tapahtuu aina oikeassa asennossa. Momenttivarressa on kevennin, joka tasaa varren ja työkalun painoa ja kevennä näin käyttäjän työtä. Momenttivarssi myös vähentää käyttäjän käteen kohdistuvaa työkalun reaktivoimaa ja ehkäisee näin ranteen ja käden vammoja. Momenttivarressa on kaksi enkooderia paikan tunnistukseen. Paikkatieto välitetään TPS Controlille. [7]

5.4 TPS Control

TPS Controlilla valitaan haluttu kiristysohjelma riippuen siitä, mitä tuotetta ollaan kiristämässä. Ohjelmaan on määriteltävä oikea kiristysjärjestys ja kiristykseen käytettävä Pset. Laite antaa tehdä kiristyksiä vain ohjelmoidussa järjestyksessä ja ohjelmoidussa paikassa. Työkalun sijainnin määrittämiseen käytetään momenttivarressa olevia enkoodereita. TPS Control saa Power Focuselta signaalin, oliko kiristys OK vai NOK. Jos kiristys ei ollut toleranssien sisällä, on se suoritettava uudelleen.



Kuvio 7. TPS Control -laite.

TPS Controliin on mahdollista tallentaa 50 eri ohjelmaa, joista jokaisessa voi olla 500 erilaista kiristystä. Jokaiselle kiristyksille on mahdollista valita Pset eli yhdessä ohjelmassa voi olla kiristyksiä eri momentteihin. TPS Control antaa käyttäjälle tietoa kiristyksistä tekstin lisäksi näytön taustavalon eri väreillä. [8]

Taulukko 1. TPS Controlin näytön värikoodit

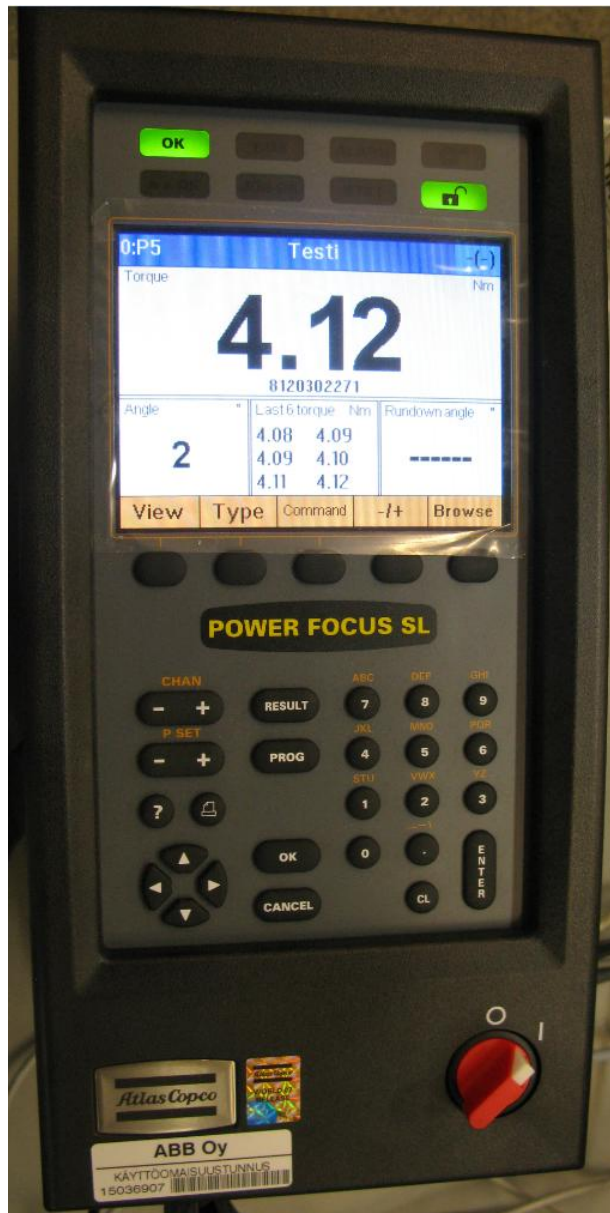
Näytön taustavalon värikoodi	Värikoodin merkitys
Sininen	Työkalu oikean ruuvien kohdalla
Punainen	Position lost Kiristys NOK
Vilkkuva vihreä	Kiristys OK
Vihreä	Job valmis

TPS Controlin ohjelmointi tapahtuu opettamalla kiristysten paikat järjestyksessä laitteelle. Kiristyksen paikka opetetaan viemällä vääntimen oikeaan ruuvien kohdalle ja tallentamalla kyseinen positio. Jokaiselle kiristykselle voidaan valita mitä, Pset-numeroa kyseisessä kiristyksessä käytetään. Varsinaiset Psetit on ohjelmoitu Power Focuseen. Ohjelma on täysin muokattavissa myöhemmin sen luomisen jälkeen.

5.5 Power Focus 4002 Graph

Power Focus 4002 Graph on vääntimen ohjausyksikkö. Sillä ohjataan ja valvotaan Tensor SL -työkaluja. Power Focus ei vaadi toimiakseen ToolsNetiä, TPS Controlia eikä ToolsTalkia, vaan se voi toimia itsenäisesti vääntimen kanssa. Luonnollisesti TPS Cont-

rolin tai ToolsNetin ominaisuuksia ei tällaisessa kokoonpanossa olisi käytössä. ToolsTalk ei ole välttämätön, sillä suurin osa toiminnoista on ohjelmoitavissa myös Power Focusen oman näppäimistön ja näytön avulla. Eri Psetien parametrit on tallennettu Power Focuseseen.



Kuvio 8. Power Focus 4002 Graph.

5.5.1 Portit ja I/O

Power Focusen sisällä on useita eri portteja ja liitäntämahdollisuuksia. Lisäksi laitteen ulkokuoressa sijaitsee USB B -portti. ToolsTalk-yhteys voidaan muodostaa tämän USB-portin kautta. Kun yhteys muodostetaan tätä kautta, ei laitetta tarvitse avata yhteyden muodostamista varten. ToolsTalk-yhteys avaamatta laitetta voidaan muodostaa myös Ethernetin välityksellä. Ethernet-portti sijaitsee laitteen sisällä. Ethernetin välityksellä siirretään kiristysdata Power Focusesta ToolsNet SQL -tietokantaan. Ethernet yhteyttä varten laitteille varattiin kiinteät IP-osoitteet ABB:n verkosta.

Laitteen sisältä löytyy kaksi rs-232- ja kaksi I/O bus -porttia sekä tulostinportti. Rs-232 portit on nimetty Comport 1 ja Comport 2. Comport 1 on tarkoitettu pienille kuormille, kuten viivakoodinlukija. Comport 2:ta käytetään suurien kuormien kuten ToolsTalk yhteys käsittelyyn. I/O Bus -portteihin on mahdollista liittää Atlas Copcon lisälaitteita tai niillä voidaan synkronoida useita Power Focus -yksiköitä toimimaan yhdessä. Tulostinporttiin on mahdollista liittää tulostin ja tulostaa raportteja suoraan Power Focus -laitteesta. Power Focusen sisällä on myös liitin digitaaliseen I/O:lle. [9]

Pin	Function	Pin	Function
13	Digital input 1 +	1	Relay 1 Normally open
14	Digital input 1 -	2	Relay 1 Common
15	Digital input 2 +	3	Relay 1 Normally closed
16	Digital input 2 -	4	Relay 2 Normally open
17	Digital input 3 +	5	Relay 2 Common
18	Digital input 3 -	6	Relay 2 Normally closed
19	Digital input 4 +	7	Relay 3 Normally opened
20	Digital input 4 -	8	Relay 3 Common
21	+ 24 VDC isolated	9	Relay 3 Normally closed
22	GND (+24VDC isolated)	10	Relay 4 Normally opened
		11	Relay 4 Common
		12	Relay 4 Normally closed

Kuvio 9. Power Focusen digitaaliset inputit ja outputit. [9]

