

Markus Hirvonen

Teollisuustaajuusmuuttajan FAT-prosessin kuvaus ja kehitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

24.1.2014

Tekijä(t) Otsikko	Markus Hirvonen Teollisuustaaajuusmuuttajan FAT-prosessin kuvaus ja kehitys
Sivumäärä Aika	32 sivua + 10 liitettä 24. tammikuuta 2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Kappaletavara-automaatio
Ohjaaja(t)	Sales Manager Harri Vaara Lehtori Jari Olli
<p>ABB Oy:n Drives-yksiköllä on kaapitetuille ACS800- ja ACS880-teollisuustaaajuusmuuttajille tarjolla valinnainen asiakastilaisuus, jossa halutessaan asiakas tai hänen edustajansa käy itse paikalla toteamassa, että laite vastaa tilausta ja toimii. Tilaisuudessa käydään läpi laitteen visuaalinen tarkastus, dokumenttien tarkastus ja toiminnallisuuden tarkastus laitteen ollessa päälle kytkettynä. High Power Drives -osasto isännöi vuosittain noin 200 asiakas-testausta, eli factory acceptance testiä (FAT). Tämän prosessin kehitys on tärkeää niin asiakastyytyväisyyden, kuin yrityksen ajankäytön kannalta. Sulava prosessi säästää kaikkien osapuolen resursseja.</p> <p>Insinööriyön tarkoituksena on tämän prosessin nykytilanteen kuvaus ja sen kehittäminen. Yksi kehittämisen painopisteitä on tuoda Drives:n ulosantia asiakkaalle lähemmäksi samalla tehdaskampuksella toimivaa Motors & Generators -yksikköä.</p> <p>Kehitettävät asiat kartoitetaan seuraavien keinojen avulla: tehdään FAT:ja ja tuodaan ilmi niiden epäkohdat, tutkitaan Motors & Generators -yksikön uusittu FAT-proseduuri ja teetetään ABB:n paikallismyyntitoimistoille tyytyväisyyskysely. Näistä saatavat tulokset analysoidaan ja niiden pohjalta laaditaan yhteenveto miten prosessia voidaan parantaa. Lisäksi yritykselle tehdään malli tulosten perusteella parannetusta FAT-ohjelmasta ja -toimintaohjeista.</p> <p>Insinööriyön tuloksia käytetään suoraan yrityksen sisäisessä kehitysprojektissa, jossa uusitaan FAT-prosessi dokumentteineen.</p>	
Avainsanat	taajuusmuuttaja, ABB, FAT, factory acceptance test, drive, asiakaskokemus

Author(s) Title Number of Pages Date	Markus Hirvonen Description and improvement of the cabinet-built industrial frequency converter FAT process 32 pages + 10 appendices 24 th January 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialization option	Discrete Automation
Instructor(s)	Harri Vaara, Sales Manager Jari Olli, Lecturer
<p>The ABB Oy Drives unit offers an optional customer event for ACS800 and ACS880 frequency converters where the customer or their representative may confirm that the sold product is made according to order and with required functionality. During the event, the device is visually checked, documentation is checked and functionality is tested while the device is powered on. High Power Drives -department hosts 200 customer factory acceptance tests (FAT) yearly on average. The development of this process is important for both improving customer satisfaction and for better usage of ABB and customer resources.</p> <p>The purpose of this thesis is to map the current process and improve upon it. One of the key points is to bring Drives' image closer to the Motors and Generators unit working on the same factory campus.</p> <p>Mapping of improvable subjects is done through the following means: host FATs as a sales project engineer and report upon process faults, investigate Motors and Generators unit's new FAT procedure and conduct a survey to learn the level of satisfaction of FAT customers. The results will be analyzed and a summary will be made on how the process can be improved. The company will also receive a model of an improved FAT program and internal operational instruction based on the results.</p> <p>The results of this thesis will be used directly in the company's internal FAT enhancement project, where the FAT process is renewed along with documentation.</p>	
Keywords	frequency converter, adjustable, variable, speed, drive, ASD, VFD, VSD, FAT, factory acceptance test, ABB, customer experience

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Lähtötilanne	1
1.3	Tavoitteet	2
1.4	Työn kulku	2
1.5	Rajaukset	2
2	ABB:n taajuusmuuttajat	3
2.1	Yleistä	3
2.2	Kaapitetun teollisuustaajuusmuuttajan tuotanto	5
2.3	Taajuusmuuttajan koestus	6
3	Menetelmät	9
3.1	Projekti-insinöörin työ	9
3.2	FAT-prosessin kuvaus	9
3.3	Asiakastyytyväisyyskysely	10
3.4	Motors & Generators FAT-tutkimus	10
4	Tulokset	14
4.1	Projekti-insinöörihavainnot	14
4.2	FAT-prosessin kuvaus	15
4.3	Kyselytulokset	17
4.4	Motors & Generators FAT	18
5	Työn kulku	19
6	Tulosten käsittely	19
6.1	FAT-ohjelma	20
6.2	Rutiinikoestus	21
6.3	Tilanvaraus ja resurssit	22
6.4	Neuvotteluhuoneet	22
6.5	Turvallisuusvideot	23
6.6	Palaute	23

7	Yhteenveto	23
	Lähteet	24
	Liitteet	
	Liite 1. Standards for ACS800 / ACS880 routine testing at ABB Oy, Drives Finland	
	Liite 2. Testing procedure of the ACS800 frequency converter	
	Liite 3. Factory Acceptance Test	
	Liite 4. FAT Customer Satisfaction Survey	
	Liite 5. FAT-vuokaavio	
	Liite 6. Factory Acceptance Test - ACS800/880 Frequency converter	
	Liite 7. Punchlist - Factory acceptance test for ACS800/880	
	Liite 8. ACS800 MD Koestusohje (sisällysluettelo)	
	Liite 9. Factory acceptance tests. Insulation and dielectric tests	
	Liite 10. Insulation resistance measurement and dielectric withstand test report	

Lyhenteet

FAT	Factory Acceptance Test. Tällä tarkoitetaan tehtaan omaa testausta, jolla varmistetaan laitteen toimivuus ennen sen toimitusta. Tässä insinööri-työssä tarkoitetaan erityisesti asiakas-FAT:ia, jossa asiakas tai hänen edustajansa on läsnä.
INU	Inverter Unit. Taajuusmuuttajan osa, joka muuttaa tasajännitteen vaihtojännitteeksi.
ISU	IGBT Supply Unit. Uusin syöttömalli. IGBT-syötöllä on mahdollista syöttää virtaa takaisin verkkoon ja hyväksikäyttää jarrutusenergiaa.
DSU	Diode Supply Unit. Diodisyöttö on tämän hetken yleisin virtalähde-malli, johtuen sen nopeasta vasteajasta. Diodisyötöt ovat säädettävissä, toisin kuin thyristorisyötöt.
TSU	Thyristor Supply Unit. Toimii diodisyötön tavoin, mutta vasteaika on hitaampi. Thyristorisyötöt ovat vanhempaa teknologiaa, mutta käytössä vielä osittain mm. paperiteollisuudessa sen suuremman kuorman- ja jännitteenkestävyyden ansiosta.
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor. IGBT:n kaksisuuntainen toiminta mahdollistaa mm. regeneratiivisen toiminnan, eli sähkön takaisinsyötön verkkoon.
SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing. SAP AG-yrityksen tuottama ERP-resurssienhallintajärjestelmä.
ERP	Enterprise Resource Planning. Resurssienhallintajärjestelmä.
VFD	Variable Frequency Drive. Toinen nimitys taajuusmuuttajalle.
VSD	Variable Speed Drive. Toinen nimitys taajuusmuuttajalle.

STO	Safe Torque-Off. STO kytkee puolijohteen ohjausjännitteen irti taajuusmuuttajan lähtövaiheessa, jolloin invertteri ei kykene tuottamaan jännitettä moottorin pyörittämiseen. Tämä funktio vastaa hallitsematonta pysäytystä hätäseis-kategorian 0 kanssa standardista EN 60204-1.
POUS	Prevention Of Unexpected Start-up. Toimii kuten STO poikkeuksella että POUS-piiri ei saa olla päällä ajon aikana.
SAT	Site Acceptance Test. Asiakaskohteessa tehtävä yhteistestaus, jossa taajuusmuuttajat on kytkettyä moottoreihin.
AM	Area Manager. Myynnin ylempi toimihenkilö, jolle määritetään maita vastualueiksi. AM:n tehtäviin kuuluu mm. myynnin tuki, projektinhallinta tehtaan päässä, asiakastapaamiset liittyen projekteihin ja tehtaan tarjousten tekeminen paikallismyynnin tarpeisiin.
HPD	High Power Drives -osasto toimii osana ABB Oy:n Drives-yksikköä. HPD:n tuotevalikoimaan kuuluu erityisesti korkeatehoiset ACS800 ja ACS880 -taajuusmuuttajat.
MD	Multidrive. HPD:n lippulaivatuote. Multidrive:lla tarkoitetaan montaa taajuusmuuttajaa, jotka on koottu samaan kaapitettuun linjaan.
ICD	Industrial Cabinet Drives. ICD:llä tarkoitetaan kaapitettuja yksittäiskäyttötaajuusmuuttajaa.
FSO-11	Safety functions module, FSO-11. Turvatoimintomoduuli ACS880-taajuusmuuttajille. FSO on liitettävä lisämoduuli taajuusmuuttajan ohjauskorttiin, jonka kautta käytetään mm. hätä-seis-toimintoa.
DTC	Direct Torque Control. Taajuusmuuttajan ominaisuus, joka mahdollistaa vaihtovirtamoottorin ohjaamisen väännön mukaan. DTC:tä ennen on täytynyt moottorin tarkempaa ohjausta varten varustaa moottori enkooderilla tai resolverilla.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Insinööri työ tehdään osana Asea Brown Boveri Osakeyhtiön (ABB Oy) LV Drives liiketoimintayksikön High Power Drives:n (HPD) hanketta kehittää factory acceptance testin (FAT) asiakaselämystä. ABB on maailmanlaajuinen sähkövoima- ja automaatioteknologia yhtiö, jonka henkilöstömäärä on noin 100 maassa noin 150000 henkilöä, joista Suomessa työskentelee noin 5500.

Suomessa ABB toimii yli 30:llä paikkakunnalla. Tehdaskampukset sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa ja Porvoossa. ABB on yksi Suomen suurimmista teollisuuden toimijoista. Suomen ABB:n Drives-yksikkö kehittää ja valmistaa pienjännitteisiä taajuusmuuttajia ja niihin liittyviä ohjelmistotyökaluja. Yksikkö vastaa maailmanlaajuisesti taajuusmuuttajien myynnistä, markkinoinnista, tutkimuksesta ja tuotekehityksestä ABB:llä. [1].

Drives:lla on kaapitetuille ACS800- ja ACS880-teollisuustaajuusmuuttajille tarjolla valinnainen asiakastilaisuus, jossa halutessaan asiakas tai hänen edustajansa käy itse paikalla toteamassa, että laite vastaa tilausta ja toimii. Tilaisuudessa käydään läpi laitteen visuaalinen tarkastus, dokumenttien tarkastus ja toiminnallisuuden tarkastus laitteen ollessa päälle kytkettynä.

High Power Drives -osasto tekee vuosittain noin 200 asiakas-FAT:ia. Tämän prosessin kehitys on tärkeää niin asiakastyytyvyyden, kuin yrityksen ajankäytön kannalta. Sulava prosessi säästää kaikkien osapuolen resursseja.

1.2 Lähtötilanne

Nykyisellään FAT sisältää epäselviä asiakokonaisuuksia sekä ABB:n työntekijöille, että asiakkaalle. Näiden tulkintaan ja selittämiseen kuluu usein enemmän aikaa kuin varsinaiseen tarkastukseen.

Samalla ABB:n kampusalueella toimii myös Motors & Generators -yksikkö, jossa FAT-prosessi on juuri uusittu. Tämän seurauksena asiakaspalautteen mukaan FAT-toiminta eroaa Drives- ja Motors & Generators -yksiköissä toisistaan siten, että niitä voisi kuvitella eri yrityksiksi.

1.3 Tavoitteet

Insinööriyön tarkoituksena on kuvata olemassa oleva FAT-prosessi ja esittää kehitysehdotuksia siten, että FAT olisi yksiselkoinen, sulava ja mieluinen tapahtuma asiakkaalle.

1.4 Työn kulku

Kehitettävät asiat kartoitetaan seuraavien keinojen avulla: tehdään FAT:ja ja tuodaan ilmi niiden epäkohdat, tutkitaan Motors & Generators -yksikön uusittu FAT-proseduuri, teetetään FAT-asiakkaille tyytyväisyyskysely. Tulosten pohjalta laaditaan yhteenveto miten prosessia voidaan parantaa ja tehdään malli asiakaslähtoisemmästä FAT-ohjelmasta ja -toimintaohjeista.

1.5 Rajaukset

Varsinaiset kehitystoimet jäävät tämän insinööriyön ulkopuolelle, sillä yrityksessä on erikseen käynnistetty projekteja, jotka keskittyvät niiden suorittamiseen. Mahdolliset IT-hankkeet, kuten web-pohjainen palautejärjestelmä, on myös rajattu pois työstä.