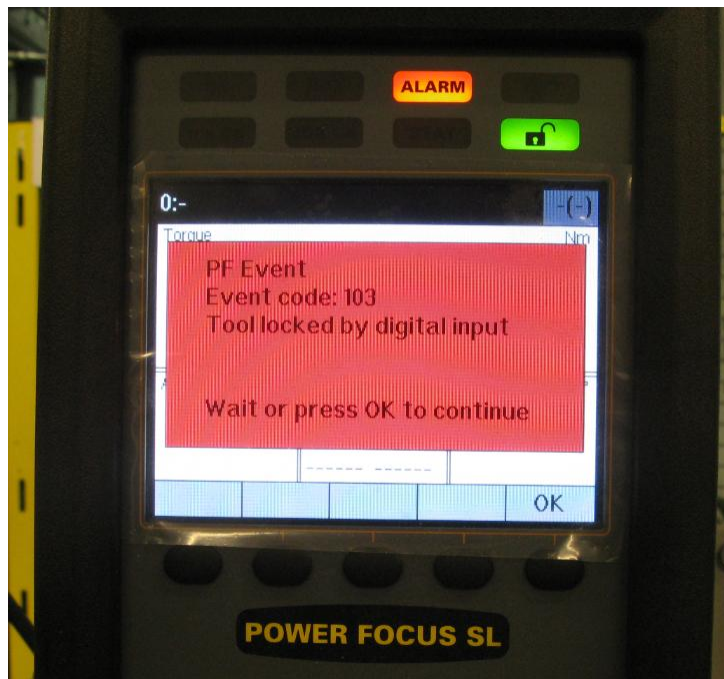
5.5.2 Graafinen näyttö ja näppäimistö

Power Focusessa on graafinen 72 x 96 mm värinäyttö, joka ohjaa käyttäjää kiristyksiä tehdessä valitulla tavalla. Näytölle on mahdollista ohjelmoida, millaisia tietoja sillä näytetään. Laitteessa on 32 näppäimen näppäimistö. Näppäimistön ja näytön kautta voi-

daan ohjelmoida suurin osa Power Focusen toiminnoista. Power Focus voi myös toimia ohjelmointilaitteena muille Atlas Copcon laitteille, jotka ovat sen kanssa samassa solussa.

5.5.3 Event

Eventit ovat viestejä, joilla Power Focus viestii tilastaan käyttäjälle. Eventit tulevat ponnahdusikkunoina Power Focusen näytölle. Eventit näkyvät ponnahdusikkunoina myös ToolsTalkissa. Osa eventeistä näkyy näytöllä vain hetken, osa vaatii käyttäjältä kuittauksen ennen kuin laitteen käyttöä voidaan jatkaa. Kaikki eventit tallentuvat Eventlogiin, johon pääsee käsiksi suoraan Power Focusen kautta ja ToolsTalkilla. Eventeistä on kattava listaus Power Focusen user guidesta.



Kuvio 10. Event-ponnahdusikkuna Power Focusen näytöllä.

5.6 Stacklight ESL-04

Stacklight ESL-04 on Power Focusen liitettävä valotorni. Siinä on päällekkäin neljä valoa, punainen, keltainen, vihreä ja sininen. Valojen järjestystä on mahdollista vaihtaa, ja siihen on myös mahdollista lisätä vielä viides valo. Valojen määrää voi myös vähentää. Valojen indikoimat tapahtumat on mahdollista ohjelmoida ToolsTalkin kaut-

ta. Lisäksi valotornissa on konfiguroitava painonappi, kolmiasentoinen avainkytkin ja summeri. Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty eri valojen merkitykset ABB:n käytössä.

[10]



Kuvio 11. Stacklight-valotorni.

Taulukko 2. Stacklight-valotornin eri valojen merkitykset.

Valotornin valot	Valojen merkitykset
Vihreä	Kiristys OK
Punainen	Kiristys NOK, yli momentin ylärajan
Punainen ja keltainen	Kiristys NOK, alle momentin alarajan
Sininen + mahdollisesti jokin muu valo	Ruuvien avaustoiminto käytössä

5.7 Gryphon I GD4100 -viivakoodinlukija

Power Focusen on liitetty Datalogicin valmistama Gryphon I GD4100 -viivakoodinlukija. Lukija on liitetty RS-232-liittimellä Power Focusen Comport 1:seen. Lukija tarvitsee erillisen virtalähteen, kun se kytketään RS-232:n kautta. Viivakoodinlukijalla luetaan kiristettävän IGBT:n sarjanumero.



Kuvio 12. Viivakoodinlukija ja sen virtalähde.

6 Ohjelmistot

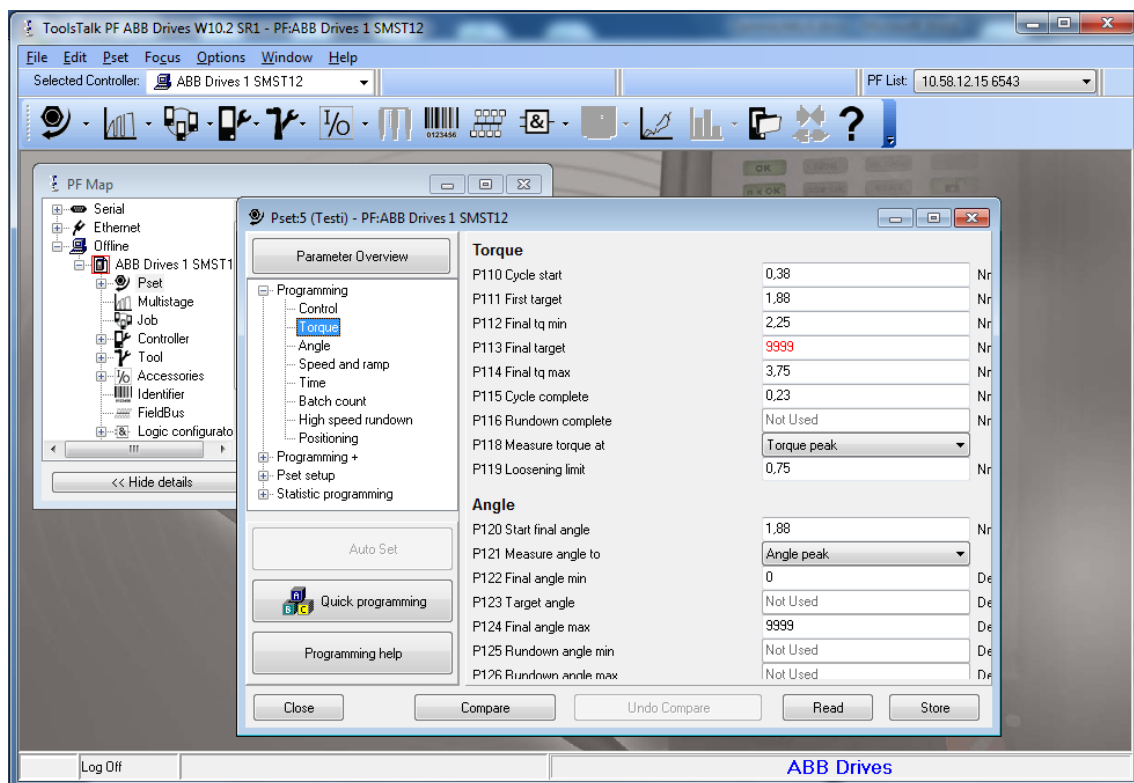
6.1 ToolsTalk PF

ToolsTalk on PC:lle asennettava ohjelmisto, jolla ohjelmoidaan ja monitoroidaan Power Focususta. Työkalujen, lisälaitteiden, Psetien ja ohjelmien konfigurointi sekä muokkaus tehdään ToolsTalkissa. ToolsTalk tarjoaa myös erilaisia näyttöjä Power Focusen tarkkailuun. ToolsTalk-yhteys Power Focusen voidaan ottaa USB:n, sarjaliikenneportin tai Ethernetin yli. ToolsTalkissa voidaan tehdä varmuuskopio Power Focusen tiedoista tai palauttaa varmuuskopio laitteeseen. Varmuuskopiota on mahdollista ohjelmoida ja muokata kuten varsinaista laitetta eli käyttäjä voi suorittaa ohjelmointia myös offline-ohjelmointina. Muokattu kopio voidaan sen jälkeen ladata yhteen tai useampaan Power Focus -yksikköön. Kopiosta on myös mahdollista ladata laitteeseen vain tietty osa. [9]