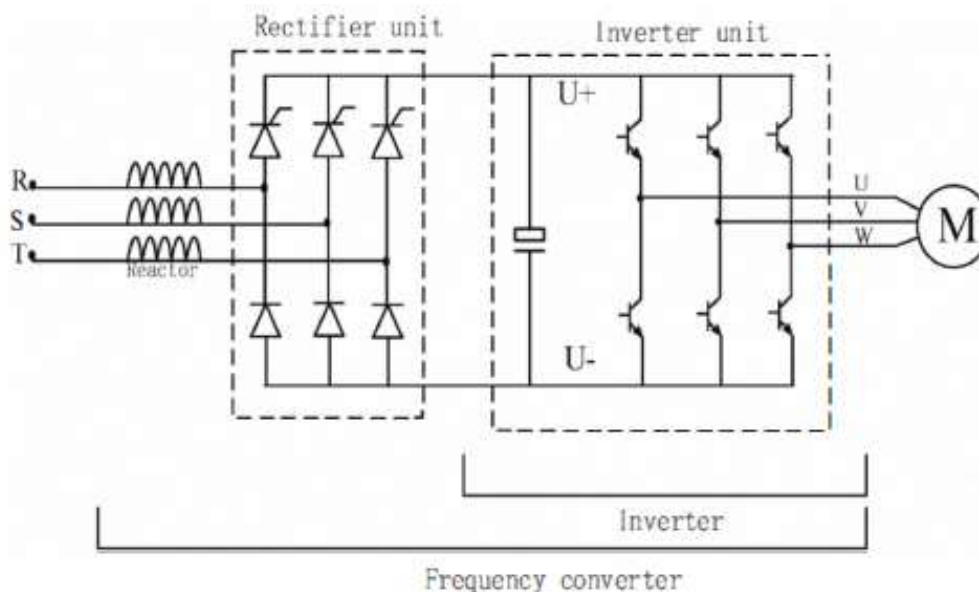
2 ABB:n taajuusmuuttajat

2.1 Yleistä

Taajuusmuuttaja on laite, joka säätelee portaattomasti vaihtojännitemoottorin pyörimisnopeutta ja vääntömomenttia, muuttamalla moottoriin tulevan sähkön taajuutta ja jännitettä [2].

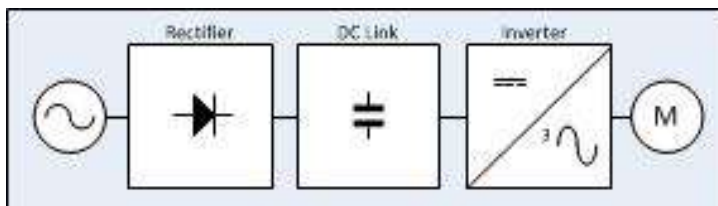
ABB:n taajuusmuuttaja koostuu kolmesta asiasta, jotka nähdään kuvissa 1 ja 2:

- Tasasuuntain, jossa syöttövirta moduloidaan haluttuun muotoon.
- DC-linkki, joka koostuu yleensä positiivisesta ja negatiivisesta kuparikiskosta. Linkki siirtää tasajännitteen invertterille ja siitä voidaan muuntajien avulla ottaa virta myös ohjauskorteille.
- Invertteri, joka muuttaa tasavirran jälleen vaihtovirraksi sähkömoottoria varten. [4, s. 1-2; 5].



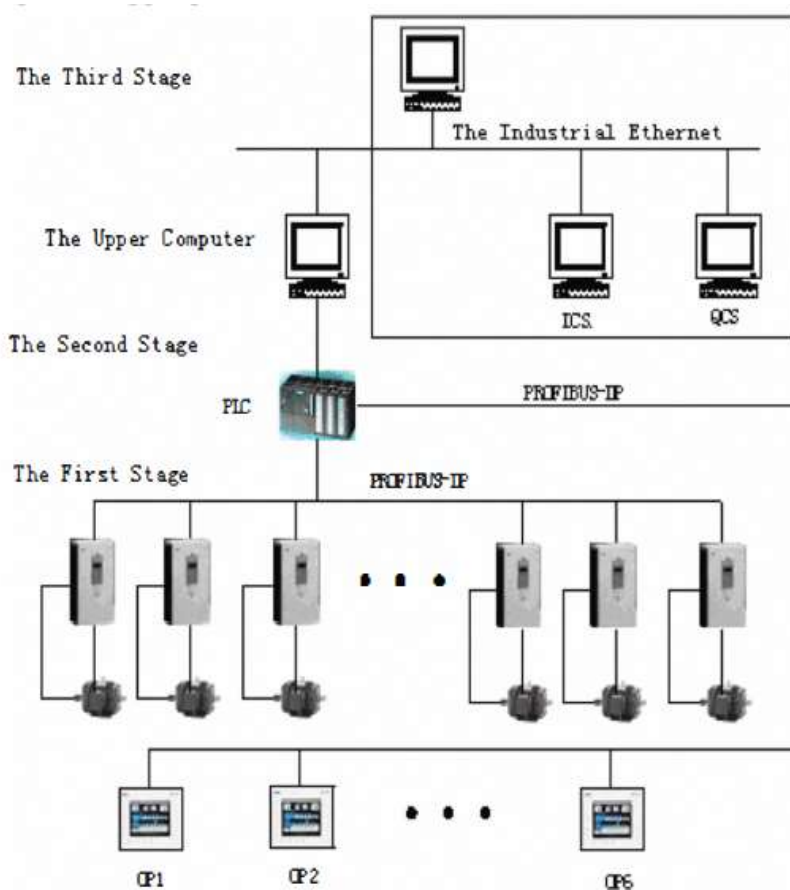
Kuva 1. Havaintokuva taajuusmuuttajan osista [4, s. 2].

Teollisuuden sähkönkulutuksesta 67 % koostuu sähkömoottoreista, joista 90 %:a eivät ole säädettävissä tai käyttävät mekaanista säätötapaa kuten jarrutusta. Taajuusmuuttaja voi vähentää energiankulutusta keskimäärin 50 % pelkästään prosessin optimoinnin kautta. [3, s. 1-2].



Kuva 2. Topologiakuva taajuusmuuttajan osista [5].

Useimmat taajuusmuuttajat voidaan myös kytkeä kenttävyliin kuten Profibus tai suoraan Ethernet-kaapelilla tai valokuidulla adapterin kautta tietokoneeseen. Kuvassa 3 on esitetty tyypillinen kenttäväyläverkko.



Kuva 3. Havaintokuva kenttävylien käytöstä taajuusmuuttajien kanssa [4, s. 2].

2.2 Kaapitetun teollisuustaajuusmuuttajan tuotanto

Toiminta alkaa taajuusmuuttajatehtaalla kun paikallismyyntiyhtiö lähettää tilauksen, tyyppikoodilomakkeen ja teknisen liitteen. Tehtaalla kyseisen maan Area Manager (AM) tarkistaa, että tilaus, tyyppikoodi ja liite vastaavat toisiansa ja hinta on aikaisemmin lähetetyn hinnoittelun mukainen. AM lähettää tarkastetun tilauksen sales administratorille kirjattavaksi tehtaalle SAP-tuotannonohjausjärjestelmään. Mikäli sovellussuunnittelua tarvitaan, työ menee ensin suunnittelun työjonoon. Sovellussuunnittelu luo standardimitta- ja sähkökuvat, poistaa sieltä ylimääräiset asiat ja muokkaa tarvittaessa kuvia asiakkaan tilauksen mukaiseksi. Kuvat lähetetään hyväksyttäväksi asiakkaalle, jolloin hyväksyntäaika on normaalisti 2 viikkoa. Kun kuvat on hyväksytty, työ päästetään tuotannon työjonoon. [6].

Kokoonpanoon kuuluu neljä vaihetta:

- Runko
- Kokoonpano
- Johdotus
- Verhoilu.

Kokoonpanon eri vaiheiden välillä tuotannon tarkastajat tarkastavat tuotteen. Hyväksytyjen tarkastusten jälkeen laite menee koestamoon, jossa suoritetaan jännite- ja eristysvastuskokeet ja rutiinikoestus. Tehdaskoestuksen tarkoituksena on varmistaa laitteen oikeaoppinen kokoonpano ja toiminta. Taajuusmuuttajan on täytettävä Euroopan Unionin konedirektiivi 2006/42/EY osittain valmiille laitteelle ja seuraavat standardit:

- SFS-EN 50178 (1997) Electronic requirement for use in power installations.
- SFS-EN 61800-5-1 (2003 ja 2007) Nopeussäädetyt sähkökäytöt: Osa 5-1: Turvallisuusvaatimukset – Sähköstä, lämmöstä ja energiasta johtuvat vaarat.
- SFS-EN 60204-1 (2006) + A1 2009 Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Täyttymisen edellytykset: Laitteen lopullisen asentajan asennettava hätäpysäytin.
- IEC/EN 60529: 2001 (IEC 529) + A1 2000 Sähkölaitteiden kotelointiluokat (IP-koodi).

- IEC 60664-1 (2007) Insulation coordination for equipment within low-voltage systems. Osa 1: Principles, requirements and tests.
- SFS-EN 61800-3 (2004) EMC product standard including specific test methods
- UL 501:2007 Enclosures for Electrical Equipment, Non-Environmental Considerations.
- UL 508C UL Standard for Safety, Power Conversion Equipment, third edition.
- UL 508A UL Standard for Safety, Industrial Control Panels, first edition.
- CSA C22.2 No. 14-10 Industrial control equipment.
- GOST R 51321-1:2007 Low-voltage Switchgear And Control Gear Assemblies. Part 1 – Requirements For Type-tested And Partially Type-tested Assemblies – General Technical Requirements And Methods Of Tests. [7, s. 196; 8, s. 140].

2.3 Taajuusmuuttajan koestus

ABB:llä taajuusmuuttajan testauksesta puhuttaessa tarkoitetaan kolmea vaihetta, joissa ensimmäisessä testataan yksittäinen taajuusmuuttajamoduuli, toisena kaapitettu taajuusmuuttaja mikäli on tilattu korkeatehoinen taajuusmuuttaja. Viimeisenä on asiakastestaus eli FAT.

Jokaisessa vaiheessa suoritetaan eristysvastuskoe, paitsi FAT:ssa. Asiakkaan vaatien sa voidaan tehdä 60 % jännitteellä uusi eristysvastuskoe. Tätä ABB ei kuitenkaan suosittele, sillä se laskee laitteen kokonaiskäyttöikää. [9, s. 6].

Moduulitestaus jaetaan neljään osaan:

- Eristysvastus- ja jännitekoe
- Järjestelmätestaus
- Kuormatestaus
- Lopputestaus

Moduulitestaus alkaa standardien (liite 1) mukaisesta eristysvastuskokeesta. Eristysvastuskoe suoritetaan sekä AC-piireille, että DC-piireille seuraavilla jännitteillä:

Taulukko 1. Eristysvastusmittauksien testijännitteet ja rajat piireittäin [10, s.12].

Circuit	Eristysvastusmittaus 1		Jännitekoe (50 Hz)		Eristysvastusmittaus 2	
	Testijännite	Raja *	Testijännite	Raja	Testijännite	Raja *
Pääpiiri	1,0 kV _{DC}	10 MΩ	2,7 kV _{AC}	30 mA / INU, 10 mA / LCL **	1,0 kV _{DC}	10 MΩ
400/320 V _{AC} piiri	500 V _{DC}	10 MΩ	2,2 kV _{AC}	100 mA	500 V _{DC}	10 MΩ
230/115 V _{AC} piiri	500 V _{DC}	10 MΩ	1,7 kV _{AC}	100 mA	500 V _{DC}	10 MΩ

* Eristysvastuksen arvo jännitekokeen jälkeen saa muuttua 10 % verrattuna ennen jännitekoetta. Yleensä ACS800 kojeistossa eristysvastus sekä ennen, että jälkeen jännitekokeen, on paljon suurempi kuin mitä tässä taulukossa on määritetty. Moduulien rinnankytkentä pienentää eristysvastuksen arvoa. Standardi EN 60204-1 (2006) määrittää eristysvastuksen vähimmäisarvoksi 1MΩ mitattuna 500 V_{DC}.

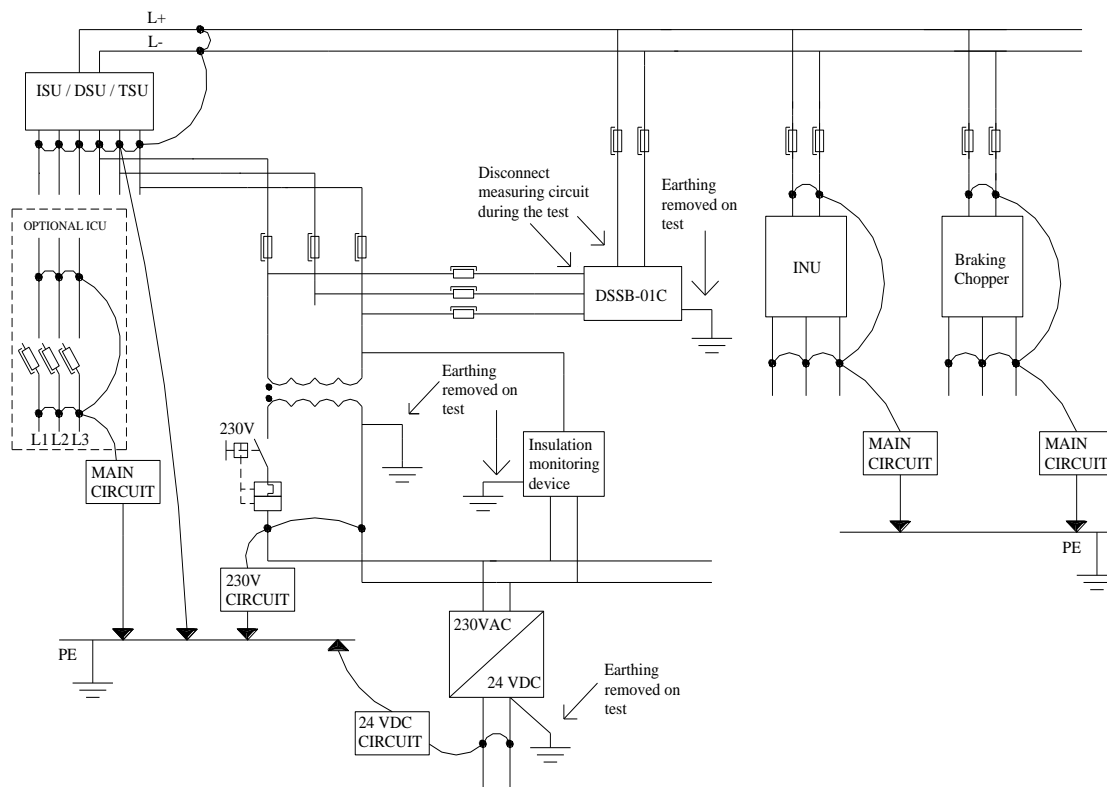
** Useampi moduuli kasvattaa vuotovirran arvoa. Annetut raja-arvot ovat viitteellisiä, kojeiston pitää kestää testijännite ilman läpilyöntiä. [10, s.12].