6.1.1 Pset

Pset pitää sisällään kaikki yhtä kiristystä ohjaavat parametrit. Psetiin on määritelty eri momenttiarvot, kulma-arvot, nopeudet ja aika-arvot. Lisäksi sinne asetetaan kiristysten ohjausstrategia eli se, ohjataan kiristystä momentin, kulman vai molempien mukaan. Psetiin on mahdollista asettaa tehtyjen kiristysten laskenta, joka voidaan esittää Power Focusen näytöllä. [9]

Pset-parametrit voidaan syöttää käsin. ToolsTalk tarjoaa myös Quick programming- ja Auto set -toiminnot. Quick programming kysyy käyttäjältä kiristysten lopullisen momentin ja kulman sekä halutun ohjausstrategian. ToolsTalk täyttää Psetin parametrit annettujen arvojen perusteella. Auto set kysyy lopullisen momentin, minkä jälkeen se pyytää tekemään kiristystä. Suoritetuista esimerkki kiristyksistä ToolsTalk määrittelee Psetille parametrit. Yleensä vaaditaan 3-10 kiristystä, että parametrit saadaan määritettyä.



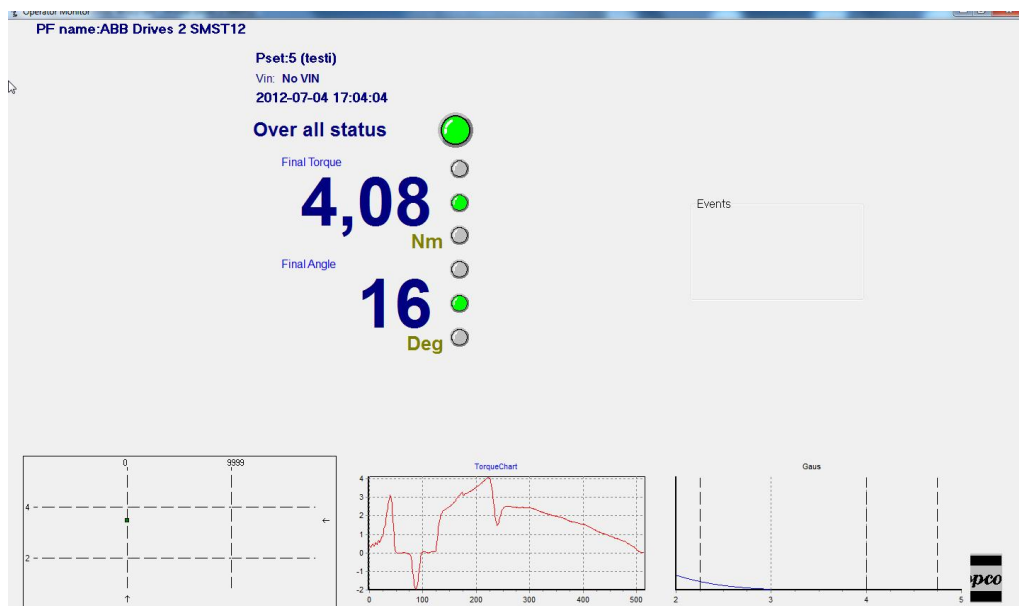
Kuvio 13. ToolsTalk-ohjelmanäkymä.

6.1.2 Multistage ja job

Multistage on monivaiheinen kiristys, jossa käytetään useita eri Psetejä. ABB:lle luoduissa ohjelmissa ei käytetä multistageja. Job on työ johon kuuluu useita kiristyksiä, joissa voidaan käyttää eri Psetejä ja multistageja. Yhdessä jobissa voi olla 50 eri kiristystä. ABB:llä ei käytetä Power Focusen jobeja, vaan TPS Controliin ohjelmoitu job valitsee käytettävän Psetin. [9]

6.1.3 Monitor-näytöt

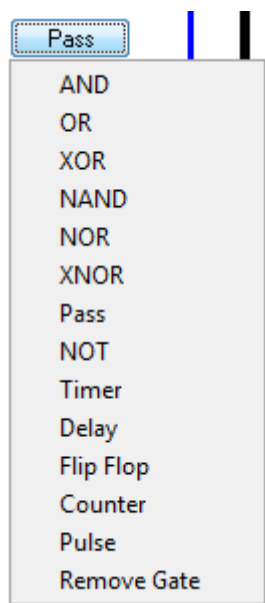
ToolsTalkista löytyy erilaisia näyttöjä, joilla voidaan tarkkailla Power Focusen toimintaa. Näytölle voidaan tuoda tilastotietoa laiteella tehdyistä kiristyksistä tai reaaliaikaista tietoa viimeisistä kiristyksistä. Näytöille tulevaa tietoa voidaan myös käyttää avustamaan asentajan toimintaa.



Kuvio 14. Laitteen käyttäjälle tarkoitettu monitor-näyttö.

6.1.4 Logic configurator

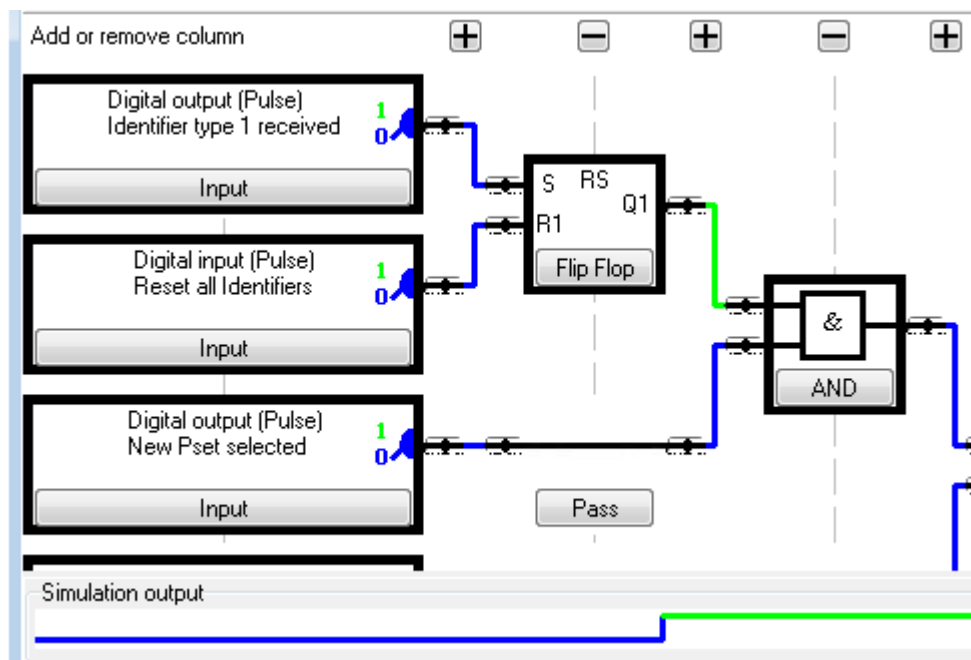
Logic configuratorilla voidaan käsitellä erilaisia sisäisiä ja ulkoisia signaaleja sekä ohjelmoida erilaisia tapahtumia näiden signaalien perusteella. Ohjelmointi tapahtuu function block -ohjelmointina. Power Focusen muistiin voi tallentaa 8 ohjelmaa, ja yhdessä ohjelmassa voi olla 8 inputia. Jokaisessa ohjelmassa on yksi output, jonka tietoa voidaan käyttää sellaisenaan muissa ohjelmissa. Outputiin on myös mahdollista liittää 4 erilaista digital inputia, jotka menevät päälle, kun output menee päälle.



Kuvio 15. ToolsTalkissa käytössä olevat function blockit.

Logic configuratorissa on simulointiominaisuus. Luodun ohjelman kulkua voidaan simuloida laittamalla eri tuloja päälle ja pois päältä. Logic configurator ruudun alalaidassa kulkeva viiva kertoo lähdön tilan. Vihreä viiva kertoo, että lähtö on päällä eli output bitinarvo on 1. Sininen viiva tarkoittaa, että lähdön bitin arvo on 0. Samaan tapaan värit kertovat signaalien tiloista ohjelmassa. Simulointi on kuitenkin yksinkertainen. Esimerkiksi jos ohjelman lähtö asetetaan inputiksi samaan ohjelmaan, niin se ei mene päälle, vaikka lähtö menisi. Simuloinnissa ei voi myöskään todeta eri ohjelmien välistä vuorovaikutusta.

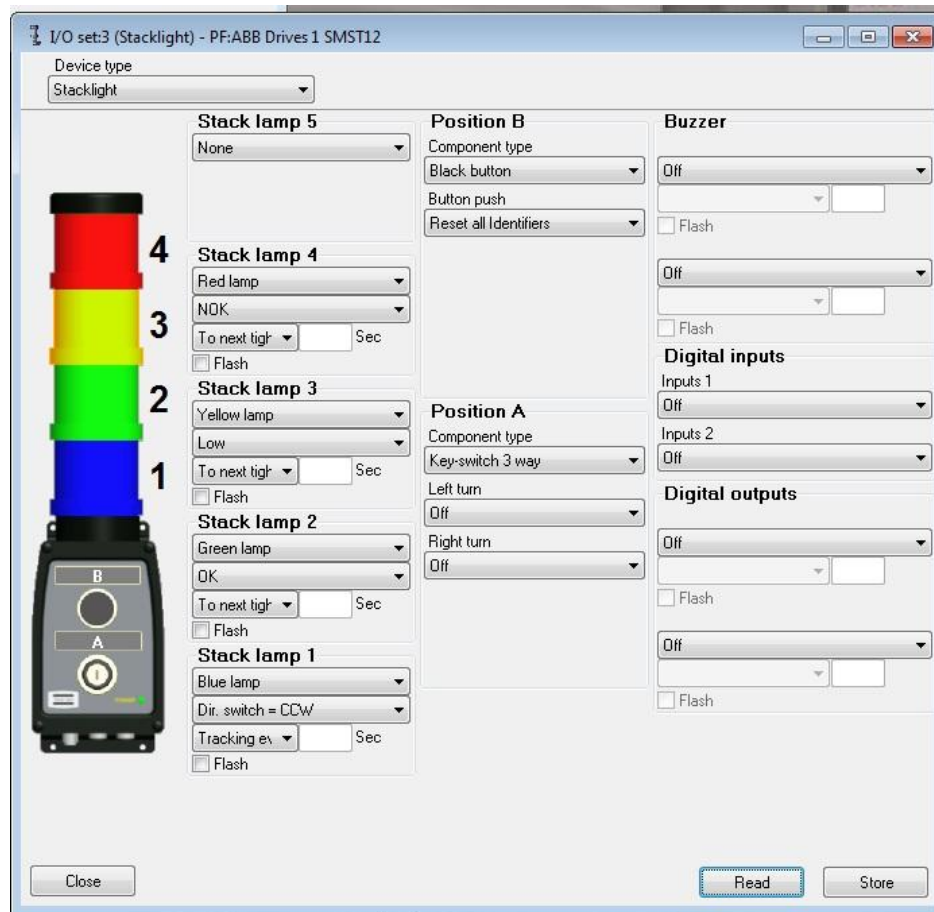
Kuviossa 16 on esitetty osa viivakoodin lukuohjelmaa. Kuvan alalaidassa näkyy koko ohjelman tilasta kertova Simulation output -viiva. Ohjelman outputin arvo on juuri muuttunut 0 eli simulation output viiva muuttuu siniseksi.



Kuvio 16. ToolsTalkin simulointiominaisuus.

6.1.5 Lisälaitteet

Power Focuseen liitettyjen Atlas Copcon lisälaitteiden konfigurointi tapahtuu ToolsTalkissa. Halutut toiminnot ja asetukset valitaan alasvetovalikoista. Erilaisille lisälaitteille on omat sivunsa ja niissä on havainnollistava kuva, joka muuttuu valittujen ominaisuuksien mukaan. Esimerkiksi alla olevan stacklightin kuvan (kuvio 17) lamppujen väri vaihtuu sen mukaan, mitä valikoista valitaan.



Kuvio 17. Stacklightin konfigurointi ToolsTalkissa.

6.2 ToolsNet 4000

ToolsNetiä varten luotiin SQL-tietokanta, jonne kaikki kiristysdata tallennetaan. SQL-tietokanta sijaitsee palvelimella, jossa on käytössä Microsoft SQL Server 2008. Palvelimelle voidaan ottaa yhteys omalta koneelta käyttäen mstsc (Microsoft Terminal Services Client) -sovellusta. Mstsc käyttää Microsoftin kehittämää remote desktop protoco- lia, jolla voidaan ottaa etäyhteys toiseen tietokoneeseen. Etäyhteys serverille ei ole

kuitenkaan tarpeellinen ToolsNetiä käytettäessä, sillä tietokantaan pääsee käsiksi verkkoselaimen kautta. Käyttäjän tietokoneelle ei tarvitse asentaa mitään, vaan ToolsNet-yhteys muodostuu, kun palvelimen osoite syötetään selaimen osoitteeksi.

ToolsNet mahdollistaa useampien tietokantojen tarkastelun saman selainkäyttöliittymän kautta. Tarkasteltava tietokanta voi olla toinen ToolsNet-tietokanta tai sitten jokin muu tietokanta. Jonkin muun kuin ToolsNet-tietokannan liittäminen tarkasteltavaksi on työlämpi prosessi. Selaimessa voidaan valita, mistä tietokannasta tietoa haetaan, jos tietokantoja on useampia. Valintaruutu ei ole näkyvässä, jos liitetyjä tietokantoja on vain yksi.

ToolsNetin käyttö perustuu erilaisiin valmiisiin raporttihakuihin. Haulle valitaan halutut hakuparametrit, kuten minkä laitteen tietoja haetaan ja miltä ajanjaksolta. Raporttien tulokset eivät ole pelkkää tekstiä, vaan niissä on linkkejä, jotka vievät yksityiskohtaisempiin tietoihin. Haulilla voidaan hakea monenlaista tietoa kiristyksistä, kuten tietyn ajanjakson kiristykset tai tietylle sarjanumerolle tehdyt kiristykset. Kiristysdatasta voidaan myös hakea erilaisia koosteita ja laskea tilastollista dataa. Kiristyksiä koskevan datan lisäksi ToolsNetistä on mahdollista hakea Power Focus -laitteen ilmoittamat eventit tai laitteeseen ja ohjelmiin tehdyt muutokset. Eri hakuja on esitelty ToolsNet-ohjeessa (Liite 4).