Toisessa vaiheessa suoritetaan järjestelmän perustoimintojen testaus, kuten virtalähteen kytkennät, yleistoinnot kuten start ja stop, ylijännite- ja ylivirtasuojan toiminta, maasulkusuojan toiminta, jarruvastuksen toiminta (jos tilattu) ja DC-kondensaattorin purkautumisaika.

Kolmas vaihe on kuormatestaus, jossa moduulia ajetaan täydellä kuormalla ja nopeudella ensin 15 minuuttia ja sitten pysäytetään. Tätä toistetaan kokonaisuudessaan 1,5 tunnin ajan. Viimeinen testi päätetään ylijännitesuojan testiin, jonka jälkeen testataan vielä ylivirtasuojaa.

Neljännessä vaiheessa testataan ohjauspaneelin toiminta, mikäli sellainen on tilattu. Kaapitetuissa taajuusmuuttajissa ohjauspaneelia ei asenneta suoraan moduuliin, vaan kaapin oveen. [11, s. 1].

Eristysvastuskoe suoritetaan kaapitetulle tuotteelle samoin kuin moduulille (taulukko 1). Eristysvastuksen tulee olla lopussa sama kuin ennen jännitekoetta ($\pm 10\%$). Kuvassa 4 nähdään periaatteellinen esitys eristysvastus- ja jännitekokeen suorittamisesta.



Kuva 4. Periaatteellinen esitys eristysvastus- ja jännitekoekesta [10, s. 10].

ACS800 marine-taajuusmuuttajille pääpiirin jännitekoete on 1 minuutti $2,5 \text{ kV}_{AC}$ jännitteellä. ACS880:n marinelle pääpiirin jännitekoete on 1 minuutti $3,0 \text{ kV}_{AC}$ jännitteellä, 230 V_{AC} ja 115 V_{AC} -piirien koe $2,4 \text{ kV}_{AC}$ jännitteellä ja 24 V_{AC} -piirin koe 600 V_{AC} jännitteellä. [12; 13].

Rutiinikoestuksessa tehdään seuraavat testit:

- Tarkistetaan varavirtamuuntaja ja aikareleiden asetukset.
- Tarkistetaan ohjaukorkitti ja ladataan ohjelma.
- Tarkistetaan Diode Supply Unit (DSU)/IGBT Supply Unit (ISU)/Thyristor Supply Unit (TSU)-moduulin toiminta.
- Tarkistetaan pääkontaktorin toiminta.
- Tarkistetaan hätäseis-piirin toiminta.
- Tarkistetaan PT100- ja termistori-releet, lämmittimet ja muut sähköiset lisävarustukset.
- Tarkistetaan tuulettimien pyörintä ja moottorin tuulettimen varavirta.

- Tarkistetaan jarrukatkojan toiminta, jos jarrukatkoja on olemassa.
- Tarkistetaan maasulkumonitorin toiminta, jos se on tilattu.
- Tarkistetaan ohjauspaneelin toiminta.
- Asetetaan ja testataan lisämoduulit.
- Koeajetaan taajuusmuuttaja.

Lopuksi palautetaan tehdasasetuksille parametrit ja virhemuisti, tarkistetaan varoitustarrat ja muut tunnukset ja täytetään testiraportti. [10, s. 41; 11, s. 2].

3 Menetelmät

3.1 Projekti-insinöörin työ

Allekirjoittanut on toiminut kokopäiväisenä myynnin projekti-insinööriharjoittelijana ABB Drives:lla vuonna 2013 alkaen 13. toukokuuta ja jatkuen elokuun loppuun. Tämän jälkeen sama työ on jatkunut osa-aikaisena kaksi päivää viikossa. Työtehtäviin on muun muassa kuulunut asiakas-FAT:ien järjestäminen ja isännöinti. Tuotevastuualueeseen kuuluivat korkeatehoiset kaapitetut ACS800- ja ACS880-teollisuustaajuusmuuttajat. 18.10.2013 mennessä kokemusta on kertynyt 31:n eri projektin FAT:sta.

3.2 FAT-prosessin kuvaus

Olemassa olevasta FAT-prosessista tehdään vuokaavio prosessin nykytilanteen selvittämiseksi. Vuokaaviossa näytetään, mitä tapahtuu FAT:n osalta tilaus-toimitusprosessissa. Huomioon on otettava Industrial Cabinet Drives (ICD) ja Multidrive (MD) -tuotteiden eroavat tuotantoprosessit. Kuvaus tehdään niin työssä tehtävien havaintojen perusteella, kuin FAT-työohjeen perusteella [9].

3.3 Asiakastyytyväisyyskysely

Asiakastyytyväisyyden toteamiseksi teetettiin kysely (liite 4). Kyselyn jakelu tapahtui sähköpostitse tärkeimmille yhteistyökumppaneille ja myös paperisen palautelomakkeen kautta, joka oli saatavilla FAT-neuvotteluhuoneissa palautelaatikkoineen. Tavoiteotos oli 30 henkilöä.

Kyselyllä pyrittiin varmistamaan työssä tehdyt puutoshavainnot myös asiakkaan puolelta. Tärkeää oli saada tietää, miten asiakas kokee FAT:n. Kyselyssä oli 18 kysymystä, jotka olivat ryhmitelty kuuteen luokkaan. Kysymyksillä pureuduttiin muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka asiakas koki tiedonkulun FAT:iin liittyen?
- Oliko FAT hyvin järjestelty ja tilat riittävät?
- Oliko testaus tarkoituksenmukaista ja tarkkaa?
- Testattiinko asiakkaalle tärkeitä asioita?
- Mikäli moitteita tuli, tarjosimmeko realistista ja luotettavaa tietoa, miten korjaamme puutteet?
- Tunsiko asiakas olonsa turvalliseksi käynnillään?
- Kuinka asiakas koki vierailunsa kokonaisuudessaan?
- Kuinka hyvin vastattiin asiakkaan odotuksiin?

3.4 Motors & Generators FAT-tutkimus

Samalla tehdaskampuksella sijaitsevalla Motors & Generators -konetehtaalla suoritettiin FAT-kokemuksen parannusuudistus jo aikaisemmin ja olimme kuulleet asiakkailta positiivista palautetta siihen liittyen. Koska HPD:n myynnin puolella ei ollut tietoa millainen FAT konetehtaalla on, suoritettiin vierailu konetehtaan asiakas-FAT:iin 23.10.2013. Testattavana oleva induktiomoottori (kuva 5) oli tarkoitettu vanhan porauslaivan propulsiokäyttöön.



Kuva 5. Testattava induktiomootori testikentällä.

FAT:n alussa haetaan asiakas ja maayhtiön edustaja tehtaan vastaanotosta, josta pakollisina turvavarusteina otetaan myös suojalasit, suojatakki, turvakengät ja korvatulpat. Tämän jälkeen siirrytään koestamoalueen neuvotteluhuoneeseen (kuva 6).



Kuva 6. Neuvotteluhuone koestamossa.

FAT-koestamo oli seinillä suljettu tila muusta tehtaasta ja yhdellä koestusalueella testattiin vain yhtä moottoria kerrallaan (kuva 7). Neuvotteluhuoneessa oli neuvottelupöytä, valkokangas, monitori ja tarjoiluna kahvia ja voileipiä. Merkittävää oli monitorissa

jatkuvasti näkyvä koestajan työpöytä. Tämä mahdollistaa neuvotteluhuoneesta laitteen arvojen seuraamisen, eikä asiakkaan tarvitse lähteä neuvotteluhuoneesta tarkistaakseen jonkin arvon.



Kuva 7. Koestamonäkymä testikentälle.

Koestamoesimies oli valmiiksi tussitaululle koostanut taulukoituna päivän aikataulun, mitä testejä tehdään mihin aikaan. Hän kävi läpi lyhyesti aikataulun ja kertoi, mitä testejä on suoritettu ennen FAT:ia. Seuraavaksi valkokankaalta katsottiin kaksi videota, joista ensimmäinen oli tehtaan turvallisuusvideo ja toinen koestamon turvallisuusvideo.

Aikaa kuluu noin kaksi tuntia moottorin lämpökuormatestin tuloksia odotellessa. Tulokset saatuamme suoritamme sekä värähdyskokeet, että eristysvastus- ja jännitekokeet. Kokeiden raja-arvot on nähtävissä jo FAT-ohjelmassa, mutta merkintäperiaate yksiköissä vaihteli. Jotkut arvot olivat merkitty V_{DC} ja toiset vain V, mistä johtuen asiakaskin huomautti dokumentoinnin olevan epäselvä.

Seuraavaksi jatkettiin visuaalisella tarkastuksella, joka sujui nopeasti koska moottori on kiinnihitsatussa kotelossa, eikä silloin ole paljoa nähtävää. Lopuksi viimeistelimme paperityöt allekirjoittamalla FAT:n pöytäkirjan. Aikaa oli vielä ennen työpäivän päättymistä, joten FAT:n isäntä tarjoutui pitämään tehdaskierroksen asiakkaan vierailun loppuksi.

Kuvassa 8 nähdään kosketusnäyttö konetehtaan vastaanotossa, johon asiakas voi vaivattomasti ilmaista mielipiteensä käynnistään. Kosketusnäyttö mahdollistaa vaivattoman palautteenannon ohikulkijalle.



Kuva 8. Palauteen antaminen konetehtaan vastaanotossa.

4 Tulokset

4.1 Projekti-insinöörihavainnot

Myyntin projekti-insinöörinä huomaa usein että varsinaista testausta enemmän aikaa vie tilaukseen liittyvien epäkohtien selvittely. Usein syynä oli hajanainen tiedonkulkuketju loppuasiakkaalta tehtaalle, jonka seurauksena valmistettu tuote ei vastannut asiakkaan vaatimuksia. Tehdas keskittyy tekemään tuotteet maamyntiyhtiön tilauksen mukaisesti, mutta tämä tosin jättää merkittävän teknillisen osaamisen vastuun paikallismyyntiyhtiöille, jotta he osaisivat tilata tehtaalta asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Valitettavan usein syntyy tilanne, jossa tehdas joutuu sanomaan että asiakastoiveet olisi voitu täyttää, jos niistä olisi tiedetty ennen kuin laite oli valmis.

Toisissa tapauksissa asiakas saattaa vasta kesken tuotannon muistaa tärkeän vaatimuksen. Suunnitteluvaiheessa vielä on mahdollista tehdä muutoksia ilman ylimääräisiä kustannuksia, mutta kuvahyväksynnän jälkeen asia on monimutkaisempi laitteen ollessa jo tuotannoissa.

Yleisesti dokumentoinnin tarkkuudessa on paljon parannettavaa. Nykyinen FAT-ohjelma (liite 3) ja työohjeet ovat täynnä kirjoitusvirheitä ja kauttaaltaan huolimattomasti tehty, eivätkä ne vastaa todellisuutta. Esimerkkinä tästä liitteen 3 sivun 2 kohta 3.1.1 Drive Information, joka saman liitteen sivulla 5 on kirjoitettu samana kuin kohta 3.1.2.

Testiraporteissa ei aina ole nimeä, tai nimi on tietokoneella kirjoitettu ja allekirjoitus puuttuu. Testiraportissa on selvästi kohta allekirjoitukselle. Testiraporteissa viitataan sisäisiin koestusohjeisiin, joita ei voida luovuttaa asiakkaalle. Ne voidaan FAT:ssa näyttää, mutta niitä ei ole aina saatavilla. Etenkään sähköisesti myynnillä ei ole oikeuksia koestamon sisäisiin ohjeisiin. Koestamoesimieheltä kysyttäessä hänelläkään ei ole asiaankuuluvia dokumentteja.

Myös kolmas osapuoli saattaa muokata luovuttamiemme dokumentteja. Esimerkiksi paikallismyyntiyhtiöt saattavat asiakasta miellyttääkseen lisätä testipöytäkirjoihin asiakkaan toivomia testejä. Usein tehtaalle asti tieto näistä ei kantaudu, ja tällöin asiakkaan paikallaollessa emme voi toteuttaa asiakkaan ja paikallismyyntiyhtiön välillä sovittuja

testejä. Paikallismyyntiyhtiö sekoittaa ajoittain jopa FAT:n ja Site Acceptance Testin (SAT) keskenään.

Suunnittelussa tulisi kiinnittää enemmän huomiota teknisen dokumentoinnin tarkkuuteen. Mikäli mitta- ja sähkökuviin tehdään muutoksia, tiedostonimeen päivitetään uuden revision mukainen kirjain, mutta ei itse kuvan revisiokenttään. Tästä on tullut usein palautetta asiakkailta.

Dokumenttien otsikoinnissa olisi tarkentamisen varaa. Esimerkiksi rutiinikoestuspöytäkirjat on nimetty Factory acceptance test:ksi. Tämä johtaa siihen, että asiakas ihmettelee miksi näitä ei nähdä FAT:ssa.

4.2 FAT-prosessin kuvaus

FAT:ssa käydään tuote läpi sekä visuaalisesti, että toiminnallisesti. Tämän lisäksi tarkastetaan eristysvastuskokeen ja rutiinikoestuksen tulokset.

Visuaaliseen tarkastukseen kuuluu:

- todellisten mittojen ja mittakuvien vastaavuuden tarkistaminen
- tunnusten tarkastaminen
- komponenttien ja kojeiden tarkastaminen
- yleistarkastus mekaanisten vikojen varalta.

Näiden jälkeen siirrytään testiraporttien tarkastukseen. Testiraporteissa näkyy testattavien moduulien ja piirien sarjanumerot, joita voi verrata FAT:ssa olevan kaapin kanssa.