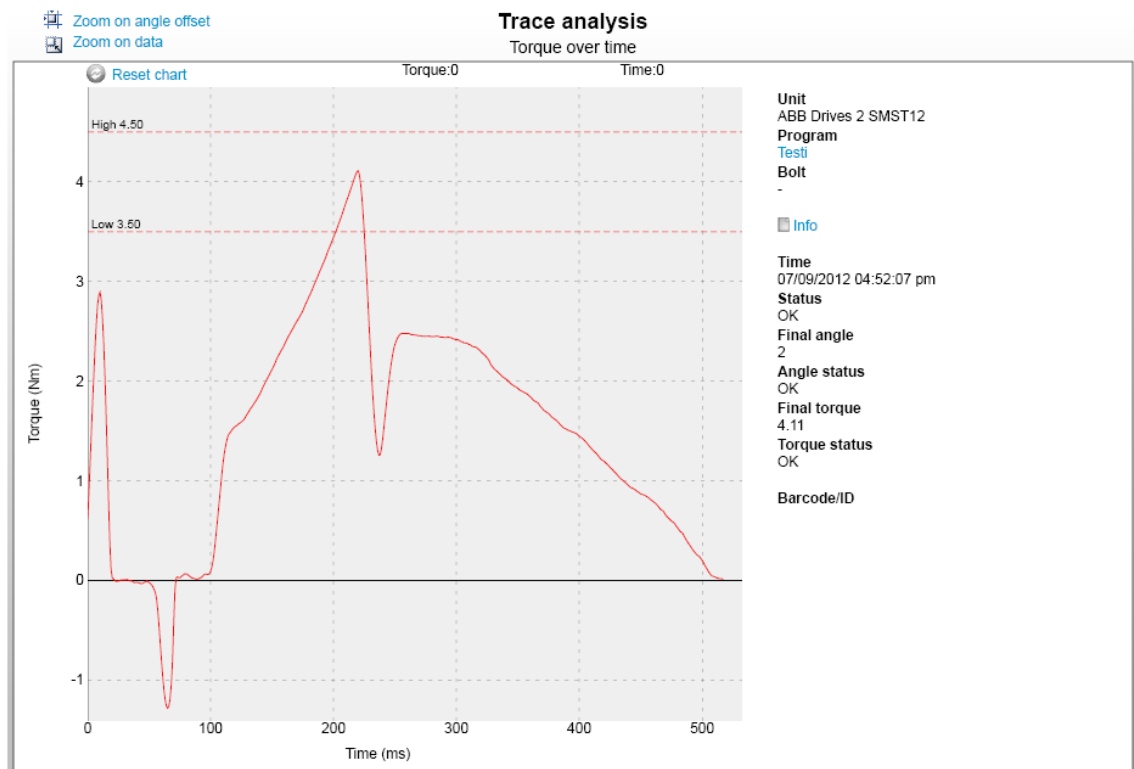
The screenshot shows the ToolsNet 4000 web interface. The main content is a 'Result list' table. The table has columns for status (OK, NOK), time, device name (ABB Drives 2 SMST12), program name, and test results. A 'NOK' status is highlighted in red. The interface also includes a sidebar with filters for 'Report structure', 'Program', 'Period', and 'Max results'.

Status	Time	Device	Program	Test Results
OK	07/24/2012 03:52:32 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	63 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:52:09 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	93 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:52:06 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	91 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:52:02 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	61 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:49:36 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	74 OK 3822267
NOK	07/24/2012 03:49:25 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	5 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:49:23 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	9 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:49:20 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	8 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:49:16 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	6 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:49:11 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	5 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:47 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	5 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:44 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	4 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:42 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	5 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:40 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	7 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:38 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	5 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:08 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	6 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:06 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	6 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:03 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	7 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:47:01 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	5 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:46:59 pm	ABB Drives 2 SMST12	Program	5 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:43:00 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	3 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:42:58 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	4 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:42:50 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	3 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:42:29 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	3 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:42:26 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	3 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:42:23 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	3 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:42:17 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	3 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:42:14 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	3 OK 3822267
OK	07/24/2012 03:42:11 pm	ABB Drives 2 SMST12	Testausmanu	3 OK 3822267

Kuvio 18. ToolsNetin selainkäyttöliittymä.

6.2.1 Kuvaajat

ToolsNetissä on mahdollista tarkastella tallennettua dataa kuvaajina. Kuvaajien esittämiseen käytetään SVG:tä (Scalable Vector Graphics), joka on kaksiulotteisten vektorikuvien kuvauskieli. SVG:ssä kuvan tiedot ja käyttäytyminen on esitetty XML-tekstitiedostossa. ToolsNetin kuvaajissa on mahdollista zoomata ja hiiren vieminen johonkin pisteeseen näyttää kyseisen pisteen arvot kuvaajan ylälaidassa. Verkkoselain saattaa vaatia erillisen SVG plug-inin asentamisen, jotta kuvaajia voidaan esittää.

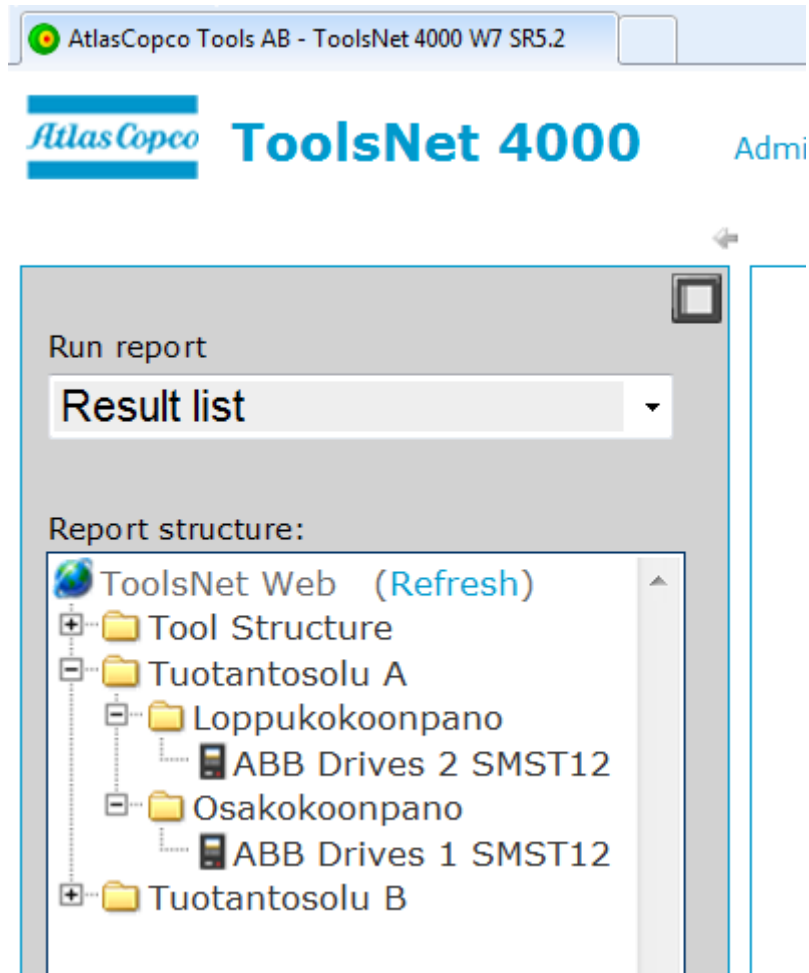


Kuvio 19. Kuvaaja, jossa on esitetty kiristykseen momentti ajan suhteen.

6.2.2 Reporting Structure

ToolsNetissä on mahdollista luoda Reporting structureita. Reporting structuret ovat raportointiryhmiä, joihin laitteita voidaan liittää. Report structure löytyy hakuparametriina kaikista hauista, joten sen avulla voi helposti rajata haun vain tiettyihin laitteisiin. Kuviossa 20 on luotu kuvitteelliset tuotantosolut A ja B. Tuotantosolu A on jaettu Osa-

kokoonpanoon ja Loppukokoonpanoon. Molempiin kokoonpanoihin on liitetty yksi laite. Valitsemalla Report structureksi Tuotantosolu A haettaisiin tietoa molempien laitteiden kiristyksistä. Valitsemalla structureksi Loppukokoonpano haettaisiin tietoa vain toisen laitteen kiristyksistä.



Kuvio 20. Esimerkki Report structureista haussa.