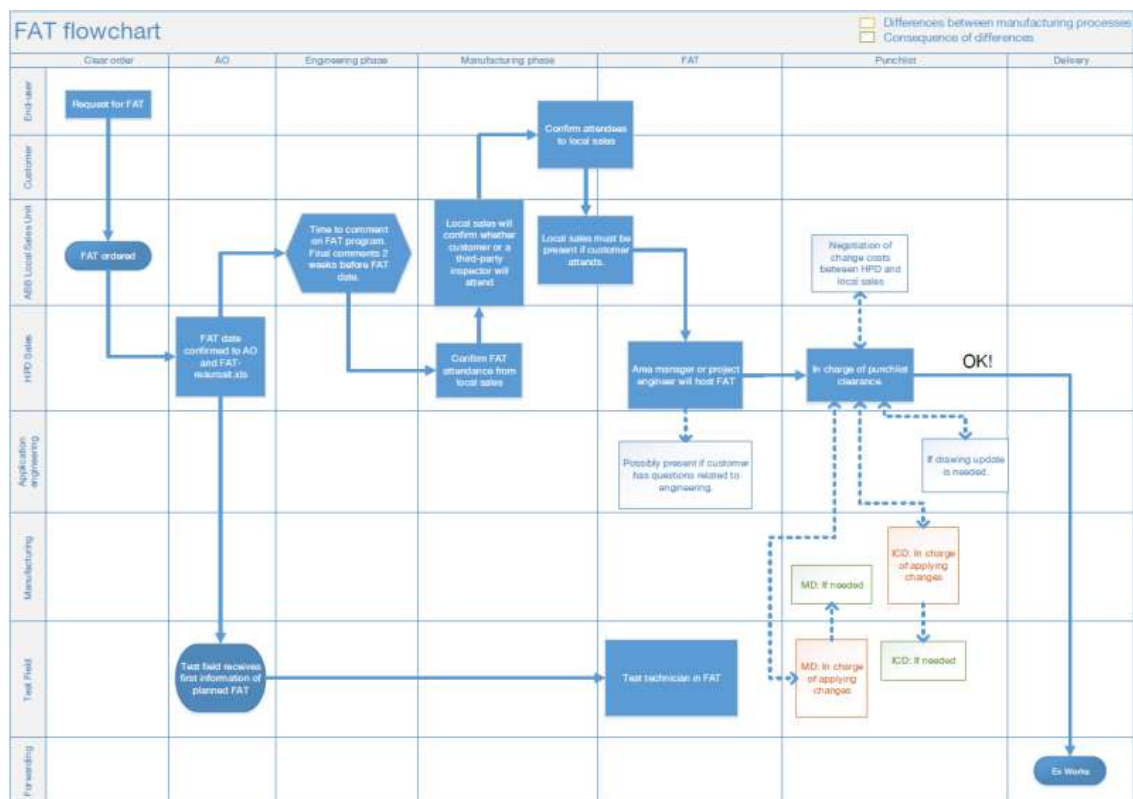
Viimeisenä tehdään toiminnallinen testi, jossa ajetaan taajuusmuuttajaa ilman kuormaa skalaaritulassa nolosta 50 Hz:iin, käännetään suunta -50 Hz ja sitten pysäytetään moottori. Voidaan näyttää pyynnöstä myös välinopeus kuten 30 Hz. Tämän jälkeen näytetään asiakkaan valikoimien lisäominaisuuksien toiminta. Näistä seuraavia on suoritettu FAT:ssa:

- Hätäseis-piirin toiminnan testaus

- Prevention of unexpected startup (POUS) tai Safe-Torgue Off (STO)-piirin toiminnan testaus
- Maasulkumonitorin toiminnan testaus
- Sovellussuunniteltujen ominaisuuksien testaus
- Power-loss ride-through –toiminnon testaus.

Sovellussuunniteltuihin ominaisuuksiin kuuluu mm. lisäreleet, lamput, kytkimet ja mittarit. Power-loss ride-through voidaan testata tapauskohtaisesti, mikäli se saadaan toimimaan tai se on erikseen sovellussuunnittelusta tilattu toiminto. Muista lisätesteistä sovitaan erikseen tapauskohtaisesti.

Olemassa olevasta FAT-prosessista tehtiin vuokaavio (kuvio 1) prosessin nykytilanteen selvittämiseksi. Vuokaaviossa näytetään, mitä tapahtuu FAT:n osalta tilaus-toimitus-prosessissa. Huomioon otettiin myös single- ja multidrive-tuotteiden eroavat tuotanto-prosessit. Kuvio 1 on koottu sekä FAT-työohjeiden [9] että työssä tehtyjen havaintojen perusteella.



Kuva 9. FAT-prosessin vuokaavio (liite 5).

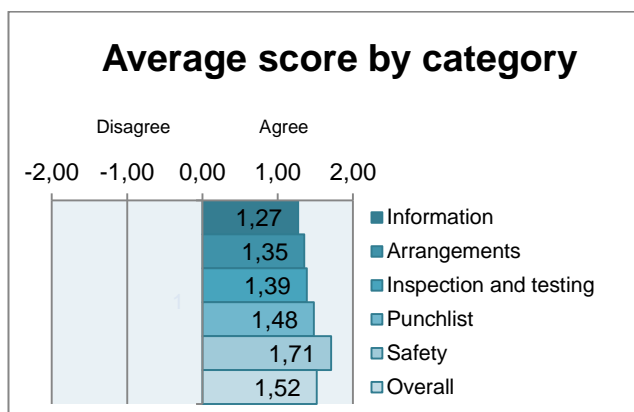
ICD:n FAT-neuvotteluhuone on katoton ja ikkunaton parakki, joka on trukilla siirrettävissä. Katottomuus aiheuttaa merkittävän meluhaitan huoneessa oleville. MD-puolen FAT-neuvotteluhuone on koestamon kyljessä toisessa kerroksessa. Tehdas itsessään on korkeakattoinen, joten neuvotteluhuoneesta näkee suoraan koko MD-koestamon. Huone on hyvin ilmastoitu ja äänieristetty tehdasmelulta.

Laitetta tarkastaessa isäntä ja asiakas siirtyvät koestamoalueelle varustettuina ESD-takeilla. Koestamoissa on saatavilla korvatulppia, sillä melutaso saattaa ylittää 80 dB. ICD:n osalta FAT-testipaikalla on riittävästi tilaa. MD:llä tilaa on rajatusti koestettavien laitteiden suuremman koon vuoksi. Kokonaistilavuudeltaan MD-koestamo on täpärästi suurempi kuin ICD-koestamo.

4.3 Kyselytulokset

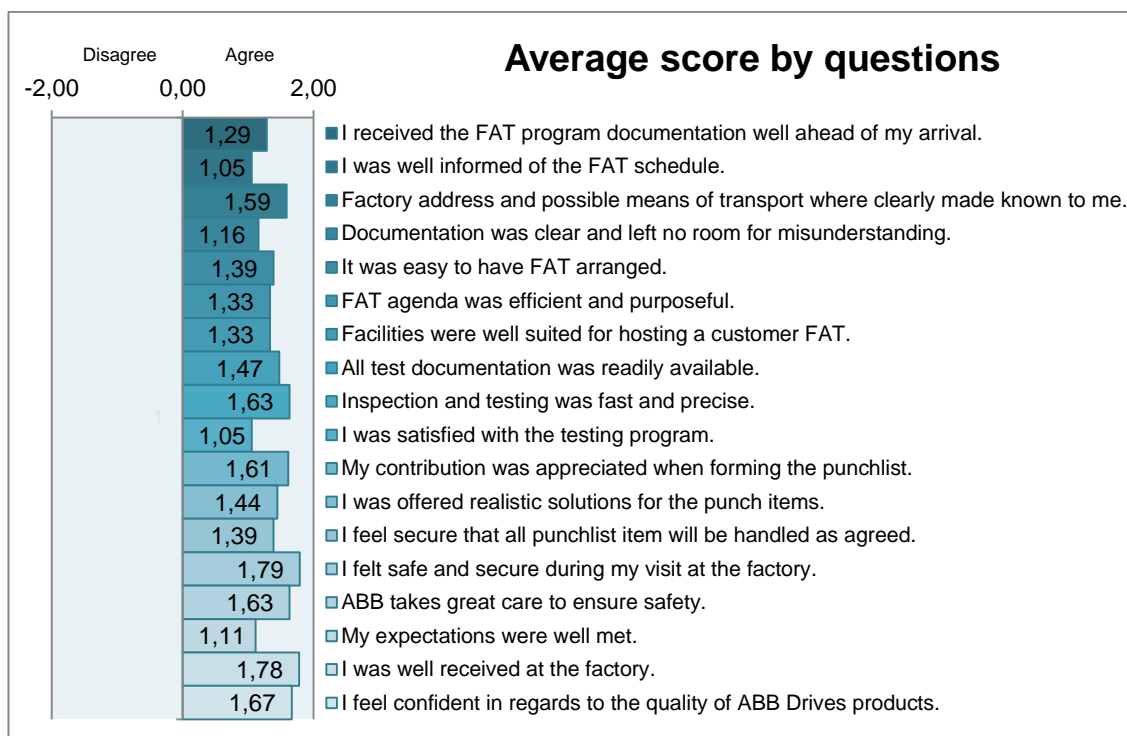
Kyselyistä saadut tulokset vastaavat kesän aikana keräämiäni havaintoja FAT:n ongelmakohdista. Kyselytos jäi kuitenkin vähäiseksi ja tuloksia on pidettävä epätarkkoina. Toteutunut otosjoukko on 19. Kuviossa 1 on nähtävissä kysymyksien keskiarvotulokset luokittain. Kuviossa nähdään selkeästi, että asiakkaat ovat tyytyväisimpiä turvallisuuteen ja epätyytyväisimpiä tiedon laatuun ja sen kulkuun.

Kuvio 1. Asiakastyytyväisyyskyselyn keskiarvotulokset luokittain.



Kun tarkkaillaan kokonaistuloksia kysymyksittäin kuviossa 2, nähdään suurempaa vaihtelua luokkien sisällä. Muun muassa aikataulun tiedotus, dokumentaation selkeys, testiohjelman tekninen kattavuus ja näiden kautta odotusten täyttäminen jäivät alhaisiksi.

Kuvio 2. Asiakastytyväisyyskyselyn keskiarvotulokset kysymyksittäin.



4.4 Motors & Generators FAT

Eritellään konetehtaan FAT:sta asiat, jotka tekivät vaikutuksen

- Koestajat ovat aktiivisessa osassa FAT:ia. Heidän puoleltaan tulee koestusohjelman kuvaus alussa.
- Turvallisuusvideot ovat nähtävillä heti alussa. Tehtaan turvallisuusvideo oli tarkoitus katsoa ennen tehtaalle menoa ja koestamon turvallisuusvideo ennen koestamoalueelle menoa.
- Hyväksyntäperusteet ovat koestusohjelmissa, rutiinikoestuspöytäkirjoissa ja FAT-ohjelmassa.
- Neuvotteluhuoneesta näkee monitorista koestustiedot. Drives:n puolella tämä tarkoittaisi että esimerkiksi DriveWindow ja DriveComposer näkyisivät suoraan koestajan näytöltä duplikaattina.
- Eristysvastus- ja jännitekoeket suoritetaan FAT:ssa.
- Testiohjelmassa on selvästi kirjattu "Test program must be commented within 21 days, otherwise considered as 'APPROVED'.". Tällä voidaan välttää keskusteluja testiohjelman muuttamisesta kesken testauspäivän.

- Palautteenkeruu kosketusnäytön kautta on nopea ja vaivaton tapa kerätä palautetta.

5 Työn kulku

Syyskuun puolessa välissä saatiin päätökseen opinnäytetyön sovittavat asiat alkupalaverissa, jonka jälkeen varsinainen teko-osuus alkoi. Ensimmäisenä oli tärkeää saada asiakastyytyväisyyskysely valmiiksi ja liikkeelle, jotta olisi aikaa kerätä mahdollisimman suuri otos. Kyselystä tuotettiin hetkessä alustava draft, josta haettiin mielipiteitä monelta eri taholta. Pidettiin myös lyhyt palaveri kyselyyn liittyen, johon kutsuttiin area managereja, jotka useimmin isännöivät FAT:ja. Myös ylempi johto kiinnostui asiasta ja lopulta ideoita tuli tuotantoprosessien ja myyntiosaston johtoa myöten.

Syyskuun loppuun mennessä asiakaskysely sai opinnäytetyön ohjaajan hyväksynnän ja se saatiin levitettyä asianomaisille. Tuloksien prosessointiin loin excel-pohjaisen taulukon, joka VB.NET:iä hyväksikäyttäen prosessoii tulokset helposti ymmärrettävään muotoon. Asiakastyytyväisyyskyselyllä saatiin tuloksia noin puolet tavoiteotoksesta. Kysely selvästi vaatisi enemmän aikaa tai aggressiivisempaa painostusta.

Teorian kirjoittaminen oli haastavaa, sillä paljon lähdemateriaalista on yrityksen sisäisiä asiakirjoja. Kuitenkin katalogeja, ohjekirjoja ja muita julkisia dokumentteja läpikäymällä löytyi paljon samaa tietoa kuin sisäisissä asiakirjoissa ja näin saatiin vähennettyä salattavan materiaalin määrää. Koestusohjeet ovat kaikille tuotteille erikseen, mutta sisältö tälle työlle oleellisen tiedon osalta pysyy samana. Näistä kattavin on liite 8, jota on pääasiassa käytetty lähteenä tässä työssä.

Tutustumiskäynti konetehtaan FAT:iin onnistui lokakuussa vaivattomasti ja sieltä tuli paljon huomioita otsikoiden 3.4 ja 4.3 alle.

6 Tulosten käsittely

Tulokset ovat osoittaneet, että vaikkakin asiakkaat ovat tyytyväisiä nykyprosessiin, on siinä kehitettävää. Suurin yksittäinen kehityskohde on FAT:n dokumentointi ja sisältö.

6.1 FAT-ohjelma

FAT:n tiedonkulku on puutteellista ja epäselvää. FAT-dokumentoinnin on oltava teknisesti tarkempi ja asiakkaan tulee saada FAT-ohjelma, jossa on vain hänen laitteelleen räätälöidyt testit. Tämä mahdollistuu uuden FAT-ohjelman (liite 6) modulaarisella rakenteella, josta asiakkaan tilauksen mukaisesti poistetaan tarpeettomat osat.

Dokumentti sisältää neljä sivua, joista ensimmäinen on kansilehti. Kansilehteen tulee testattavan laitteen tiedot, tehtaan tilausnumero, projektin nimi ja asiakkaan yrityksen nimi. Kansilehteen tulee FAT:n päätteeksi asiakkaan, paikallismyyntiyhtiön ja tehtaan edustajan allekirjoitukset. Toinen sivu on perusmuotoinen FAT-ohjelma. Ohjelma muotoutuu vanhan ohjelman mukaisesti visuaalisesta tarkastuksesta, dokumenttien tarkastuksesta ja toiminnallisesta tarkastuksesta. Toiminnallinen tarkastus voidaan helposti poistaa ohjelmasta, mikäli asiakas tilaa vain visuaalisen tarkastuksen. Kolmannelle sivulle merkitään optioiden mukaiset lisätestit. Tämä sivu poistetaan jos tehdään vain standarditestit. Optioiden mukaiset mahdolliset testit ovat lueteltuina sivulla testaustapoineen. Sivun on avoin muutoksille siten, että kauppaan liittymättömät optiot voidaan poistaa ennen ohjelman lähettämistä asiakkaalle. Mikäli ohjelman haluaa täyttää käsin, on myös N/A, eli Not Applicable -ruutu sitä varten.

Tärkeää on varmistaa että ohjelma kattaa myös julkaisun keskellä olevan ACS880-taajuusmuuttajatuoteperheen toiminnot. ACS880:llä STO tulee vakiona kaikissa kaapitetuissa taajuusmuuttajissa ja suurelta osin FSO-11-moduuli tulee kattamaan muut turvatoiminnot. Tämä heijastuu myös testattaviin ominaisuuksiin kuitenkin niissä rajoissa, mitä voi skalaaritulassa testata. [14-18].

Punchlist on eriytetty omaksi asiakirjaksi. On kohtuutonta olettaa, että FAT:ssa vikoja esiintyy kokonaisen sivun verran. Kun kyseinen asiakirja tulostetaan erikseen vain vikojen tullessa ilmi, ei asiakkaalle synny tarvetta keksiä jotain täytettä korjattavien asioiden listaan. Punchlistin toiseksi sivuksi on tehty valmius mahdollisille lisätesteille. Lisätestien tyhjät kentät eivät ole varsinaisessa asiakkaalle lähetettävässä ohjelmassa valmiina, koska niitä järjestetään vain erikoistapauksissa.

Power-loss ride-through on jatkuva ongelmakohta FAT:ssa. Toiminto on asiakkaan kannalta hyvin mielenkiintoinen, sillä se mahdollistaa moottorin toiminnan jatkumisen

hetkittäisestä virtakatkoksesta huolimatta. DC Link -jännitteen laskiessa taajuusmuuttaja laskee moottorin vääntöä niin, että moottorin pyöriessä regeneroituva virta mahdollistaa laitteen päällä pysymisen. Tehtaalla toiminnon testaaminen on kuitenkin vaikea tapaus. Koestuksen kannalta ride-through perustuu alijänniteohjaukseen, joka mahdollistaa ride-through:n [19, s. 216]. Tämän toiminnon oikeaoppinen käyttö vaatii moottorin käyttämisen Direct Torque Control (DTC) -tilassa ja kuorman kanssa, johon tehtaalla ei ole mahdollisuutta. Tapauskohtaisesti on voitu testata FAT:ssa kyseistä toimintoa. Toiminto on melkein standardi. Se toimii rutiinikoestuksessa, se on valmiina yksittäiskäyttöisissä taajuusmuuttajissa, joissa ei ole ilmakatkaisijaa ja on aikarele kontaktorille. Mikäli power-loss ride-through:ia ei saada toimimaan, se voidaan poistaa taajuusmuuttajasta jopa ilman asiakkaan hyväksyntää, ellei sitä ole erikseen tilattu sovellussuunniteltuna. Ride-through:ta ei ole myöskään listattu vaihtoehtona tilauslomakkeessa, vaan se täyttyy erikseen pyytää sovellussuunniteltuna.

Kenttäväylät ovat suuri osa automaatiojärjestelmiä ja useimmissa taajuusmuuttajissa onkin tilattuna jonkin kenttäväylän adapteri. Monet asiakkaat ovat kiinnostuneita, toimii-ko laite juuri heidän sovelluksessaan kuinka hyvin. Tämä useimmissa tapauksissa selviää vasta SAT:ssa. Yleisimpien kenttäväylien testaukseen tulisi kuitenkin olla mahdollisuus koestamossa, sillä kenttäväyläadapterit ovat standardioptioita.

Lopuksi työohjeet, jotka eivät nykyisellään vastaa edes nykytilannetta. Varsinkin jos toimintatapoja muutetaan, on tärkeää että työohjeet ovat ajan tasalla sekä FAT-isännälle, että koestajille, jotka tekevät FAT:ssa teknisen osuuden.

6.2 Rutiinikoestus

Rutiinikoestus, eristevastus- ja jännitekokeet ovat tärkeitä asiakkaalle, koska niihin liittyvät viat ovat yleisimpiä vikaantumisessa [20; 21]. Rutiinikoestuksen dokumentit tulee korjata tarkaksi kieliasun ja muun teknisen sisällön osalta. Esimerkiksi eristysvastuskoeraportissa on ICD:llä mainittu vaihtojännitekokeen koestusjännite, mutta tasajännitekokeen jännitteestä ei ole mitään mainintaa (liite 9). MD:llä molemmat on mainittuna (liite 10). Tarkkuus kaikessa dokumentoinnissa luo hyvän kuvan asiakkaalle.

Eristysvastus- ja jännitekoetta ei ole mahdollista tehdä konetehtaan tapaan FAT:ssa sillä kokeet suoritetaan jo heti tuotannon valmistuttua kun tuote saapuu koestamoon sisäiseen testaukseen. Kokeiden valmisteluun liittyy johdottamista joten aikaa kuluu enemmän valmisteluihin.

Eristysvastus- ja jännitekoeraportissa vaihto- ja tasajännitteet on merkattu yksinkertaisesti V_{AC} tai V_{DC} . Tässä tulisi näyttää hyvää esimerkkiä merkitsemällä fysiikan oppien mukaisesti V_{AC} ja V_{DC} . Täyttämättömät rutiinikoestuspöytäkirjat tulisi olla julkisia pdf-dokumentteja ABB document library:ssä, mikäli niissä ei ole salassapidettävää materiaalia.

6.3 Tilanvaraus ja resurssit

Nykyinen FAT-resurssien kirjausjärjestelmä on excel-pohjainen taulukko, joka on hyvin epävarma tapa. Yrityksellä on kuitenkin meneillään projekti, jonka osana FAT:ien tilanvaraus siirtyy Lotus Notes:iin. Ensimmäiset kokemukset tästä siirrosta on positiivisia, sillä se mahdollistaa ajantasaisen tiedonkulun asianomaisten henkilöiden kanssa.

Tulossa on myös koko konsernin ohjelmistouudistus, jossa Lotus Notes vaihtuu Outlookiin. Tässä on oltava aktiivinen ja heti Outlookin tullessa on siirrettävä Lotus Notes:n tilanvarausjärjestelmä Outlook:iin myös FAT-kalenterin osalta, jotta siirtyminen sujuu mahdollisimman vaivattomasti.

6.4 Neuvotteluhuoneet

Koestajan tietokoneen näkymää tulisi olla mahdollista seurata neuvotteluhuoneesta käsin. Teknisesti tämä vaatisi koestuspaikalta yhden johdon johdotusta neuvotteluhuoneen näytölle. MD:n koestamon puolella tämä tuottaa ongelman, sillä siellä ei ole vakinaista FAT-koestuspaikkaa, johtuen sekä koestusentän suuresta kuormituksesta, että koestettavien laitteiden koon vaihtelevuudesta. ICD:n koestamosta tulisi olla ikkuna suoraan vakinaiselle FAT-koestuspaikalle. Lisäksi neuvotteluhuoneeseen tulisi lisätä katto, ettei tehdasmelu häiritسی neuvotteluja. ABB:n markointi- ja viestintätiimissä on käynnistetty projekti neuvotteluhuoneiden viihtyvyyden parantamiseksi.

6.5 Turvallisuusvideot

Taajuusmuuttajatehtaalle ja koestamoihin tulisi kuvata turvallisuusvideot konetehtaan tapaan. Nykyään vieraiden turvallisuusperehdytys tukeutuu isäntään ja yhteen A4-paperiin neuvotteluhuoneissa. Turvallisuusvideoiden kuvaamiseen tähtäävä projekti on käynnistetty tehtaan turvallisuustiimissä.

6.6 Palaute

Erityisesti palaute luo mahdollisuudet toiminnan kehittämiseksi, joten http-pohjainen palautelomake tulisi luoda ABB:n nykyisten sisäisten kyselyiden tapaan. Tähän olisi liitettävä automaattinen raportointi FAT-prosessin hoitajalle. Lisäksi konetehtaan palauttekosketusnäytön tuominen Drives:n puolelle myös toisi yhtenäisen kuvan ABB:n käytännöistä.

7 Yhteenveto

Insinööriyön jälkeen selvillä on FAT:iin liittyen nykyprosessin kehityskohtat. Kehityskohtien parantaminen jatkuu ABB:n sisäisessä projektissa, jossa allekirjoittanut on mukana vahvasti. Tuloksille on ollut voimakasta kysyntää jo ennen insinööriyön varsinaista valmistumista.

Kehityskohtien seuraamista on hyvä jatkaa jatkamalla FAT-palautteen keräämistä ja käsittelyä, sillä otosjoukko insinööriyön aikana jäi vähäiseksi, jonka seurauksena tuloksia ei voida pitää luotettavina. Merkittävää kuitenkin on, ettei palautetta kerätty asiakaskäynneistä ennen tätä. Odotetusti käynti konetehtaalla tuki vahvasti kehitystyötä ja sen painoarvo on selkeästi nähtävissä.

Nähtäväksi jää, miten vielä julkaisemattomat ACS880-ominaisuudet tulevat vaikuttamaan FAT:n sisältöön. Tablettihankintojen yleistyessä yrityksissä yksi varteenotettava kehitysmahdollisuus on FAT:n dokumenttien käsittely tabletilla asiakastilaisuuksissa.

Lähteet

- 1 ABB Oy, Drives. 2013. Verkkodokumentti. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/yksikot/drives>>. Luettu 25.11.2013.
- 2 "Mikä taajuusmuuttaja on?". 2008. Verkkodokumentti. <<http://www.abb.fi/cawp/db0003db002698/d5b664f5dd909412c1257291003ef7cc.aspx>>. Luettu 15.09.2013
- 3 Steyn, Fanie. 2011. Motors and drives for improving energy efficiency. Energy Efficiency Convention (SAEEC), 2011 Southern African. s. 1-7.
- 4 Zhang, Panfeng & Li, Xia. 2010. The application of ACS800 MultiDrive in the speed control of paper machine. Computer Application and System Modeling (ACCASM), 2010 International Conference on. Vol. 10. s. 270-273.
- 5 Variable-frequency drive. 2012. Verkkodokumentti. <http://en.wikipedia.org/wiki/Variable-frequency_drive>. Luettu 15.09.2013.
- 6 Forsbacka, Terhi. 2013. HPD Order-Delivery process 2013. ABB Oy.
- 7 Laiteopas. ACS880-07 -taajuusmuuttajat (45-560 kW, 60-700 hv). 2013. Verkkodokumentti. <[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/374b9ea6f7069406c1257c00004b0cd0/\\$file/FI_ACS880-07_45to560kW_HW_C_A4.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/374b9ea6f7069406c1257c00004b0cd0/$file/FI_ACS880-07_45to560kW_HW_C_A4.pdf)>. Luettu 15.10.2013.
- 8 Laiteopas. ACS800-07 (+V992) -taajuusmuuttajat (500-2800 kW). 2012. Verkkodokumentti. <[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/f95ee66cff314c54c1257a0800409dac/\\$file/fi_acs800-07_v992_hw_b_screen.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/f95ee66cff314c54c1257a0800409dac/$file/fi_acs800-07_v992_hw_b_screen.pdf)>. Luettu 15.10.2013.
- 9 Haarnoja, Paula. 2012. Työohjeet: FAT (Factory Acceptance Test), VI (Visual Inspection), Marine-sertifikaatti ja Pakkaustarkastus. 3AFE0003645. Rev A. ABB Oy.
- 10 Forsberg, Tuomo. 2010. ACS800 MD KOESTUSOHJE Inspect and Test Instruct. ABB 3AFE00293778. Rev H. ABB Oy.
- 11 Ikonen, Ilkka. 2006. Testing of the ACS800 frequency converter. ABB 3AFE 68296421. Rev C. ABB Oy.