6.2.3 Email-moduuli

ToolsNetissä on email-moduuli, joka voidaan asettaa lähettämään sähköpostia Power Focusen ilmoittamista eventeistä. Ensimmäisellä kerralla pitää määrittellä mitä sähköpostipalvelinta käytetään ja muut lähetysoasetukset. Aluksi luodaan sääntö, johon määritellään, minkä eventin tapahtuessa sähköposti lähetetään. Eventejä voi laittaa yhteen sääntöön useamman, joten jokaista varten ei tarvitse luoda erillistä sääntöä. Oletusasetuksena on, että viesti lähetetään heti, kun määritetty event aktivoituu. Sähköpostin

lähettämiseksi voidaan myös asettaa kynnyksarvo, jolloin sähköposti lähetetään vasta kun event on toistunut kynnyksarvossa määritellyn määrän verran. Sääntöön määritellään yksi tai useampia sähköpostiosoitteita, joihin viesti lähetetään. [11]

7 Työn tuloksena syntyneet ohjelmat

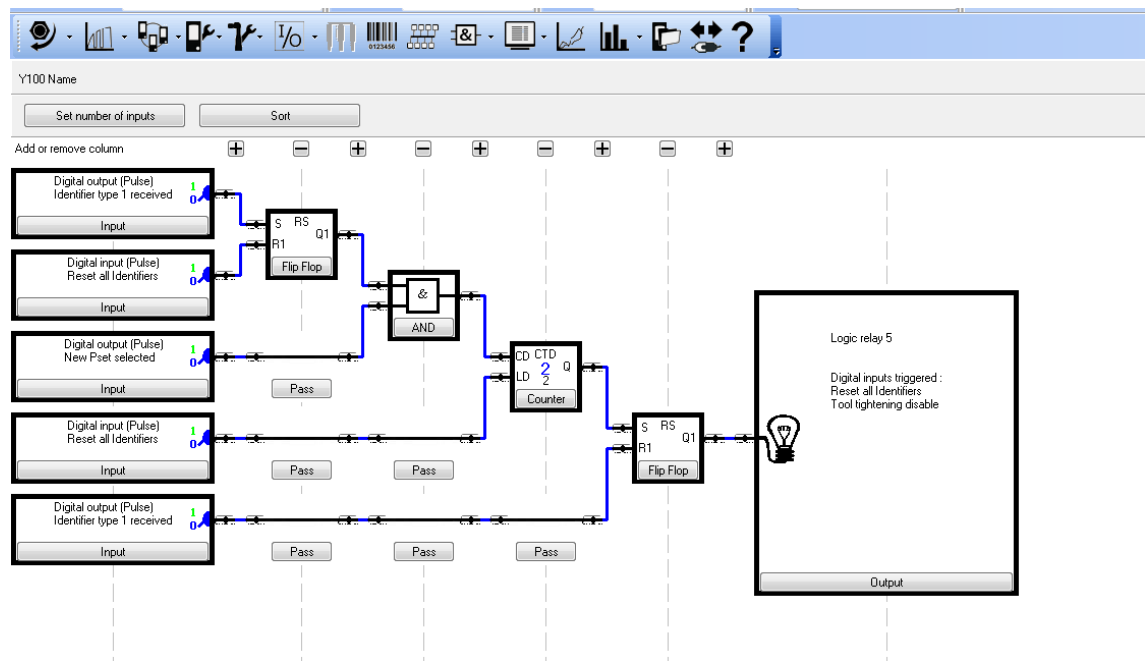
7.1 Kiristysohjelmat

Työn tuloksena tehtiin ohjelmat neljälle eri tuotteelle. Jokaisessa ohjelmassa yksi tai useampia IGBT-moduuleita kiinnitetään jäähdytyslementtiin. Yhdellä laitteella tehdään kiristys useille tuotteille ja laitteille saatetaan lisätä myöhemmin uusia tuotteita. Kiristysten ja IGBT:eiden määrä vaihtelee eri ohjelmien välillä, mikä tuli ottaa huomioon viivakoodin lukua suunnitellessa.

TPS Controlilla valitaan haluttu kiristysohjelma, johon on ohjelmoitu kiristyksien sijainnit ja käytettävät Psetit. Ensin IGBT:n ruuveille tehdään esikiristys, minkä jälkeen ne kiristetään lopulliseen momenttiin. Kiristykset tapahtuvat määrättyssä järjestyksessä. Kiristyksen aloittaminen on mahdollista vasta kun IGBT:n sarjanumero on luettu viivakoodinlukijalla. Kaikki kiristykset tallentuvat ToolsNet-tietokantaan myöhempää tarkastelua varten. Ohjelmiin otettiin käyttöön back-ominaisuus, jolloin ohjelmassa voidaan siirtyä taaksepäin, vaikka kiristys olisikin ollut OK.

7.2 Viivakoodin lukuun pakottava ohjelma

Viivakoodi luetaan käyttäen Power Focusen kiinnitettyä viivakoodinlukijaa. Uusi viivakoodi pitää lukea aina kun yksi IGBT-paketti on kiristetty loppuun. Jos viivakoodia ei ole luettu, niin väännin on lukittuna, eli sillä ei voi tehdä kiristyksiä. Tämä toteutettiin käyttämällä Power Focusen logic configuratoria. Logic configuratorilla tehtiin ohjelma, joka laskee, kun Psetiä on vaihdettu kaksi kertaa, minkä jälkeen se lukitsee laitteen ja resetoit luetun viivakoodin. Lukitus voidaan poistaa ja laskuri resetoitda lukemalla uusi viivakoodi.



Kuvio 21. Viivakoodin lukemiseen pakottava ohjelma.

TPS Controlissa on mahdollista lopettaa käynnissä oleva ohjelma kesken sen käytön. Tämä ohjelman resetoitinta sotkisi viivakoodin lukuun pakottavan ohjelman laskurit. Stacklightin painonappi lisättiin logiikkaohjelman resetoitintaimeksi, jos ohjelma joudutaan jostain syystä keskeyttämään. Uuden ohjelman aloittaminen pitää suorittaa määrättyssä järjestyksessä, jotta logiikkaohjelma jatkaa toimintaansa normaalisti. Tästä kirjoitettiin ohjeistus asentajille tehtyyn Momenttivääntimen käyttöohjeeseen (liite 1).

Viivakoodinluku ohjelmasta tehtiin myös versio, missä koko moduulin viivakoodi luettiin ja sen alle luettiin IGBT:eiden sarjanumerot. Tämä ajatus kuitenkin hylättiin, sillä nyt IGBT:t voidaan käyttää vapaassa järjestyksessä sopiviin laitteisiin. IGBT:t jäljitetään taajuusmuuttajaan valmistusvaiheessa, joten taajuusmuuttajan jäljitystietojen kautta nähdään, mitkä IGBT:t kyseisessä laitteessa on.

7.3 TPS Controlin ongelma

TPS Controlin kanssa törmättiin ongelmaan, joka aiheutti runsaasti päänvaivaa. Kaikki TPS Controliin luodut ohjelmat olivat kadonneet laitteesta, ilman mitään erikoisempia toimenpiteitä. Ensimmäinen ajatus oli, että laite kadottaa muistinsa, jos se joutuu olemaan pidempiä aikoja ilman sähköjä. Laite oli siirretty eri kohtaan työpistettä, jolloin johdot oli jouduttu irrottamaan. Tämä testattiin ottamalla laitteesta virta pois pitkän viikonlopun ajaksi. Kaikki uudet ohjelmat olivat tallessa, kun virrat kytkettiin takaisin. Se, että joku olisi poistanut kaikki ohjelmat tai resetoanut ohjelmamuistin, vaikutti kovin kaukaa haetulta, sillä sitä ei helposti vahingossa tee.

Ohjelmien katoaminen ei sinällään ollut ongelma, sillä uuden ohjelman tekee melko nopeasti. Päänvaivaa aiheutti se, kun TPS Controlin asetuksissa olevien lähtö bittien arvot olivat muuttuneet. Out Pset Bit 1:n arvo oli muuttunut OUT-3:ksi, kun sen oikea arvo on OUT-2. Samanlainen hyppäys suurempaan arvoon oli tapahtunut muille Out Pset Biteille. Asia olisi ollut selkeä, jos bitit olisivat vain nollaantuneet, mutta koska niiltä löytyivät arvot, näyttivät ne pikaisella vilkaisulla olevan kunnossa. Atlas Copcon asentaja oli valinnut käyttöönotton yhteydessä oikeat asetukset laitteelle, joten niiden ajatteli olevan kunnossa. Ohjausbittien muuttumisesta seurasi se, että uudet ohjelmat toimivat vain osalla Pset-asetuksista ja osalla laite lukittui.