- 12 Hjelmstedt, Esa. 2012. Factory Acceptance Tests, Insulation and dielectric tests. ABB 3AFE003573. Rev B. ABB Oy.
- 13 Hyden, Mikko. 2013. ACS880-07 R6-R11 Inspection Instruction. 3AXD10000245490. Rev F. ABB Oy.
- 14 ACS880, single drives, catalog. 2013. Verkkodokumentti.
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/8e5e167981ec08f0c1257b9e001e397e/\\$file/EN_ACS880_single_drives_REVH_23_8_2013.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/8e5e167981ec08f0c1257b9e001e397e/$file/EN_ACS880_single_drives_REVH_23_8_2013.pdf)>. Luettu 10.11.2013.
- 15 ACS880, multidrives, catalog. 2013. Verkkodokumentti.
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/374b9ea6f7069406c1257c00004b0cd0/\\$file/FI_ACS880-07_45to560kW_HW_C_A4.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/374b9ea6f7069406c1257c00004b0cd0/$file/FI_ACS880-07_45to560kW_HW_C_A4.pdf)>. Luettu 10.11.2013.
- 16 ACS800, single drives, catalog. 2013. Verkkodokumentti.
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/374b9ea6f7069406c1257c00004b0cd0/\\$file/FI_ACS880-07_45to560kW_HW_C_A4.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/374b9ea6f7069406c1257c00004b0cd0/$file/FI_ACS880-07_45to560kW_HW_C_A4.pdf)>. Luettu 10.11.2013.
- 17 ACS800, multidrives, catalog. 2013. Verkkodokumentti.
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/374b9ea6f7069406c1257c00004b0cd0/\\$file/FI_ACS880-07_45to560kW_HW_C_A4.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/374b9ea6f7069406c1257c00004b0cd0/$file/FI_ACS880-07_45to560kW_HW_C_A4.pdf)>. Luettu 10.11.2013.
- 18 FSO-11 safety functions module user's manual. 2013. 3AUA0000097054. Rev D. Verkkodokumentti.
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/d8a6d3bae4d10c55c1257b980021afb1/\\$file/EN_FSO_11_UM_D_screenres.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/d8a6d3bae4d10c55c1257b980021afb1/$file/EN_FSO_11_UM_D_screenres.pdf)>. Luettu 10.11.2013.
- 19 Firmware manual. ACS880 primary control program. 2013. 3AUA0000085967. Rev G. ABB Oy.
- 20 Wei, Lixiang & Liu, Zhijun & Skibinski, Gary L. 2013. Investigation of Voltage Stresses Inside Adjustable-Speed Drives. Industry Applications, IEEE Transactions on. Vol. 49. Issue 1. s. 100-108.
- 21 Mahmoud, Gamal & Masoud, Mahmoud & El-Arabawy, Ibrahim. 2007. Inverter Faults In Variable Voltage Variable Frequency Induction Motor Drive. Compatibility in Power Electronics, 2007. CPE '07. s. 1-6.

Handled by
Tuomo Forsberg

Date:
1st August 2013

Pages
1(1)

STANDARDS FOR ACS800 / ACS880 ROUTINE TESTING AT ABB OY, DRIVES FINLAND

To Whom Ever It May Concern

During the routine testing of ACS800 / ACS880 ABB Oy, Drives Helsinki is following standards mentioned below when performing the dielectrical and insulation resistance tests and the continuity of protective earthing

- EN 60204-1 (2006): Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
- EN 50178 (1997): Electronic Equipment for Use in Power Installations
- IEC 61800-5-1 (2007): Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy
- IEC 60092-504 (2001): Electrical Installations in Ships – Part 504: Special Features – Control and Instrumentation
- ANSI/UL 508C (2008): Standard for Power Conversion Equipment
- CSA C22.2 NO 14-05: Industrial Control Equipment

Other parts of the testing, document check, wiring, functional testing and so on are not mentioned in the standards, so that is based on ABB's own procedures / functions.

Yours sincerely,

ABB OY

Area Manager
ABB Oy, Drives / High Power Drives

ABB Oy

Postal Address: Drives P.O.Box 184 FIN-00381 Helsinki, Finland	Street Address: Drives Hiomotie 13 00380 Helsinki, Finland	Telephone: +358 10 22 11 Telefax: +358 10 22 23166	Internet: www.abb.fi e-mail: first.name.last.name @fi.abb.com	Company Identity Code: 0763403-0 Domicile: Helsinki
---	---	---	---	---

ABB Oy BAU Drives		Testing of the ACS800 frequency converter		3AFE 68296421 C Koestuskuvaus.Doc
DEPT EJQ	PREPARED Ilkka Ikonen	DATE 18.01.2006	APPROVED Kjell Ingman	PAGE 1 / 2

TEST PROCEDURE OF THE ACS800 FREQUENCY CONVERTER

This document describes the production testing procedure of the ACS800 frequency converter. The testing procedure is divided into two separate sections: testing of the ACS800 frequency converter module and testing of the frequency converter ACS800-X7.

1 TESTING OF THE FREQUENCY CONVERTER MODULE

1.1 INSULATION AND HIGH VOLTAGE TESTS OF THE FREQUENCY CONVERTER MODULE

- 1.1.1 Insulation resistance test of the main circuit (1000Vdc)
- 1.1.2 High voltage test of the main circuit(2,7kVac, rms 50Hz 1s)
- 1.1.3 Slow increase of voltage by DC power supply (50V, 300V, 800V)
- Significance: No short-circuits in the module; discharge resistors intact

1.2 SYSTEM TESTING OF THE FREQUENCY CONVERTER MODULE

- 1.2.1 Connection of the power supply
- Significance: Charging circuits are intact; electronic boards and cabling intact
- 1.2.2 Testing of basic functions
- Serial number, software revision, option modules
- Check current measurement and dc voltage measurement at 1500 rpm
- Check stop, start, change of direction commands
- 1.2.3 Overvoltage fault function
- 1.2.4 Earth fault protection
- 1.2.5 Overcurrent fault function
- 1.2.6 Braking chopper test, if braking chopper does exist
- 1.2.7 Discharge time of the DC capacitors
- Significance: discharge resistors and dc capacitors are correct

1.3 BURN IN TESTING OF THE FREQUENCY CONVERTER MODULE

- 1.3.1 The first load test; 15 minutes at 1300-1500 rpm & full load
- 1.3.2 The first stop sequence
- 1.3.3 Repeating load tests (3.1 & 3.2) for a total of one and half (1,5) hours
- 1.3.4 Overvoltage fault function (performed immediately after the last load test before the converter is stopped)
- 1.3.5 Overcurrent fault function

1.4 FINAL TESTING OF THE FREQUENCY CONVERTER MODULE

- 1.4.1 Testing of the control panel, if control panel does exist

ABB Oy BAU Drives		Testing of the ACS800 frequency converter		3AFE 68296421 C Koestuskuvaus.Doc
DEPT	PREPARED	DATE	APPROVED	PAGE
EJQ	Ilkka Ikonen	18.01.2006	Kjell Ingman	2 / 2

2 TESTING OF THE FREQUENCY CONVERTER ACS800-07I-17I-37

2.1 VISUAL INSPECTION

- 2.1.1 Marking and type plates
- 2.1.2 Markings on power connections
- 2.1.3 Checking the length of the shaft in the main switch
- 2.1.4 Checking the earthings
- 2.1.5 Checking the fixing of mechanical parts and modules
- 2.1.6 Checking that the components are according to the part list
- 2.1.7 Cheking the clearances and creepage distances
- 2.1.7 Cheking the fibre optical cables

2.2 INSULATION AND HIGH VOLTAGE TESTS

- 2.2.1 Insulation test
- 2.2.1 High voltage test
- 2.2.2 Insulation test

2.3 FUNCTIONAL TEST

- 2.3.1 Checking the auxiliary voltage transformer and time relays settings
- 2.3.2 Checking the control board and downloading the program
- 2.3.3 Checking the functional of DSU module, only for ACS800-07
- 2.3.3 Checking the main contactor operation
- 2.3.4 Checking the functionality of emergency stop circuitry
- 2.3.5 Checking PT100 transducers, thermistor relays, heaters and other additional electrical equipment
- 2.3.6 Checking rotation of fans and auxiliary motor fan supply
- 2.3.7 Braking chopper test, if braking chopper does exist
- 2.3.8 Earth fault monitor BENDER test, if BENDER does exist
- 2.3.9 Control panel test
- 2.3.10 Setting and testing the option modules
- 2.3.11 Test run of Drive Unit

2.4 FINAL ACTIONS

- 2.4.1 Resetting the factory parameters, motor parameters and fault memory
- 2.4.2 Checking the warning stickers and other labels
- 2.4.4 Filling the test report

ABB Oy Drives		FACTORY ACCEPTANCE TEST			3AFE003578	
Dept.	Project	Status	Date	Author	Status	Revision Page / Pages
EIA000			12.03.2012	Paula Haarnoja	Approved	A 1 / 5

FACTORY ACCEPTANCE TEST (FAT)

EQUIPMENT TO BE TESTED: ACS800-

Serial number:

FREQUENCY CONVERTER SWITCHBOARD

Voltage: V
Frequency: Hz

ABB customer:
ABB Project name:
ABB sales ref No:
Date of test:

Place: ABB Oy, Drives, Helsinki

Signatures;

Helsinki...

On behalf of the Customer _____

On behalf of ABB Oy, Drives _____



ABB Oy Drives		FACTORY ACCEPTANCE TEST				3AFE003578
Dept.	Project	Status	Date	Author	Status	Revision Page / Pages
EIA000			12.03.2012	Paula Haarnoja	Approved	A 2 / 5

The purpose of the FAT is to offer a customer the possibility to review the product and ensure it is according to the order. Standard factory routine testing for the frequency converter is executed before FAT and therefore it is not repeated in the FAT. LC drives are tested without liquid in FAT.

Check item	Pass	Failed	Fixed	N. A.
1. VISUAL AND MECHANICAL INSPECTION				
1.1. Dimension drawings inspection				
1.2. Label inspection				
1.3. General visual inspection				
1.4. Components and apparatus inspection				
1.5. Wire markings inspection				
1.6. Review of electrical drawings and parts list				
2. REVIEW OF ROUTINE TEST REPORT				
2.1. Review of routine test results of insulation tests *				
2.2. Review of routine test report of drive system				
3. ELECTRICAL AND FUNCTIONAL INSPECTION				
3.1. Functional test of the drive				
3.1.1. Drive information				
3.1.2. Test run of the drive without a motor				
3.2. Functional test of standard options (optional)				
3.2.1. Emergency stop operation				
3.2.2. POU/STO operation				
3.2.3. Earth fault monitor (Bender) operation				
3.2.4. Customized standard options operation				
3.2.5. Ride through				

* Insulation tests are part of routine test and are not repeated in FAT.

ABB Oy		FACTORY ACCEPTANCE TEST			3AFE003578	
Drives						
Dept.	Project	Status	Date	Author	Status	Revision Page / Pages
EIA000			12.03.2012	Paula Haarnoja	Approved	A 4 / 5

1. VISUAL AND MECHANICAL INSPECTION

1.1 Dimension drawings inspection

Ensuring that dimension drawings match the cabinet.

1.2 Label inspection

Ensuring that drive labels match the requirements and customer specification (optional).

1.3 General visual inspection

Ensuring that the cabinet is presentable.

1.4 Components and apparatus inspection

Ensuring that components and apparatus are according to order.

1.5 Wire markings inspection

Ensuring that wire markings are according to the ordered marking class.

1.5.1 Standard class

In Standard Class, only input and output terminals, plug-in connectors, ~~flexoptic~~ connectors and ribbon cables are normally marked. Conductor bundles may have markings printed on the insulation.

1.5.2 Class A1

In addition to Standard Class markings, pin numbers are either printed on the conductor insulation or marked using an equivalent method on conductors between modules, conductors connected to apparatus, conductors connected to terminal blocks, short and obvious connections and main circuit conductors.

1.5.3 Class A2

In addition to Standard Class markings, pin numbers are either printed on the conductor insulation or marked by an equivalent method on conductors between modules, conductors connected to apparatus, conductors connected to terminal blocks or main circuit conductors are marked. Short, obvious connections are not marked.

1.5.4 Class A3

In addition to Standard Class markings, pin numbers are marked with marking rings or other similar method on conductors between modules, conductors connected to apparatus, conductors connected to terminal blocks, conductors connected to detachable screw terminals and main circuit conductors are marked like on class A2. Short, obvious connections are not marked.

1.5.5 Class B1

In addition to Standard Class markings, apparatus identifiers and pin numbers are marked with marking rings on or other similar method on conductors between modules, conductors connected to apparatus, conductors connected to terminal blocks, conductors connected to detachable screw terminals, optical fibres and main circuit conductors and short / obvious connections are marked. Even conductors with apparatus and pin identifiers ready printed on the conductor insulation are marked with marking rings or other similar method on.

1.5.6 Class C1

In addition to Standard Class markings, apparatus identifiers, pin numbers and conductor opposite end address are marked with marking rings on or other similar method on, conductors between modules, conductors connected to apparatus, conductors connected to terminal blocks, conductors connected to detachable screw terminals, optical fibres, main circuit conductors and short / obvious connections are marked like on class B1. Even conductors with apparatus and pin identifiers ready printed on the conductor insulation are marked with marking rings or other similar method on.

1.6 Review of electrical drawings and part list

Ensuring that electrical drawings match the drive and the part list matches the drive apparatus.

2 REVIEW OF ROUTINE TEST REPORT

2.1 Review of routine test results of insulation tests*

Ensuring that insulation and dielectric tests are within limits stated in a test report.

2.2 Review of routine test report of drive system

Ensuring that the drive documentation includes the module test reports and the drive test report and it has traced components

ABB Oy Drives		FACTORY ACCEPTANCE TEST			3AFE003578	
Dept.	Project	Status	Date	Author	Status	Revision Page / Pages
EIA000			12.03.2012	Paula Haartoja	Approved	A 5 / 5

3 ELECTRICAL AND FUNCTIONAL INSPECTION

3.1 Functional test of the drive

3.1.1 Test run of the drive without a motor

Press the DRIVE button on the control panel and check that the given information matches the drive.

3.1.2 Test run of the drive without a motor

Use control panel CDP312R. Start the drive, run forward at 50Hz frequency, run backwards at 50Hz frequency and stop the drive

3.2. Functional test of standard options (optional)

3.2.1. Emergency stop operation

Test emergency stop circuit operation by Starting the drive, then press e-stop button and the drive will stop. Then check that the drive does not start w/o reset

3.2.2. POUS/STO operation

Disconnect short circuit from terminal strip X9:1-X9:2/3. When POUS is operating the drive cannot start after the disconnection. Test the safe torque-off operation.

3.2.3. Earth fault monitor (Bender) operation

Simulate an earth fault to the supply. Earth fault monitor will give a fault indication.

3.2.4. Customized standard options operation

Testing of ABB standard application engineered options like meters, lamps, push buttons and switches.

3.2.5. Ride Through

Testing of 5-15 second (depending on drive size) power cut.

FAT CUSTOMER SATISFACTION SURVEY	Markus Hirvonen	1(2)
ABB Oy, Drives High Power Drives	Rev. A	30.09.2013

FAT CUSTOMER SATISFACTION SURVEY

We at ABB Oy High Power Drives are pleased to survey your satisfaction regarding our Factory Acceptance Test for cabinet-built single- and multidrives.

FAT (Factory Acceptance Test) is an event held for our customer if they wish to confirm themselves or through their representative that the sold product is made according to order and with required functionality.

Please indicate your level of satisfaction on below two-sided form.

Information:	Strongly disagree	Disagree	Agree	Strongly agree	N/A
I received the FAT program (document 3AFE003578) well ahead of my arrival.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I was well informed of the FAT schedule.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Factory address and possible means of transport were made known prior to arrival.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Information was clear and left no room for misunderstanding.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arrangements:					
Having a FAT arranged was simple.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The schedule was efficient and purposeful.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facilities were well suited for hosting a customer FAT.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspection and testing:					
All test documentation was readily available.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspection and testing was fast and precise.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I was satisfied with the testing program.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


Please flip the page. 

ABB Oy

Postal Address:
Drives
P.O.Box 184
FIN-00381 Helsinki, Finland

Street Address:
Drives
Hiomotie 13
00380 Helsinki, Finland

Telephone:
+358 10 22 11
Telefax:
+358 10 22 xxxxx

Internet:
www.abb.fi
e-mail:
first name.last name
@fi.abb.com

Business Identity Code:
0763403-0
Domicile: Helsinki

FAT CUSTOMER SATISFACTION SURVEY

Markus Hirvonen

2(2)

ABB Oy, Drives
High Power Drives

Rev. A

30.09.2013

Punchlist:	Strongly disagree	Disagree	Agree	Strongly agree	N/A
My contribution was appreciated when forming the punchlist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I was offered realistic solutions for the punch items.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I feel secure that all punchlist items will be handled as agreed.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Safety:					
I felt safe and secure during my visit at the factory.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ABB takes great care to ensure safety.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Overall satisfaction:					
My expectations were well met.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I was well received at the factory.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I feel confident in regards to the quality of ABB Drives products.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Please rate our FAT on a scale of one to ten (1-10), where ten is best: _____

Free comments: _____

Company affiliation: ABB
 Customer of ABB

I am from _____
 country

Thank you for taking time to answer this survey.

ABB Oy

Postal Address:
Drives
P.O.Box 184
FIN-00381 Helsinki, Finland

Street Address:
Drives
Hiomotie 13
00380 Helsinki, Finland

Telephone:
+358 10 22 11
Telefax:
+358 10 22 xxxxx

Internet:
www.abb.fi
e-mail:
first.name.last.name
@fi.abb.com

Business Identity Code:
0763403-0
Domicile: Helsinki

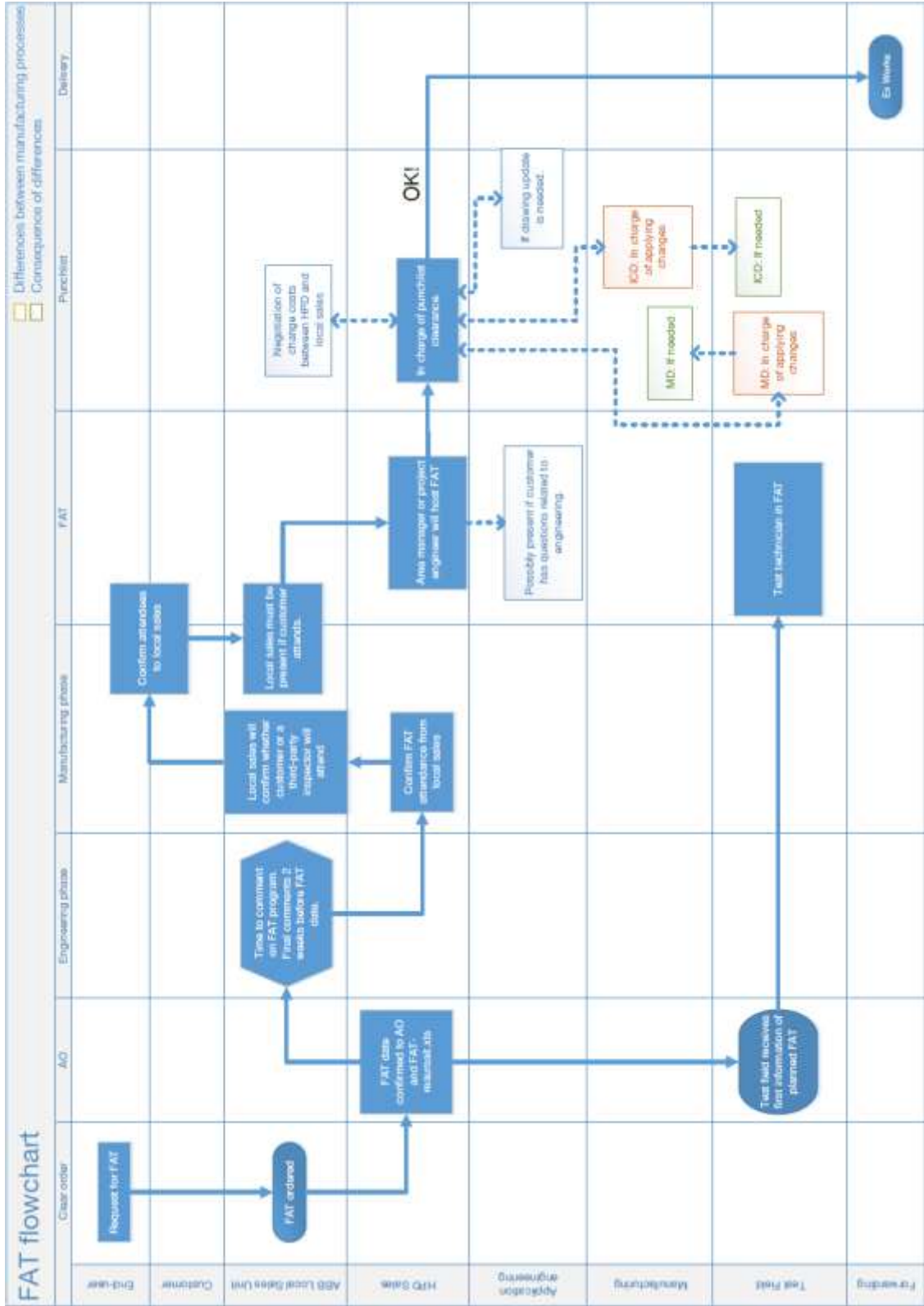


ABB		FACTORY ACCEPTANCE TEST			3AFE003578		
		ACS800/880 CABINET-BUILT DRIVES			FAT-program_v2.36.docx		
Project SAP #	Status	Date	Author	Status	Revision	Version	Page
		13.12.2013	Markus Hirvonen	Approved	A	2.36	1 / 3

FACTORY ACCEPTANCE TEST

Equipment to be tested: _____

Serial number: _____

Optional identification: _____

Mains voltage: 3-phase, _____ V \pm 10 % Enclosure class: IP _____

Frequency: _____ Hz \pm 5 % Cooling: Air-cooled Liquid-cooled

ABB customer: _____

ABB project name: _____

FIDRI sales ref. no.: _____

Date of test: _____

Place: ABB Oy, Drives, Helsinki

Approved:

Helsinki

On behalf of the Customer

Signature _____ Clarification of signature _____

On behalf of ABB Local Sales


Signature _____ Clarification of signature _____

On behalf of ABB Oy, Drives

Signature _____ Clarification of signature _____

**Drives are tested without motor or load in FAT.
Liquid-cooled drives are tested without liquid in FAT.
Routine and voltage tests are done prior to FAT and are not repeated in FAT.**

Test program must be commented within 21 days, otherwise considered as 'APPROVED'.

		FACTORY ACCEPTANCE TEST ACS800/880 CABINET-BUILT DRIVES			3AFE003578 FAT-program_v2.36.docx			
Project	SAP #	Status	Date	Author	Status	Revision	Version	Page
			13.12.2013	Markus Hirvonen	Approved	A	2.36	2 / 3

Checklist		Pass	Fail
1. Visual inspection (non-electric)		Acceptance criteria	
1.1. Overview		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Check cabinet condition. - Check that drive is made according to dimension drawings. 		Cabinet appears undamaged, visually functional and according to dimension drawings.	
1.2. Component and module inspection		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Check that the components and modules are in accordance with BOM, visually intact. 		Cabinet is built according to BOM and visually intact.	
1.3. Label inspection		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Make sure that the labels of the devices and modules are in accordance with the BOM and attached in visible places near the device. 		Device IDs are in accordance with the BOM and are found in the cabinet.	
2. Test report review		Pass	Fail
2.1. Cabinet dielectric and insulation test report *		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Test limits are based on standard EN 60204-1 (2006). - Insulation resistance value after the voltage-withstand test may change 10 % compared to the value before the voltage-withstand test. 		The device must withstand the test voltage without breakdown.	
2.2. Cabinet routine test report *		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Installed modules serial numbers are found traced in the report. - Factory ensures conformity to required standards (see hardware manual) by routine tests. - Check routine test results. 		Tests successful.	
2.3. Module routine test report *		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Installed components' serial numbers are found traced in the report. - Factory ensures conformity to required standards (see hardware manual) by routine tests. - Check routine test results. 		Tests successful.	
*) Tests completed before FAT			
3. Functional inspection (electric)		Pass	Fail
3.1. Drive start-up		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Connect main power supply. - Monitor the DC voltage and phase current when charging the DC voltage. - After the charging time, if the DC voltage is more than 60 % of the nominal DC voltage of the supply unit ($\sqrt{2}U_{dc}$), and AC current is less than 5 % of the heavy duty current of the supply unit, the main breaker/contactor closes – in other case, the supply unit gives a charging fault. 		Main breaker/contactor closes when charging is complete. Drive is ready for operation.	
3.2. Operation of control panel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Check drive information for firmware version and connected module information. 		The drive control panel correctly identifies the firmware and modules.	
3.3. Test run without load		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Run +50 Hz. 2. Reverse to -50 Hz. 3. Change reference speed. 4. Stop the drive. 		Tests successful.	
3.4. Check example of protections and alarms		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> - Detach control panel while drive is running and in local control mode. -> PANEL LOSS 		Drive trips properly to faults.	

ABB		FACTORY ACCEPTANCE TEST ACS800/880 CABINET-BUILT DRIVES			3AFE003578 FAT-program_v2.36.docx		
Project SAP #	Status	Date	Author	Status	Revision	Version	Page
		13.12.2013	Markus Hirvonen	Approved	A	2.36	3 / 3

4. Optional function tests		N/A	Pass	Fail
		Acceptance criteria		
4.1. Emergency stop operation - Requires an emergency stop relay. Test emergency stop circuit operation by starting the drive, then press e-stop button and the drive will stop.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Drive does not start w/o emergency stop reset.		
4.2. Safe Torque-Off (STO) operation - When activating the STO, the function prevents drive from generating rotating field in drive output without delay. - Activate STO by removing 24 V _{cc} STO input from connector X1-1 of ASTO board. - If drive was not modulating when STO was activated, warning is shown. If drive was modulating when STO was activated, fault is shown.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1. The drive does not restart before STO signal 24 V _{cc} is connected to the inverter again. 2. The drive does not restart without resetting fault		
4.3. Prevention Of Unexpected Start-up (POUS) operation - Functions like STO described above, with the exception that POUS must not be activated during run. Open POUS circuit to test.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Prevents drive from operating when POUS circuit is open.		
4.4. Voltage/current meter operation - Testing of A- and/or V-meters. Please note that current is very low as factory testing is done without load.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Operating properly.		
4.5. Pilot light operation - Testing of ready/run/fault pilot lights.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Operating properly.		
4.6. Motor thermal protection -relay operation (Thermistor/PT100-relay) - Open switch by disconnecting and connecting the resistor. Reset fault by short circuiting the remote reset circuit.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Relay generates an alarm.		
4.7. Motor auxiliary fan starter operation - Check rotation direction of starter signal.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Clockwise rotation confirmed with measuring instrument.		
4.8. Earth fault monitor, BENDER, simulation 1. Press MENU -> ISO SETUP -> Change K1:NO to K1:NC. 2. Check that K91 opens and earth fault indication P90 light activates. 3. Reset K1 settings to K1:NO.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Simulation successful.		
4.9. Cabinet heater operation - Check that heater gets warm when circuit is electrified.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Test successful.		
4.10. Cabinet lighting operation - Check that lighting works when opening the door.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Test successful.		