TPS Controlin vastaava resetoituminen tapahtui myöhemmin kaksi kertaa. Toisella kerralla laite oli siirretty eri paikkaan, jolloin kaikki johdot oli irrotettu, ja toisella kerralla tehtaalla oli ollut sähkökatkos. Ohjeisiin kirjoitettiin tarvittavat korjaustoimenpiteet, jos vastaavaa resetoituminen tapahtuisi uudelleen. Atlas Copcolle lähetettiin kysely kyseisestä ongelmasta ja TPS Controlin varmuuskopiointimahdollisuuksista.

8 Työn tuloksena syntyneet ohjeet

Yhtenä opinnäytetyön tavoitteena oli laatia ohjeistus järjestelmän käytöstä. Eri ohjeita syntyi viisi kappaletta. Ohjeita laadittaessa pyrittiin ottamaan huomioon, mille käyttäjäryhmälle ohje on suunnattu. Kaikki ohjeet pyrittiin tekemään niin yksityiskohtaisiksi, ettei aiempaa kokemusta laitteistosta tai ohjelmista tarvita. Kaikki ohjeet lisättiin työhön liitteinä, mutta ABB:n toiveesta ne on poistettu julkisesta työstä.

8.1 Ohje asentajille

Asentajia varten laadittiin momenttivääntimen käyttöohje (liite 1) järjestelmän päivittäiseen käyttöön. Tässä ohjeessa pyrittiin käsittelemään yleisimmät toimenpiteet ja ratkaisut mahdollisiin ongelmatilanteisiin. Ohjeesta pyrittiin tekemään yksinkertainen ja selkeä, mutta samalla riittävän kattava. Ohjeeseen on liitetty taulukot stacklightin ja TPS Controlin valojen merkityksistä. Ohjeen loppuun tehtiin kuvat eri tuotteiden kiristysjärjestyksistä. Kuvissa olevat järjestysnumerot vastaavat TPS Controlin näytöllä nähtäviä numeroita.

Valmis ohje käytiin läpi asentajan kanssa samalla kun asentaja tutustui ensimmäistä kertaa laitteistoon. Asentajan kommenttien ja kysymysten perusteella ohjeeseen tehtiin lisäyksiä ja huomautuksia, koska samoja kysymyksiä tulee varmasti mieleen muillekin laitteen käyttäjille. Samassa yhteydessä huomattiin tarve muutamille muutoksille työpisteen käytännöllisyyden parantamiseksi.

8.2 Ohjelmointiohjeet

Laitteiden ohjelmoinnista tuli laatia ohjeistus, jonka avulla ohjelman teko uudelle tuotteelle onnistuu. Ohjelmointiohje päätettiin jakaa kahteen erilliseen ohjeeseen. Toinen ohje käsittelee ToolsTalkin käyttöä ja toinen TPS Controlia. Molempia ohjeita tarvitaan, kun tehdään ohjelma uudelle tuotteelle, mutta niiden ohjelmointi eroaa täysin toisistaan.

8.2.1 ToolsTalk-ohje

ToolsTalk-ohjeen (liite 2) alussa annetaan ohjeistus, miten ohjelma käynnistetään ja miten ToolsTalkilla otetaan yhteys Power Focus -laitteeseen. Ohjeen alussa annetaan myös ohjeistus varmuuskopioiden tekoon ja palauttamiseen. Ohjeessa esitellään ohjelman eri valikot ja se, millaista tietoa kyseiset valikot pitävät sisällään. Ohjeessa kerrotaan, miten luodaan uusi Pset ja mitä eri tapoja sen luomiseen on. Viivakoodin lukuun pakottava ohjelma on käsitelty ohjeen lopussa yksityiskohtaisesti, vaihe vaiheelta.

8.2.2 TPS Control -ohje

TPS Control -ohjeen (liite 3) alussa annetaan ohjeistus, miten TPS Controlin valikoissa navigoidaan. Ohjeessa käydään läpi vaihe vaiheelta, miten uudelle tuotteelle luodaan ohjelma. Ohjeessa käydään läpi vaiheittain ohjelman editointimahdollisuudet sekä se, miten ohjelma poistetaan. Ohjeen lopussa on ohjeistettu, miten korjataan sellainen tilanne, että TPS Control on kadottanut kaikki ohjelmat ja osa asetuksista on mennyt sekaisin.

8.3 Ohje ToolsNetin käyttöön ja raporttien hakuun

ToolsNet-ohjeessa (liite 4) käydään läpi sen käyttöä ja ominaisuuksia. ToolsNetiä käytetään selaimen kautta, joten ohje keskittyy selaimessa tapahtuvaan toimintaan. Ohjeessa on selitetty miten ToolsNetiin otetaan yhteys, miten raportteja haetaan, miten raportit tulostetaan sekä mitä toimintoja ToolsNetissä on. ToolsNetin eri haut ja se, mitä niillä haetaan on esitelty ohjeen lopussa. Tietokannan palvelimelle yhdistämisestä ja tietokantojen varmuuskopiointista tehtiin lyhyt ToolsNet SQL server -ohje (liite 5). Tätä ohjetta ei liitetty ToolsNet-ohjeeseen, sillä peruskäyttäjällä ei ole tarvetta käsitellä varsinaista tietokantaa. Tietokantojen ja palvelimen käsittely ovat ABB:n IT-osaston vastuulla.

9 Kehitysehdotukset

9.1 Isommat kokoonpanot

Atlas Copcon laitteilla voitaisiin tehdä suurempia kokoonpanoja, sillä samaan laitteeseen voidaan tallentaa lukuisia eri ohjelmia ja momentteja. Ohjelmien ja momenttien vaihtaminen tapahtuu myös hyvin nopeasti. Varsinkin tuotteissa, joiden kokoonpano tapahtuu alusta loppuun samassa pisteessä, voitaisiin yhdellä laitteella suorittaa useita kiristyksiä eri momentteihin. Nykyinen laitteisto tosin rajoittaa kokoonpanoa, sillä kaikki kiristykset täytyy tehdä kohtisuorassa pöytätasoon nähden. Lisäksi kiristykset täytyisi toteuttaa määrätyssä järjestyksessä. Atlas Copco tarjoaa langattomia ruuvivääntimiä, jotka kommunikoivat Power Focusen kanssa. Yhdellä laitteella voidaan tehdä samalla tavalla kiristyksille eri Psetejä, ja vääntimeltä saataisiin kiristysdata talteen.

9.2 Kiristysraportti

Taajuusmuuttajasta löytyy muitakin kriittisiä kiristyksiä kuin IGBT:t. Myös näiden kiristysten kiristysdata olisi hyvä saada talteen. Jos taajuusmuuttajan kaikista kriittisistä kiristyksistä lähetettäisiin data ToolsNetiin, voitaisiin tulostaa kiristysraportti, joka toimitettaisiin asiakkaalle laitteen mukana.

9.3 Ruuvipuutteet

Asentaja saattaa aika ajoin unohtaa ruuvin laitteesta. Näitä ruuvipuutteita esiintyy varsinkin ei-kriittisissä ruuveissa, joita tulee useita kymmeniä eri puolille laitetta. Psetiin asetettavalla ruuvien eräkoon laskennalla voitaisiin eliminoida näitä ruuvipuutteita. Momenttivarten liitetty langallinen laite ei ole näille kiristyksille toimiva ratkaisu, sillä ruuvit kiristetään paikalleen eri asennoissa ja eri puolille laitetta. Atlas Copco tarjoaa langattomia ruuvivääntimiä, jotka kommunikoivat Power Focusen kanssa. Näille vääntimille tehtäviin Pseteihin voitaisiin asettaa eräkoon laskenta. Laite näyttäisi asentajalle kiristettyjen ruuvien lukumäärän ja sen, koska erä on valmis. Yhdellä vääntimellä voitaisiin tässäkin tapauksessa suorittaa kiristyksiä useisiin eri momentteihin.

10 Huomioita

10.1 ToolsNet

Strukturien rakentaminen eri laitteille ja osastoille tulee ajankohtaiseksi, kun laitteiden määrä ToolsNetissä lisääntyy. Samoin käyttöoikeuksien rajoittamista kannattaa harkita, kun laitteita lisätään enemmän ja samalla käyttäjien määrä lisääntyy. Käyttöoikeusasetukset tehdään palvelimelle, jolla ToolsNet tietokanta sijaitsee. Nykyisellä laitteistolla ei nähty tarvetta struktuureille eikä käyttöoikeuksien rajoittamiselle.

ToolsNetin selainnäkyellä on mahdollista tarkastella myös muita kuin ToolsNet-tietokantoja. Tämän mahdollisuuksista ja monimutkaisuudesta on lähetetty kyselyä Atlas Copcon edustajalle, mutta vastausta ei tämän insinööriyön puitteissa saatu. ToolsNetiin on mahdollista liittää myös open protocol -laitteita eli muiden valmistajien älykkäitä laitteita.

10.2 ToolsTalk työpisteeseen

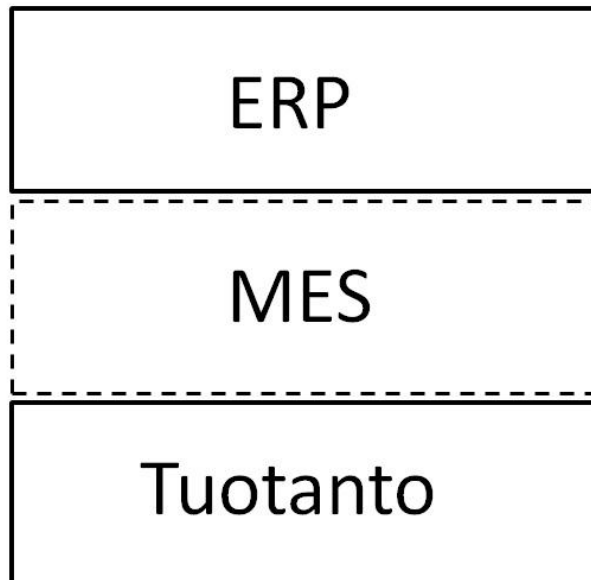
ToolsTalk voidaan asentaa työpisteellä sijaitsevalle tietokoneelle, jolloin asentajan työtä voidaan helpottaa ToolsTalkin eri monitorointityökaluilla. Monitorille voitaisiin tuoda työohje-kuva kyseisen kiristyksen vaiheista. Työohjeen näyttäminen olisi hyödyllinen ominaisuus, jos samalla laitteella suoritettaisiin useita erilaisia kiristyksiä.

10.3 Lisälaitteet

Atlas Copco tarjoaa monia lisälaitteita Power Focus -laitteelle. Laitteet ovat stacklightin tapaan konfiguroitavissa ToolsTalkin kautta. Näille laitteille ei nähty nykyisessä tuotannossa tarvetta. Niiden tarjoamia mahdollisuuksia on hyvä harkita, jos siirrytään tekemään suurempia kokoonpanoja Atlas Copcon laitteilla. Atlas Copcon tarjoamien lisälaitteiden käyttöönotto ja konfigurointi ToolsTalkissa on yksinkertaista. Eri valmistajien tarjoamien lisälaitteiden käyttö on myös mahdollista, mutta niiden käyttöönotto on monimutkaisempi prosessi.

10.4 MES-integraatio

ERP:t (Enterprise Resource Planning) eli toiminnanohjausjärjestelmät ovat usein heikosti sopivia tuotannonohjauksen tarpeisiin. Tuotannon tarpeet vaihtelevat runsaasti eri yrityksissä. Kaikkien tarpeisiin sopivasta ohjelmasta tulisi todella monimutkainen käyttää. Toisena vaihtoehtona on räätälöidä käytössä olevaa ERP-ohjelmaa oman tuotannon tarpeisiin sopivaksi. Tämä hankaloittaa ERP-ohjelmiston päivittämistä, sillä muokkausten toiminnasta päivityksen jälkeen ei ole takeita. MES (Manufacturing Execution System) eli valmistuksenohjausjärjestelmät pyrkivät vastaamaan paremmin tuotannon tarpeisiin. Valmistuksenohjausohjelmilla ohjataan ja suunnitellaan tuotantoa. Valmistuksenohjausjärjestelmä sijoittuu toiminnallisesti toiminnanohjausjärjestelmän ja tuotannon väliin (kuvio 22).



Kuvio 22. MES järjestelmän toiminnallinen sijoittuminen.

Atlas Copcon momenttiväänninjärjestelmä sekä ToolsNet ovat integroitavissa osaksi valmistuksenohjausjärjestelmää. Tämä on hyvä huomioida, jos MES-järjestelmää otetaan käyttöön ABB:llä tuotannossa. Tällä integraatiolla voitaisiin yhdellä viivakoodinluvulla toimittaa tieto sekä SAPIin että Power Focuselle. Kiristysdata olisi saatavilla ja käytettävissä suoraan MESistä. Kuittaus työvaiheen valmistumisesta voitaisiin saada, kun sen työvaiheen kiristykset on suoritettu onnistuneesti loppuun.

10.5 Viivakoodinlukuohjelma

Viivakoodinlukuun pakottava ohjelma on suunniteltu sillä periaatteella, että IGBT:lle suoritetaan ensin esikiristykset ja sen jälkeen kiristetään lopulliseen momenttiin. Ohjelma tukee vain sitä, että tehdään yksi IGBT kerralla alusta loppuun. Tämä kiristysperiaate oli käytössä kaikissa laitteilla kiristettävissä tuotteissa, joten viivakoodinluvulle toteutettiin sen mukainen ratkaisu. Jos tämä toimintamalli muuttuu, on myös viivakoodinlukuun pakottavaan ohjelmaan tehtävä muutoksia.

11 Yhteenveto

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin. Kaikille vaadituille tuotteille luotiin ohjelmat ja ohjelmointiohjeiden avulla ohjelmien luominen onnistuu myös uusille tuotteille. Laadituissa ohjeissa ja tässä työssä esitellään järjestelmän ominaisuuksia sekä sen tarjoamia mahdollisuuksia.

Momenttiväänninjärjestelmän käyttöä on pilotoitu tuotannossa. Käyttäjiltä saatu palaute on ollut positiivista. Momenttivääntimen käyttöohje on annettu asentajille luettavaksi laitteeseen perehdytyksen yhteydessä. Ohje auttaa myös mahdollisten ongelmatilanteiden ratkaisemisessa.

TPS Controlin varmuuskopiointi ja resetoitumisen estäminen jäivät vielä avoimiksi kysymyksiksi. Atlas Copcolle on lähetetty kysely asiasta, ja asia on siellä selvityksen alla. Vastausta kysymykseen ei ehditty saamaan tämän insinööriyön puitteissa.

Lähteet

- 1 ABB. Sisäisen verkon materiaalit. Intranet. (Luettu 16.4.2012.)
- 2 ABB. Verkkosivut. www.ABB.fi. (Luettu 16.4.2012.)
- 3 Taajuusmuuttajat Kansankielellä. ABB sisäinen Pptx-dokumentti. (Luettu 25.6.2012)
- 4 Niiranen, Jouko. 2007. Tehoelektroniikan komponentit. 4. Painos. Otatieto.
- 5 Mattila, Martti. 2008. Lämpötilan vaihteluiden vaikutukset vaihtosuuntaajan IGBT-moduuliin (Insulated Gate Bipolar Transistor). Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu.
- 6 Tensor SL Screwdrivers. Atlas Copco. Pdf-dokumentti. (Luettu 22.4.2012.)
- 7 Atlas Copco Torque Arms. Atlas Copco. Pdf-dokumentti. (Luettu 22.4.2012.)
- 8 Introduction - TPS Controller. Atlas Copco. Pdf-dokumentti. (Luettu 23.4.2012.)
- 9 Atlas Copco Tools and Assembly Systems. 2010. User guide Power Focus, software release 10.2. Edition 11.
- 10 Atlas Copco. 2009. User Guide Stacklight ESL-04. Edition 4.
- 11 Atlas Copco Tools and Assembly Systems. 2010. User Guide ToolsNet 4000. Edition 1.5.