ABB		PUNCHLIST			3AFE003578-1		
		Factory Acceptance Test for ACS800/880			FAT_Punchlist_v0.8.docx		
Project SAP #	Status	Date	Author	Status	Revision	Version	Page
		13.12.2013	Markus Hirvonen	Approved	A	0.8	1 / 1

PUNCH LIST:				
Item #	TOPIC with details below	Cat.	Clearance date	Clearance verification signature
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
<i>Category 1: To be cleared and witnessed after FAT by inspector</i> <i>Category 2: To be cleared and witnessed after FAT by ABB Oy</i>				
Changes to manufactured order will affect price and delivery date. Project is not cleared for packing until punch list has been cleared. Cleared punch list must be delivered to approver by email.				
Punch list approved: Helsinki On behalf of ABB Oy, Drives				
		_____ Signature		_____ Clarification of signature

ABB		ADDITIONAL TESTS			3AFE003578-2 FAT_Punchlist_v0.8.docx		
Factory Acceptance Test for ACS800/880							
Project SAP #	Status	Date	Author	Status	Revision	Version	Page
		13.12.2013	Markus Hirvonen	Approved	A	0.8	1 / 1

1. Additional tests		N/A	Pass	Fail
		Acceptance criteria		
1.1.				
1.2.				
1.3.				
1.4.				
1.5.				
1.6.				
Additional tests must be approved by the test field foreman or his representative.				
Tests approved:				
Date and place: _____				
On behalf of the test field				
Signature _____			Clarification of signature _____	
Tests witnessed:				
Date and place: _____				
On behalf of the Customer				
Signature _____			Clarification of signature _____	
On behalf of ABB Oy, Drives				
Signature _____			Clarification of signature _____	

ABB Oy BAU Drives, System AC		ACS800 MD KOESTUSOHJE Inspect and Test Instruct			3AFE 00293778koestusohje.doc	
Dept.	Project	Status	Date	Author	Status	Revision Page / Pages
			2010-04-21	TUOMO FORSBERG	APPROVED/KOSOLA JUHA	H 3 / 5

SISÄLLYS

1	VISUAALINEN JA MEKAANINEN TARKASTUS.....	6
1.1	RUNKORAKENNE.....	6
1.1.1	Seinä-, lattia- ja kattorakenteet sekä mekaaniset liitokset.....	6
1.1.2	Kotelointiluokka.....	6
1.1.3	Liitosarvikkeet.....	6
1.1.4	Asiakaskaapelituet ja kaapeleiden kiinnityspultit.....	6
1.2	KOJEISTUS.....	6
1.2.1	Kojeiden ja yksiköiden merkinnät sekä osaluettelovastavuus.....	6
1.2.2	Kojetunnukset.....	6
1.2.3	Kojeiden sijoittelu.....	6
1.2.4	Yksiköiden vastavuus.....	6
1.2.5	Kojeiden kiinnitys.....	7
1.3	KISKOTUS.....	7
1.3.1	Kiskojen eheys ja puhtaus.....	7
1.3.2	Kiskojen sijoittelu.....	7
1.3.3	Virtaliitokset.....	7
1.3.4	Tuki- ja läpivientieristimet sekä lisäeristykset.....	7
1.3.5	Virtaliitosten kireys ja merkkkaus.....	7
1.4	JOHDOTUS.....	7
1.4.1	Johdinpölkkipinnat, -laadut, -värit ja -merkit.....	7
1.4.2	Häiriösuojaavat johtimet.....	7
1.4.3	Oikosulkusuojaamattomat johtimet.....	7
1.4.4	Johdin- ja kuitupäätteet.....	7
1.4.5	Johtimien liittäminen kojeille ja riviliittimille.....	8
1.4.6	Liitosten kireys.....	8
1.4.7	Johtimien mekaaninen suojaus.....	8
1.4.8	Riviliittinmerkinnät, -yhdistykset ja -eristelevyt.....	8
1.5	ILMA- JA PINTAERISTYSVÄLIT.....	8
1.5.1	Ihmäväli.....	8
1.5.2	Pintaeristysväli.....	8
1.6	MAADOITUKSET JA KOSKETUSSUOJAUKSET.....	8
1.6.1	Kojeiden ja yksiköiden maadoitukset.....	8
1.6.2	Ovimaadoitukset.....	8
1.6.3	Kosketussuojaukset.....	8
1.7	TARRAT JA MERKINNÄT.....	9
2	MEKAANISET TOIMINTAKOKEET.....	9
2.1	KYTKIMET.....	9
2.2	SULAKKEET.....	9
2.3	OVET.....	9
2.4	LEIMAUKSET.....	9
3	ERISTYS- JA JÄNNITEKOKKEET.....	9
3.1	KYTKENNÄT JA EDELTÄVÄT TOIMENPITEET.....	9
3.1.1	Pääpiiri.....	11
3.1.2	400 (320) VAC:n piiri.....	11
3.1.3	230 (115) VAC:n piiri.....	11
3.2	PÄÄPIIRIN ERISTYS- JA JÄNNITEKOE.....	12
3.2.1	Eristyskoe.....	12
3.2.2	Jännitekoe.....	12
3.2.3	Eristyskoe.....	12
3.3	400 (320) V:N PIIRIN ERISTYS- JA JÄNNITEKOE.....	12
3.3.1	Eristyskoe.....	12
3.3.2	Jännitekoe.....	12
3.3.3	Eristyskoe.....	13
3.4	230 (115) V:N PIIRIN ERISTYS- JA JÄNNITEKOE.....	13
3.4.1	Eristyskoe.....	13

ABB Oy		ACS800 MD KOESTUSOHJE			SAFE	
BAU Drives, System AC		Inspect and Test Instruct			00293778koestusohje.doc	
Dept.	Project	Status	Date	Author	Status	Revision Page / Pages
			2010-04-21	TUOMO FORSBERG	APPROVED	KOSOLA JUHA H 4 / 45

3.4.2	Jännitekoe	13
3.4.3	Eristyskoe	13
3.5	JÄNNITE –JA ERISTYSVASTUSKOEEN HYVÄKSYMISMERKINTÄ	13
4	SÄHKÖISET TOIMINTAKOKEET	13
4.1	JÄNNITTEEN VALINTA AGPS –21C KORTILLA	13
4.2	ASTO-KORTTI (+V992)	14
4.3	MODULIN KORTTIEN JA MUUNTAJAN JÄNNITEVALINNAT (+V992)	14
4.4	DIODISILLAN TARKASTUKSET ILMAN JÄNNITETTÄ	14
4.4.1	Apujännitekentän ACU asetukset	14
4.4.2	Tyristorisyyttöyksikön TSU alkuasetukset	15
4.4.3	Diodisillan (DSU) DSSB-01 kortin alkuasetukset	15
4.4.4	Ohjelmiston lataus (+V992)	16
4.5	TSU:N TARKASTUKSET JÄNNITTEET KYTKETTYNÄ	17
4.5.1	Ohjelman lataus	17
4.5.2	Parametrien asetukset	18
4.5.3	Parametriasetukset kun TSU syötössä on Local/Remote kytkin S10	19
4.5.4	Tyristorisillan latauksen tarkastus	20
4.5.5	DC jännitemittauksen viritys	21
4.5.6	Nostomuuntaja	21
4.5.7	Tyristoreiden sytytyksen tarkistus	21
4.6	DIODISILLAN TOIMINNAN TARKASTUS JÄNNITTEET KYTKETTYNÄ	22
4.7	ISU:N TARKASTUKSET JÄNNITTEET KYTKETTYNÄ	22
4.7.1	Ohjelman lataus RMIO-kortille	22
4.7.2	Tarvitavat parametriasiedelut	23
4.7.3	Parametriasetukset käynnistystä varten (+V992)	23
4.7.4	Välipiirin latauksen tarkastus	25
4.7.5	IDA-säädön ja redundanttisen ISU:n koestus	26
4.8	JÄNNITTEIDEN TARKASTUS	27
4.8.1	Puhaltimien pyörimissuunnan tarkastus	27
4.8.2	Syöttö liitännät 12-pulssisella DSU:lla	27
4.8.3	Latauspiirin toiminnan tarkastus	27
4.8.4	Diodisillan latauksen tarkastus (DC-jännitteen lataus)	28
4.8.5	Analogisen mittarin testaus	28
4.9	RELEISTYS	28
4.10	OVIKOJEET	28
4.11	MAASULKUSUOJAUS	28
4.11.1	Käyttömaadoitettu verkko	28
4.11.2	Maasta erotettu verkko: Bender	28
4.12	VALOKAARIVARTIJA	29
4.13	KÄYTTÖÖNOTTOPARAMETRIEN ASETTAMINEN	30
4.14	LISÄLAITEMODUULIEN TUNNISTEUSOITTEET	30
4.14.1	Optiomoduulien asetukset parametriryhmässä 98	31
4.14.2	RDIO-moduuli	32
4.14.3	RAIO-moduuli	33
4.14.4	RTAC-moduuli	34
4.14.5	I/O Moduuli Adapteri AIMA-01	34
4.15	HÄTÄSEIS-TOIMINNAN KÄYTTÖÖNOTTO	34
4.16	DRIVE –YKSIKÖN KOEAJO	36
4.16.1	Verkko katkossäätö-funktio	37
4.16.2	Vahinkokäynnistyksen esto	37
4.16.3	Safe Torque Off, STO (+Q967, +Q968)	37
4.16.4	Run enable	38
4.17	RMIO-KORTIN ULKOPUOLINEN SYÖTTÖ	38
5	SÄHKÖISET TOIMINTAKOKEET CONTROL SECTIONILLE	38
6	SÄHKÖISET TOIMINTAKOKEET JARRURYHMÄLLE (BRAKING SECTION)	39
6.1	NBRA JARRUKATKOJAN TARKASTUKSET JÄNNITTEETTÖMINÄ	39

ABB Oy		ACS800 MD KOESTUSOHJE			3AFE	
BAU Drives, System AC		Inspect and Test Instruct			00293778koestusohje.doc	
Dept.	Project	Status	Date	Author	Status	Revision Page / Pages
			2010-04-21	TUOMO FORSBERG	APPROVED	KOSOLA JUHA H 5 / 45

6.1.1	Jännitteen valinta.....	39
6.1.2	Isäntä-orja (master-slave) kytkentä.....	39
6.2	SÄHKÖISET TARKASTUKSET.....	39
6.2.1	Puhaltimien pyörimissuunta.....	39
6.2.2	Jarrukatkojen testaus.....	39
6.2.3	Jarrutessti käytettäessä lamppua katkojan liipaisuun.....	39
7	DOKUMENTIT JA VIIMEISTELY.....	41
7.1	TARKASTUSPÖYTÄKIRJA.....	41
7.2	KUVAT.....	41
7.3	KAAPIN VIIMEISTELY.....	41
7.4	SÄHKÖISTEN TESTIEN HYVÄKSYMISMERKINTÄ.....	41
7.5	TEHDASASETUKSIEN PALAUTUS.....	41
	LIITTEET.....	42
	LIITE A. NDBU-YKSIKÖN KOODAUKSET.....	42
	LIITE B. LISÄLAITEMODUULIEN TUNNISTUSOSOITTEET.....	44
	LIITE C. DSSB-01C KAYTTOLIITTYMA-KAAVIO.....	45

ABB Oy Drives		FACTORY ACCEPTANCE TESTS Insulation and dielectric tests			3AFE003573	
Dept.	Project	Status	Date	Author	Status	Revision Page / Pages
EIP990			11.12.2012	Esa Hjelmstedt	AP	B 1 / 1

INSULATION AND DIELECTRIC TESTS

EQUIPMENT TO BE TESTED:

Type: ACS800-

Serial number:

Project ref:

Date of test:

Place: ABB Oy, Drives, Helsinki

Signature:

INSULATION AND DIELECTRIC TESTS						
Circuit	Insulation Resistance before dielectric test	Limit	Dielectric strength ²	Limit	Insulation Resistance after dielectric test	Limit
Main circuit ² ___modules	GΩ	10 MΩ	mA	30 mA / module ¹	GΩ	10 MΩ
Main circuit ⁴	GΩ	10 MΩ	mA	60 mA	GΩ	10 MΩ
Main circuit ⁵	GΩ	10 MΩ	mA	85 mA	GΩ	10 MΩ
400 V / 320 V circuit ³	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ
230 V / 115 V circuit	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ
24 V / 48 V circuit	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ
230 V motor space heater ⁴	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ
230 V cabinet heater ⁴	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ
	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ
	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ
	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ
	GΩ	10 MΩ	mA	10 mA	GΩ	10 MΩ

Dielectric strength test voltage: Main circuit: 2,7 kVac; 400 V/320 V: 2,2 kVac; 230 V/115 V: 1,7 kVac; 24 V/48 V: 500Vac, test time is 1 sec, 50 Hz

¹ Note: Maximum allowed leakage current depends on a number of modules installed into cabinet.

Maximum allowed leakage current for is $I_{max\ leakage} = \text{SUM} (n \times 30 \text{ mA})$, where n= number of modules installed into cabinet.

² Note: For Marine drive dielectric test time is 1 minute and 2,5 kVac, 50Hz for main circuit.

³ Note: ACS800-07 – nxR8i (>500 kW), ACS800 MD and ACS800-17/37 (R8i – nxR8i)

⁴ Note: ACS800-07 – R6-R8 (55-500 kW) and ACS800-17/37 (R7i)

⁵ Note: ACS800-17/37 –R6

REMARKS:

KIKUSUI TOS9200	ser.no 340041	Calibrated	
KIKUSUI TOS9200	ser.no 339645	Calibrated	
KIKUSUI TOS9200	ser.no 340070	Calibrated	
SEFELEC ITDT15500SMB	ser.no 340149	Calibrated	
SEFELEC ITDT15500SMB	ser.no 339774	Calibrated	
MEGGER BMM80	ser.no 340057	Calibrated	

Witnessed / Reviewed:

Insulation resistance measurement and dielectric withstand test report

Internal SALES ORDER and position			
Code/ Identification			
Product classification			
	ACS800 Single Drive	ACS800 Multidrive	Other
Air Cooled			
Liquid Cooled			

Main Circuit

Nominal voltage of Main circuit	Insulation resistance in ohms	Dielectric strength Leakage current	Insulation resistance in ohms	Notes
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Auxiliary Circuits

Nominal voltage of measured circuit	Insulation resistance in ohms	Dielectric strength Leakage current	Insulation resistance in ohms	Notes
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Measuring voltage by the resistance measurement: 1000Vdc for circuits of 380V or higher, 500Vdc for circuits of 100V...380V, 250Vdc for circuits of 60V...100V and 100Vdc for circuits under 60V.

Test voltage by dielectric withstand test: 2,7kV for circuits of 380V or higher, 2,2kV for auxiliaries of fans(320V-400V),1,7kV for auxiliaries 100V...250V and 500V for auxiliaries under 100V. Test frequency is 50 Hz.

In the notes column is stated where test voltage was applied to according to circuit diagrams. For main circuit notes are for sections covered by the test.

Measuring instruments:

Remarks:

Tested by

ABB OY Helsinki

Date

Witnessed by